

**IV Всероссийская
научно-практическая конференция
с международным участием**

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ



Иваново 2019

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ
МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**



АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

МАТЕРИАЛЫ

**IV Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием**

25 марта 2019 года

**Иваново
2019**

УДК 37+50+614.8

Актуальные вопросы естествознания: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Иваново, 25 марта 2019 года / сост.: О. В. Хонгорова, М. Г. Есина. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. – 412 с.

В сборнике представлены материалы выступлений и статьи участников конференции, отражающие результаты фундаментальных и прикладных исследований в области естественнонаучных дисциплин (физики, химии, биологии, экологии, математики и информатики), а также рассматривающие профессионально-значимые проблемы современного образования и предлагающие варианты их решения.

Сборник предназначен для научно-педагогических работников, курсантов, студентов и всех интересующихся проблемами современной педагогики и естествознания.

The collection contains materials of speeches and articles of the conference participants, reflecting the results of fundamental and applied research in the field of natural Sciences (physics, chemistry, biology, ecology, mathematics and computer science), and professionally addressing important problems of modern education and suggesting solutions for them.

The collection is intended for scientific and pedagogical workers, cadets, students and all those interested in the problems of modern pedagogy and natural sciences.

Организационный комитет

доктор хим. наук, профессор **А. М. Ефремов** (председатель оргкомитета)
доктор хим. наук, профессор **Н. Ш. Лебедева** (заместитель председателя оргкомитета)
канд. хим. наук **С. В. Беляев**
канд. физ.-мат. наук **Т. В. Пашкова**
канд. техн. наук, доцент **М. Г. Есина**
канд. техн. наук, доцент **Д. Г. Снегирев**
канд. физ.-мат. наук **О. В. Хонгорова**
канд. тех. наук, доцент **С. С. Харченко** (секретарь оргкомитета)

РАЗДЕЛ 1.
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ
ФИЗИКИ И ХИМИИ

УДК 674:66.08:615.9

А. Г. Бубнов^{1,2}, Е. С. Елистратова²

¹ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

²ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ХИМИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ
ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ НА ПРИМЕРЕ ФОРМАЛЬДЕГИДА**

Аннотация: Представлен метод получения химически безопасной древесной плиты на примере формальдегида, за счет модификаций существующих методик изготовления древесно-стружечных и древесно-волокнистых плит.

Ключевые слова: формальдегид, древесные плиты, окружающая среда, методы определения, сухой способ производства.

A. G. Bubnov, E. S. Elistratova

**DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGY FOR OBTAINING CHEMICALLY SAFE
WOOD TILES ON THE EXAMPLE OF FORMALDEHYDE**

Abstract: A method for the production of chemically safe wood boards using formaldehyde as an example, through the modification of existing methods for the manufacture of chipboard and fibreboard, is presented.

Keywords: formaldehyde, wood plates, environmental, determination methods, dry method of production

Летучие органические соединения (ЛОС) влияют на качество воздуха в помещении. К ним относятся вещества, входящие в состав древесины и отвечающие за её характерный запах, а также альдегиды и карбоновые кислоты [6]. Древесина и древесные материалы по уровню эмиссии ЛОС во многом схожи. Прессование древесных материалов осуществляется при температуре 200 °С, в результате этого может повышаться количество альдегидов и, в частности, формальдегида (с карбоновыми кислотами), которые способствуют выделению нелетучих или мало летучих компонентов, содержащихся в древесине. У обработанной древесины источниками эмиссии ЛОС могут так же стать наносимые впоследствии восковые покрытия, клеевые и лакокрасочные материалы [6].

Одним из критериальных поллютантов для окружающей среды является формальдегид, являющийся характерным ЛОС. Всемирной организацией здравоохранения формальдегид отнесён к классу опасных канцерогенов, повышенное содержание которого в воздухе жилых помещений способно вызывать раковые заболевания гортани, преимущественно у детей и подростков, а так же обладает токсичностью, негативно воздействует на генетический материал, репродуктивные органы, дыхательные пути, глаза, кожный покров. Кроме того, CH_2O оказывает сильное действие на центральную нервную систему [5].

По данным Росстата производство древесно-стружечных плит (ДСП) и древесноволокнистых плит (ДВП) растёт в РФ с каждым годом [4]. Отметим, что в России, начиная 1984 года, обсуждается проблема экологической безопасности древесных плит, обусловленная применением формальдегидосодержащих связующих. Уровень безопасности конечной древесноплитной продукции напрямую зависит от состава связующих и композиций пропиточных составов, применяемых для изготовления плит и бумажно-смоляных плёнок [14].

Способ производства экологически безопасных плит, часто по экономическим причинам низко эффективен. Это связано, в большинстве случаев, с увеличением себестоимости продукции ввиду дополнительных расходов на сырьевые компоненты (связующие, добавки и т.д.), а также со снижением производительности линий из-за более продолжительного прессования или дополнительных технологических переделов. Следовательно, разработка технологических схем и подходов, направленных на снижение эмиссии формальдегида как в процессе производства древесно-стружечных плит, так и в процессе их дальнейшего жизненного цикла, актуальны и являются целью настоящего исследования.

Нами, на основе собранной информации, был разработан возможный метод изготовления химически (экологически) безопасных древесных плит. Одним из главных условий метода – это контроль содержания формальдегида на всех этапах производства в отдельной лаборатории, которая специализируется только на проверке эмиссии формальдегида.

На эмиссию формальдегида из готовой клеевой продукции влияют множество факторов, одним из которых является порода древесины, из которой изготовлен клееный элемент [13]. Например, компания Akzo Nobel провела целый комплекс испытаний элементов клеевых конструкций, изготовленных на одной и той же стандартной клеевой системе, содержащей свободный формальдегид, в одинаковых условиях, но на разных породах. По представленным в [6] данным видно, что величина эмиссии формальдегида реально зависит не только от применяемой клеевой системы, а также от содержания формальдегида в различных породах древесины. Именно поэтому, мы предлагаем контролировать щепу (применяемую в производстве ДСП) на содержание формальдегида, при производстве каждой партии продукции. Необходимо осуществлять статистический контроль концентрации формальдегида для каждой из применяемых пород дерева. Это поможет создать спецификацию, в которой будет прописано, какую древесину нужно использовать для того, чтобы готовая плита отвечала требованиям эмиссии формальдегида (E0, E1 и т.д.). А так же, для приготовления соответствующего состава смолы для разных пород древесины. Предельно допустимые нормы содержания формальдегида в плите, по выделению формальдегида из плиты в воздух, для плит классов эмиссии формальдегида E0,5, E1 и E2 не должны превышать значений, указанных в табл.1 [8].

Таблица 1. Предельно допустимые нормы содержания формальдегида в плите

Класс эмиссии формальдегида	Предельно допустимые нормы содержания формальдегида в плите, установленные перфораторным методом, мг/100 г абс. сухой плиты	Применение плит
E 0,5	До 4,0 включ.	Для производства детской мебели, мебели для учебных заведений, мебели для дошкольных учреждений и другой мебели
E 1	Св. 4,0 до 8,0 включ.	Для производства бытовой мебели, мебели для общественных помещений и изделий, предназначенных для эксплуатации внутри жилых и общественных зданий и помещений
E 2	Св. 8,0 до 20,0 включ.	Для производства других изделий, кроме мебели

Поскольку проблема химической безопасности древесных плит по формальдегиду, обусловлена применением формальдегидосодержащих связующих [15] для получения химически безопасных плит нужны низкомолекулярные карбамидные смолы (с мольным соотношением формальдегида к карбамиду не более 1,1). Причём необходима модификация этих карбамидных смол меламином. Такие смолы имеют малый срок хранения (не более 3-4 недель) и потому изготавливаться должны на территории или вблизи древесноплитных заводов [14].

Для некоторых производств использование смолы в виде порошка не целесообразно, требуется дополнительное оборудование (например, такое как мешалки, цистерны), требуется отдельное помещение, операторы, дополнительные средства индивидуальной защиты, отдельная лаборатория для контроля разведения смолы в воде и т.д. Однако закупка смолы в виде порошка, а не эмульсии, в дальнейшем поможет модифицировать процесс введением в смолу ингибиторов, которые будут блокировать выбросы газов формальдегида в окружающую среду. Поэтому, предлагаем варить смолу на территории соответствующего завода, а изготовленную партию смолы контролировать в лаборатории.

Коротко отметим основные способы производства древесных плит: мокрый и сухой способ.

Мокрый способ, является одним из самых экологических с точки зрения выделения формальдегида. Однако недостатком данного метода производства является то, что после него остается большое количество сточных вод. Плита получается неровная с рисунком сетки, который нужно спиливать. Еще один существенный минус – использование фенолоформальдегидной смолы, так как фенол практически нереально вывести из готовых листов ДВП.

Сухой способ, является одним из самых распространенных методов. При сухом способе производства листы ДВП получаются гладкими с обеих сторон и обладают специфическими эксплуатационными свойствами – огнестойкостью, влагостойкостью и др. Именно поэтому рекомендуется изготовление плиты сухим способом.

Однако количество формальдегида зависит не только от метода производства древесных плит, но и от их контроля. Мы сравнили [7] пять методов определения содержания формальдегида в смолах: перфораторный [9] и [1], камерный [10], газово-аналитический [11] и [2], эксикаторный [3] и баночный метод WKI [6]. В [12] приведены сравнительные результаты химического анализа, испытаний с использованием моделей и межлабораторные сравнительные испытания. Сравнительные результаты показали, что особенности методик определения выделения или содержания формальдегида в древесных плитах в соответствии с межгосударственными стандартами (ГОСТ) не являются источниками возникновения значительных расхождений в результатах испытаний по сравнению с результатами испытаний в соответствии с европейскими региональными и международными стандартами. При испытании древесных плит результаты, полученные перфораторным методом согласно [9] и [1], могут быть признаны сопоставимыми [12]. Данные методы имеют ряд достоинств и недостатков (табл.2).

Теоретическое и практическое сравнение методов определения формальдегида более подробно представлено в [4].

Изготовленные полуформаты, такие как необлицованные, шлифованные ДСП, древесноволокнистые плиты средней плотности (англ. *Medium Density Fibreboard, MDF*; иногда применяют транслит: МДФ) и древесноволокнистые плиты высокой плотности (англ. *High Density Fiberboard, HDF*; иногда применяют транслит: ХДФ), так же подвергаются контролю в лаборатории перфораторным [9] методом.

После стадии импрегнирования плиты отправляются на повторную и заключительную проверку определения количества формальдегида газово-аналитическим [11] методом. Облицовочные материалы для поверхностей и кромок плит предотвращают выделение основной части формальдегида и потому должны обладать высокими изолирующими свойствами [14]. Малое количество формальдегида в плите приведёт к тому, что плита будет не достаточно прочной, и потому быстро сломается. Для этого предлагаем на производстве вве-

сти спецификации для экологически безопасных плит (для изготовления детской мебели и др. товаров для детей) и для прочных плит (для использования в повседневной жизни).

Таблица 2. Сравнительный анализ методов определения формальдегида

	Перфораторный метод	Газоаналитический метод	Камерный метод	Эксикаторный метод	WKI метод
Экологический аспект	Недостаток Использование вредных реагентов (толуол)	Достоинство Вредные реагенты не используются	Достоинство Вредные реагенты не используются	Достоинство Вредные реагенты не используются	Достоинство Вредные реагенты не используются
Тип плиты	Недостаток Используется только для не облицованных плит.	Недостаток Используется только для облицованных плит. А так же полового покрытия.	Достоинство Используется для облицованных/необлицованных плит. А так же полового покрытия.	Недостаток Используется только для необлицованных плит.	Недостаток А так же использование только для необлицованных плит.
Нормативная документация	Достоинство ГОСТ 27678-2014, EN 120	Достоинство ГОСТ 53867-2010, EN 717-2	Достоинство ГОСТ 30255-2014, EN 717-1	Достоинство JIS A 1460	Недостаток Не имеет нормативной документации, считается разработкой университета.
Время	Достоинство От 3 до 4 часов.	Достоинство От 5,5 до 6 часов.	Недостаток От 24,5 до 25 часов.	Недостаток От 24,5 до 25 часов.	Достоинство От 24,5 до 25 часов, есть возможность сокращения времени от 3 до 4 часов.
Экономический аспект	Достоинство Недорогостоящее оборудование	Недостаток Дорогостоящее оборудование, с постоянной закупкой комплектующих.	Недостаток Дорогостоящее оборудование, с постоянной закупкой комплектующих.	Достоинство Недорогостоящее оборудование	Достоинство Недорогостоящее оборудование
Отклонение результатов	Достоинство Один из самых точных методов определения	Достоинство Один из самых точных методов определения	Достоинство Один из самых точных методов определения	Недостаток Отклонение результатов выше чем значения по газоаналитическому и перфораторному методу.	Достоинство Хорошо коррелирует с перфораторным методом
Количество образцов	Достоинство Возможность использования большого количество образцов (в зависимости от количества перфораторов)	Недостаток Малое количество образцов за 1 раз	Недостаток Малое количество образцов за 1 раз	Достоинство Возможность использования большого количество образцов (в зависимости от количества эксикаторов)	Достоинство Возможность использования большого количество образцов (в зависимости от количества стеклянных банок)
Температура исследования	Достоинство 110,6 °С (температура кипения толуола)	Достоинства 60 °С	Достоинства От 20 до 40 °С	Недостаток От 15 до 25 °С (комнатная температура)	Достоинство От 20 до 60 °С

Для изготовления экологически безопасных плит, требования к плите будут: плита класса эмиссии E0,5 (использование меламиноформальдегидной смолы с очень низким показателем формальдегида), бумажно-смоляные пленки с содержанием меламин не менее 25 г/м², полная облицовка задних стенок и отверстий [15].

Для изготовления прочных плит, требования к плите будут: плита класса эмиссии E1 (использование меламиноформальдегидной смолы с низким показателем формальдегид или карбоноформальдегидную смолу с низким содержанием формальдегида), бумажно-смоляные пленки с содержанием меламина не менее 35 г/м², полная облицовка задних стенок и отверстий [15].

По собранным данным, была составлена блок-схема контроля и производства предполагаемого варианта изготовления химически безопасных МДФ, ХДФ и ДСП (рис. 1 и рис. 2).

Контроль на всех этапах производства поможет выявить на каких именно этапах производства изменяется количество формальдегида и где можно модифицировать процесс для уменьшения количества несоответствий по эмиссии формальдегида.

С конца 2014 года для деревообрабатывающей индустрии стал доступен новый вид смол. Компания Akzo Nobel начала производство новых клеевых систем, основанных на аминных и меламиновых смолах. По содержанию формальдегида новая линейка клеев не классифицируется как формальдегид содержащая продукция, а эмиссия формальдегида из готового изделия соответствует эмиссии из чистой древесины [13]. Однако нет документальных подтверждений данной информации, кроме статьи из сборника научных трудов [13].

Спрос на продукцию с низкой эмиссией формальдегида не стабилен, как с точки зрения понимания потребителями необходимости их использования, так и в связи с фактором повышенной стоимости плит (например, стоимость плит класса E0,5 выше в 2 раза по сравнению с плитами класса E2). Для решения проблемы химической безопасности древесных плит, модификация карбамидных смол меламином увеличивает себестоимость древесно-плитной продукции. Расчёты представлены в [14].

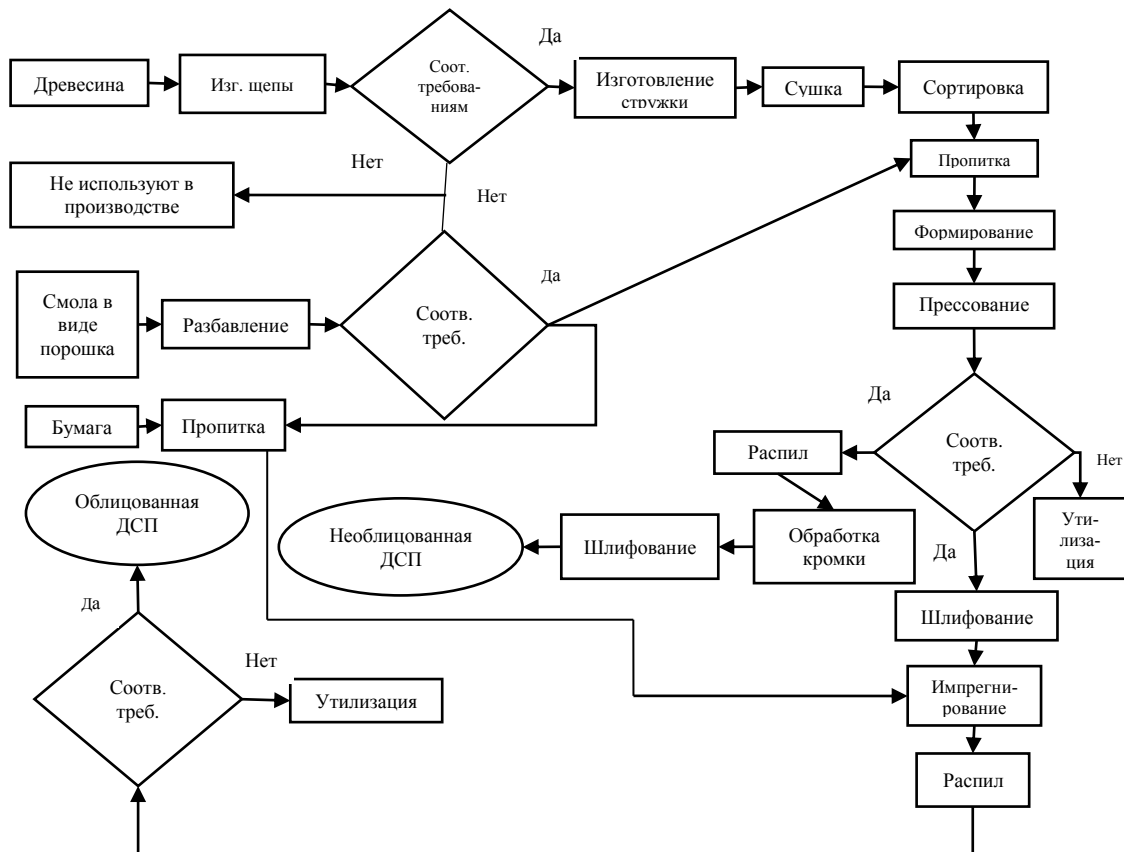


Рис. 1. Блок-схема контроля и производства предполагаемого варианта изготовления химически безопасного ДСП сухим способом производства

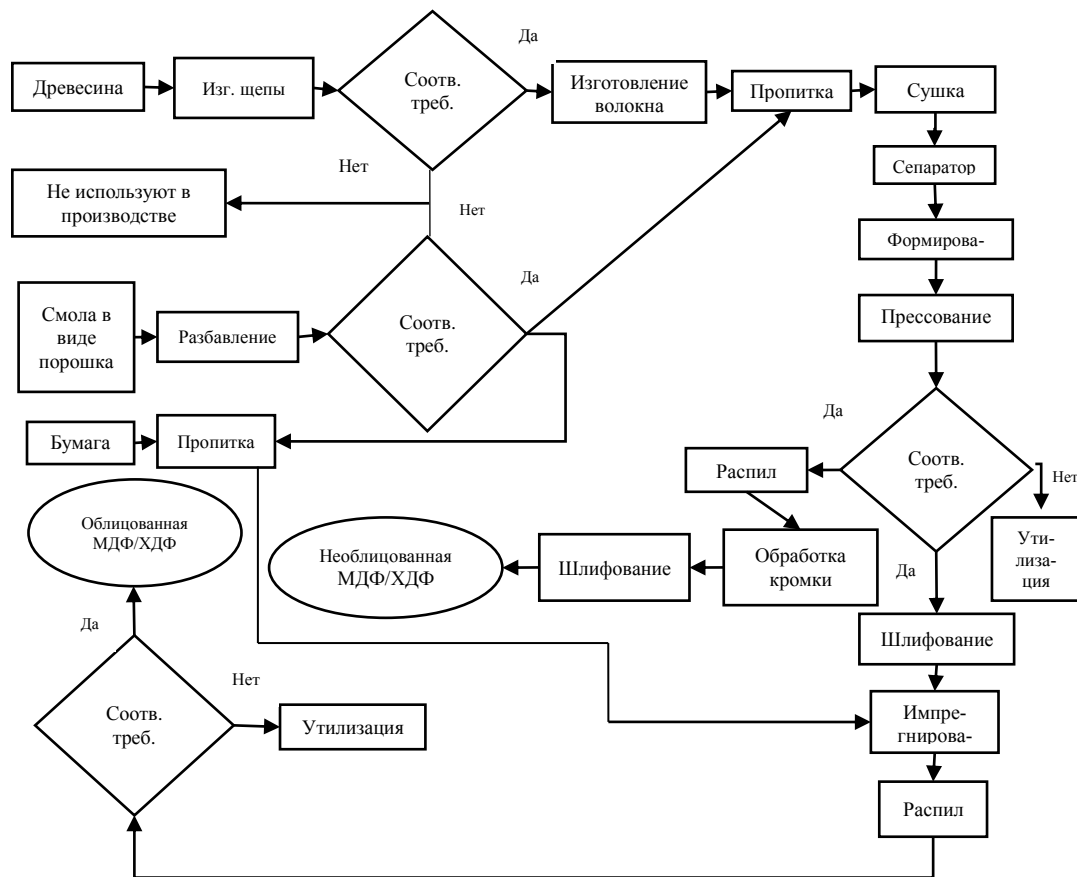


Рис. 2. Блок схема контроля и производства предполагаемого варианта изготовления химически безопасного МДФ и ХДФ сухим способом производства

Выводы. Приведённый способ получения химически безопасных древесных плит заключается в полном контроле концентрации формальдегида на каждом этапе производства плиты. В частности, предложены разработка собственной спецификации и введение статистического контроля концентрации формальдегида в зависимости от породы дерева. Кроме того, необходимо закупать компоненты смолы (порошок для изготовления карбамидформальдегидного и/или меламинформальдегидного) и изготовление её на месте с ингибиторами, нейтрализующими попадание паров формальдегида в окружающую среду. Предложено использование перфораторного и газоаналитического метода для определения содержания формальдегида в облицованных и необлицованных плитах, а также использование плёнки на основе бумаги с содержанием меламина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. EN 120:1992 Wood based panels. Determination of formaldehyde content. Extraction method called the perforator method.
2. EN 717-2:1994 Wood-based panels - Determination of formaldehyde release - Part 2: Formaldehyde release by the gas analys method.
3. JIS A 1460 Building boards Determination of formaldehyde emission. Desicator method;
4. RL:http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/# - Сайт Федеральной службы государственной статистики.
5. URL: http://www.lessertika.ru/stats_2.html - Сайт центра по сертификации продукции деревообработки «Лессертика». Проблемы нормирования и контроля эмиссии формальдегида из древесных материалов и мебели - мировой аспект.

6. URL: www.wki.fraunhofer.de - Fraunhofer Institute for Wood Research Wilhelm-Klauditz-Institut WKI
7. Бубнов А.Г. Сравнительный теоретический и практический анализ методов определения формальдегида в необлицованных древесных плитах / А.Г. Бубнов, Е.С. Елистратова // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности, Иваново, 29 - 30 ноября 2018 г. Часть II. - Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – С. 15 – 18.
8. ГОСТ 10632-2014 Плиты древесно-стружечные. Технические условия
9. ГОСТ 27678-2014 Плиты древесные и фанера. Перфораторный метод определения содержания формальдегида.
10. ГОСТ 30255-2014 Мебель, древесные и полимерные материалы. Метод определения выделения формальдегида и других вредных летучих химических веществ в климатических камерах.
11. ГОСТ 32155-2013 Плиты древесные и фанера. Определение выделения формальдегида методом газового анализа.
12. Иванов, Б.К. Особенности методик определения выделения (содержания) формальдегида в древесных плитах и фанере в соответствии с новыми межгосударственными стандартами (ГОСТ) / Б.К. Иванов // Древесные материалы: требования и сертификация в Европе, России, США. Под общей редакцией В.А. Бардонова. Сборник научных трудов по итогам международного симпозиума. – Балабаново: WKI - ООО ЦСЛ «Лессертика», 2016. - С. 17-25.
13. Сирота, И.И. Эко-премиум клеи Акзо Нобель – клеи нового поколения / И.И. Сирота // Древесные материалы: требования и сертификация в Европе, России, США. Под общей редакцией В.А. Бардонова. Сборник научных трудов по итогам международного симпозиума. – Балабаново: WKI - ООО ЦСЛ «Лессертика», 2016. - С. 100-105.
14. Стрелков В.П. Проблемы экологической безопасности древесных плит и мебели / В.П. Стрелков, В.А. Бардонов // Древесные материалы: требования и сертификация в Европе, России, США. Под общей редакцией В.А. Бардонова. Сборник научных трудов по итогам международного симпозиума. – Балабаново: WKI - ООО ЦСЛ «Лессертика», 2016. – С. 34-38.
15. Шалашов, А.П. Состояние и перспективы развития древесных плит в России / А.П. Шалашов // Древесные материалы: требования и сертификация в Европе, России, США. Под общей редакцией В.А. Бардонова. Сборник научных трудов по итогам международного симпозиума. – Балабаново: WKI - ООО ЦСЛ «Лессертика», 2016. -С. 26-34.

УДК 662.64

И. В. Багажков¹, М. В. Клюев²

¹ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

²ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет

ПОЖАРООПАСНОСТЬ ОТДЕЛОЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПОМЕЩЕНИЯХ С МАССОВЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ

Аннотация: Проведен обзор содержания различных химических соединений в продуктах горения и причины, вызывающие гибель людей на пожаре. Рассмотрены необратимые последствия, возникающие при отравлении человека в результате воздействия продуктами горения. Сделан вывод, что основным источником химических веществ, обнаруженных в воздушной среде жилых помеще-

ний, являются используемые полимерные строительные и отделочные материалы. Определена опасность промежуточных токсичных веществ, образовавшихся в результате горения полимеров, вследствие роста температуры и скорости химических реакций.

Ключевые слова: пожароопасность, промежуточные токсичные вещества, отравление, гибель, строительные и отделочные материалы, химические вещества, полимеры, опасные вредные вещества.

I. V. Bagazhkov, M. V. Klyuev

FIRE HAZARD OF DECORATIVE POLYMER MATERIALS APPLIED IN THE PREMISES WITH THE MASS STAY OF PEOPLE

Abstract: A review of the content of various chemical compounds in the products of combustion and the causes of death in a fire. Irreversible consequences arising from the poisoning of a person as a result of exposure to combustion products are considered. It is concluded that the main source of chemicals found in the air environment of residential premises, are used polymeric construction and finishing materials. The hazard of intermediate toxic substances formed as a result of burning of polymers due to an increase in temperature and rate of chemical reactions is determined.

Keywords: fire hazard, intermediate toxic substances, poisoning, death, building and finishing materials, chemicals, polymers, hazardous harmful substances.

Пожары всегда представляли большую опасность для жизни, здоровья и имущества людей. Еще несколько десятилетий назад не могли и подумать, что информационные технологии так глубоко проникнут в человеческую жизнь. Именно благодаря им, мы получаем реальные цифры при анализе случившихся пожаров на территории России. Так с 1 января 2009 года приказом МЧС России от 21 ноября 2008 года № 714 утвержден «Порядок учёта пожаров и их последствий» на основании которого можно просмолреть статистику за три года. Результаты выглядят совсем не оптимистично: при снижении количества зарегистрированных пожаров в Российской Федерации, количество погибших в них людей непропорционально растёт (табл.1).

Таблица 1. Количество погибших в Российской Федерации от пожаров и их последствий

	2015	2016	2017
Пожары	145900	139703	132406
Погибшие на пожарах	3280	8760	7782

Каковы же причины, вызывающие гибель людей на пожарах? Ответом на данный вопрос послужат результаты статистики за рассматриваемый период (табл. 2).

Таблица 2. Причины гибели людей на пожарах

1.	Отравление токсичными продуктами горения при пожаре
2.	Воздействие высокой температуры при пожаре
3.	Удушье в результате пониженной концентрации кислорода при пожаре
4.	Отравление токсичными газами и ядовитыми веществами при пожаре
5.	Получение травмы не совместимой с жизнью в результате взрыва, обрушения, падения с высоты, паники...
6.	Прочие причины

Особое внимание следует обратить на первые два пункта, это отравление токсичными продуктами горения и воздействие высокой температуры при пожаре. Влияние газообмена

на пожаре и пожарная нагрузка – две составляющие, отвечающие за температуру. С токсичными продуктами горения все не так просто. В продуктах горения находят до 100 различных химических соединений. Все они оказывают токсическое воздействие на человека. Однако основной причиной гибели людей при пожарах является отравление угарным газом (окисью углерода CO). Отравление угарным газом составляет 18-25 % случаев интоксикации со смертельным исходом. Опасность угарного газа обусловлена в легкости реакции протекающей с гемоглобином крови с образованием карбоксигемоглобина. Данная реакция с красными кровяными тельцами крови идет в 200-300 раз быстрее, чем с кислородом, да и сродство угарного газа с гемоглобином за счет более прочной связи в 250 – 300 раз выше, чем кислорода. Поэтому при вдыхании в течении 2-3 минут атмосферного воздуха, содержащего всего 1% CO, 50 % гемоглобина крови у человека становится связанным.

Наличие карбоксигемоглобина в крови провоцирует потерю способности крови переносить кислород, и в организме возникает состояние его дефицита с последующим кислородным голоданием. Человек теряет способность рассуждать, становится безучастным, равнодушным к опасности. Летальный эффект может развиваться даже при вдыхании воздуха, содержащего всего 0,3 % CO.

Высокую опасность угарного газа можно объяснить не только его токсичностью, но и большой концентрацией в продуктах горения. На пожарах CO образуется в десятки раз больше, чем более токсичного цианистого водорода. В большинстве случаев гибель людей на пожарах возникает в результате отравления окисью углерода, либо возникшей нехваткой кислорода.

В последнее время во внутренней отделке помещений все больше используются полимеры, которые вытесняют природные материалы способные сгорать до углекислого газа и воды. Проведенными исследованиями установлено, что основным источником химических веществ, обнаруженных в воздушной среде жилых помещений, являются используемые строительные и отделочные материалы. При пожаре развивается высокая температура, скорости химических реакций вырастают в десятки раз, полимерные материалы подвергаются термической деструкции и в атмосферу помещения выделяются токсичные вещества, часть которых является промежуточными продуктами горения полимерных материалов, а часть – конечными [1].

Общезвестно, что токсичность полимерных материалов, используемых в строительстве, устраняется путем введения в их состав различных пластификаторов и модификаторов, способных блокировать распространяющийся запах летучих веществ. При решении данной проблемы можно использовать два направления: увеличивать стойкость самих полимеров и уменьшать активность или изменять дезинфицирующие вещества.

Проведя предварительный анализ строительных полимерных конструкций (различные древесно-стружечные и древесно-волоконистые плиты) можно выделить особо опасные вредные вещества, входящие в их состав – это карбамидные, эпоксидные и фенолформальдегидные смолы, которые выделяют значительное количество вредных и опасных веществ в воздух. Это, прежде всего, формальдегид и фенолы, которые выделяются в воздух из массива плит. При горении концентрация этих вредных веществ вырастает в сотни раз.

Не менее вредны поливинилхлоридные пластики и стирол, содержащие резиновые линолеумы и нитролинолеумы (табл. 3). Подобные материалы содержат настолько большое количество летучих канцерогенов, что производитель не рекомендует их к использованию в жилых помещениях [2].

Лакокрасочные материалы, имеющие в своем составе свинец, медь и кадмий тоже никак не относятся к безопасным. Те покрытия, которые обладают повышенной устойчивостью к воздействию окружающей среды, УФ-излучению очень часто выделяют толуол, ксилол и прочие нежелательные компоненты вызывающие необратимые изменения в живом организме.

Таблица 3. Полимеры, используемые в производстве строительных материалов

№ п/п	Промышленная марка	Химическое название	Температура плавления, °С	Температура разложения, °С	Строительные материалы
1.	PET (PETE),	Полиэтилен-терефталат	250-260	425-440	Пленка, конструкционные элементы для строительства, композиционные материалы
2.	HDPE или PE HD,	Полиэтилен высокой плотности низкого давления	109-110	487-498	Трубы: для водопровода, канализации, газопроводных систем, систем дренажа.
3.	LDPE	Полиэтилен низкой плотности высокого давления	125-135	487-498	С металлическим армированием, в качестве конструкционного строительного материала.
4.	PVC	Поливинил-хлорид	-	290-460	Трубы, конвейерные ленты, тенты, фитинги, гидроизоляционные мембраны, полиуретановые герметики, проволочные ограждения, ограждения безопасности и заборы
5.	PP	Полипропилен	160-165	447	Теплоизоляционные плиты, сайдинг, облицовочная плитка, трубы, специальные ёмкости и резервуары.
6.	PS	Полистирол	-	443	Теплоизоляционные плиты, сэндвич панели, фасадные панели.
7.	PC	Поликарбонат	-	480-485	Арочные, горизонтальные, вертикальные и наклонные перекрытия
8.	PF	Фенол-формальдегидные смолы	-	450-480	<u>Древесно-слоистые пластики (ДСП)</u> , <u>древесно-волокнистые пластики (ДВП)</u>
9.	O, OTHER	Полиамид, смесь различных видов пластиков или полимеры, не указанные выше	150-260	300-600	Трубы, клей, лак, ковровые покрытия

Подводя итог нашего обзора, хочется отметить, что введение полимерных составляющих в наш быт, производство и повседневный контакт с ними вопрос решенный, но особое внимание следует обратить на безопасную составляющую полимерного материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Богданова В.В.* Огнегасящий эффект замедлителей горения в синтетических полимерах и природных горючих материалах Сборник Химические проблемы создания новых материалов и технологий Минск, 2003. С. 344-375.
2. *Зубкова Н.С.* Регулирование процессов термоллиза и горения термопластичных волокнообразующих полимеров и создание материалов с пониженной горючестью Автореферат дис. доктора химических наук / Москва, 1998.

УДК 621.3

Е. Ю. Захаров, К. В. Семенова, Е. В. Ширяев, А. В. Волков

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБЗОР И АНАЛИЗ НАРУШЕНИЙ ТРЕБОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЯХ

Аннотация: изложены основные причины возникновения пожаров и аварий на трансформаторных подстанциях, приведена статистика пожаров на подстанциях. Представлены основные мероприятия по профилактике возникновения аварийных ситуации на трансформаторных подстанциях.

Ключевые слова: аварии, требования пожарной безопасности, трансформаторные подстанции, трансформаторы, мероприятия.

E. Yu. Zakharov, K. V. Semenova., E. V. Shiryayev, A. V. Volkov

OVERVIEW AND ANALYSIS OF FIRE SAFETY REQUIREMENTS AT TRANSFORMER SUBSTATIONS

Abstract: the main causes of fires and accidents at transformer substations are stated, the statistics of fires at substations is given. Presents the main measures for the prevention of emergency situations at transformer substations.

Keywords: accidents, fire safety requirements, transformer substations, transformers, events.

Первостепенной задачей государства является обеспечение бесперебойной работы систем энергоснабжения, которое обеспечивается за счёт принятых мер предотвращения от опасностей техногенного характера, немаловажной частью которого является обеспечение пожарной безопасности. В свою очередь оборудование российских систем электроэнергетики в большой степени изношено, Статистика возникновения пожаров с каждым годом пополняется. Заметим, что только в период с 2005 г. по 2015 г. в системах электроэнергетического комплекса России произошло 11485 пожаров, на которых погибли 242 человека, получили травмы 472 человека, а прямой материальный ущерб составил около 3 млрд рублей [1]. Кроме прямого материального ущерба, пожары предшествуют причинением значительного косвенного ущерба, который появляется по причине длительных перебоев в электроснабжении.

Для рассмотрения практических способов ликвидации нарушений применяется один термин «авария», так как устранение нарушений (являются ли они авариями или отказами) в конечном счёте сводится к действиям с коммутационными аппаратами, устройствами релейной защиты, переводам оборудования из одного оперативного состояния в другое и т.д. [2].

Аварии на подстанциях возникают из-за неверных действий персонала, повреждения оборудования, перенапряжений и воздействий электрической дуги, отказов в работе релейной защиты, автоматики, аппаратов вторичной коммутации.

1. Небезопасны однофазные замыкания на землю в сети 6-35 кВ. В этом случае напряжение на данную фазу снижается до нуля, а на другие фазы повышается до линейного значения. При этом появляется перенапряжение и появляется электрическая дуга, которая повреждает изоляцию шины, и в этом случае изоляция и провода плавятся. Эти перепады напряжения ведут к нарушению изоляции и пожарам. Поэтому подстанции оборудуют устройствами молниезащиты.

2. Нарушения в работе трансформаторных подстанций (ТП) вызваны перенапряжениями электросети, при этом может повредиться изоляция ТП, выключателей, разъединителей и др. Загрязнение и увлажнение изоляции влечет к ее перекрытию или пробое.

3. Технологические нарушения иногда возникают из-за антропогенного фактора. Работники должны контролировать автоматический режим работы трансформаторной подстанции.

4. Комплектная трансформаторная подстанция оборудована средствами защиты. Нормы комплектования трансформаторной подстанции средствами защиты прописаны в Приложении 8 к Приказу Минэнерго РФ от 30-06-2003 261 [3]. К неполадкам защитной системы может привести неправильно настроенная сетевая отсечка. В этом случае защита своевременно не сработает во время короткого замыкания.

5. Повреждение оборудования возникает, как правило в результате плохого ремонта и технического обслуживания подстанции, неправильного использования оборудования, неудовлетворительного ухода за составляющей ТП, перегрева, короткого замыкания, износа изоляции.

Все эти факторы являются опасными и влекут за собой возникновение аварии на ТП. От технологических нарушений в работе трансформаторной подстанции никто не застрахован. Но возможность аварий и инцидентов понижается на 80 %, в том случае если вы обеспечиваете высококачественный сервис оборудования.

К примеру, 7 октября 2018 года в Калуге на улице Литвиновской произошел пожар на трансформаторной подстанции. Пожар начался в результате ошибочных действий персонала при выполнении переключений были выявлены нарушения оперативной дисциплины, пренебрежительное отношение к требованиям ПТЭ, недостаточное знание инструкций, невнимательность, отсутствие контроля за собственными действиями. При загорании бригада немедленно вызвала пожарную охрану и приступила к тушению пожара всеми имеющимися средствами.

В процентном соотношении доля пожаров, произошедших на трансформаторных подстанциях, от общего количества пожаров составляет 36,5%. Ярким примером является системная авария в России, произошедшая в результате пожара на подстанции №5 10 «Чагино» в г. Москва. Пожар оставил без энергоснабжения Подмосковье, Тульскую, Калужскую и Рязанскую области. Были отключены Алексинская ТЭЦ, Новомосковская ГРЭС, Ефремовская ТЭЦ, Щёкинская ГРЭС. В Московской области без электричества остались 34 района. Общий ущерб от энергокризиса, по данным на 1 июня 2005 г., в Москве составил более 1,7 млрд рублей, а в Московской области – более 500 млн рублей [1].

Тушение пожара электрического оборудования нужно производить при снятом напряжении. При загорании маслонаполненной аппаратуры нужно использовать такие средства пожаротушения как: огнетушители и воздушно-механическую пену. Тушить компакт-

ными струями воды горящее масло не рекомендовано во избежание увеличения площади пожара.

Безопасность эксплуатации электроустановок гарантируется использованием ряда технических способов и средств, применяемых по отдельности или же в сочетании друг с другом. При обычном режиме работы этими способами являются: выравнивание потенциалов, сокращение напряжения, электрическое деление сетей, использование рабочей изоляции токоведущих частей, компенсация емкостной составляющей токов замыкания на землю, использование оградительных устройств, предупредительная сигнализация, блокировка, пользование знаками безопасности, средств защиты и предохранительных приспособлений. В аварийном режиме рекомендуется использовать защитное заземление, зануление, защитное отключение и дополнительная (двойная) изоляция, а также применение пробивных предохранителей. Для защиты от поражения электрическим током, влияния электрической дуги и электромагнитного поля следует использовать электротехнические средства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2005...2015 году: статистический сборник. Статистика пожаров и их последствий / Под общ. ред. Матюшина А.В. М.: ВНИИПО МЧС России, 2006-2016.
2. Филатов А. А. Обслуживание электрических подстанций оперативным персоналом, М. – Энергоатомиздат, 1990.
3. Приказ Минэнерго России от 30.06.2003 № 261 «Об утверждении Инструкции по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках».

УДК 614.841.41

В. Н. Верёвкин, Е. Д. Михайлова
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

НАУКА «ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» И ЧЕЛОВЕЧЕСКОЕ ПОЗНАНИЕ

Аннотация: Наука «Пожарная безопасность» - новое слово в человеческом познании. Физика – познание физических явлений системы пожарной безопасности. Физика - программирование и минимизация в замкнутых множествах числа элементов, обеспечивающих расчёт открытого множества показателей в явлениях системы пожарной безопасности.

Ключевые слова: Наука, пожарная безопасность, физика, явление, познание, замкнутые и открытые множества.

V. N. Verevkin, E. D. Mikhailova

SCIENCE «FIRE SAFETY» AND HUMAN KNOWLEDGE

Abstracts: Science «Fire safety» - a new word in human knowledge. Physics - knowledge of the physical phenomena of system of fire safety. Physics - programming and minimisation in the closed sets of number of the elements providing calculation of open set of indicators in the phenomena of system of fire safety.

Keywords: Science, fire safety, physics, the phenomenon, the knowledge, closed and open sets.

Физика – инструмент познания явления. Эту мысль чётко выразил Нильс Бор в книге «Атомная физика и человеческое познание» [1]. Наше поколение – свидетель рождения новой

науки: «Пожарная безопасность». Издаётся энциклопедия «Пожарная безопасность». По этой специальности происходит защита учёных степеней и присвоение учёных званий. 24 мая 1996 г. учреждена НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.

Бог – един в трёх лицах. Это выражение человеческого познания в православной религии.

Язык – наиболее оптимальная система человеческого познания и передачи информации. В нём слово – замкнутое множество, состоящее только из одного элемента, но несущее информацию о множестве элементов информации об отражаемом этим словом понятии. Для каждого человека основным словом является его собственное имя. Оно отражает информацию о самом себе – аналог электронной папки в компьютере. Поэтому в общении рекомендуется по возможности чаще употреблять собственное имя человека, с которым общаешься.

Данная статья написана в программе «Microsoft Word» на **двоичном** языке программирования из сочетаний «да» и «нет». Статья зашифрована и через всемирную сеть, через интернет, доступна всему миру.

Каждая наука складывается как всемирное достояние. Наука «Пожарная безопасность» в России складывалась и продолжает развиваться в сотрудничестве с другими странами через участие России в работе ряда международных организаций. В международных организациях по стандартизации русский язык наряду с английским и французским языками является рабочим языком в соответствии с Уставами ИСО и МЭК. По инициативе Секретариата Российского НК по участию в МЭК (РосМЭК) развёрнута разработка русскоязычных версий публикаций МЭК/ИСО, включая публикации по техническому регулированию в области **пожарной безопасности**. Эта работа играет большую роль в защите национальных интересов на международном уровне и в продвижении русского языка в международной стандартизации наравне с другими языками.

К настоящему времени разработаны сотни русскоязычных версий публикаций МЭК/ИСО, доступных для технического регулирования в России, включая публикации технических комитетов: МЭК ТК 31 «Взрывоопасные среды», МЭК ТК 81 «Молниезащита», МЭК ТК 89 «Испытания на пожарную опасность», МЭК ТК 101 «Электростатика» и др.

Документы международной стандартизации находят широкое применение в действующем в России техническом регулировании. В контексте статьи можно отметить действующий ГОСТ Р МЭК 60695-1-1-2003: Испытания на пожарную опасность [2]. Стандарт разработан с участием ФГБУ ВНИИПО МЧС России на основе Международного Стандарта IEC IS 60695-1-1-1999, входившего в действующую на то время систему базовых публикацией по безопасности, разработанных техническим комитетом МЭК ТК 89 «Испытания на пожарную опасность». Данный стандарт являлся основополагающим документом системы стандартов МЭК в области испытаний на пожарную опасность электротехнической продукции. В настоящее время IEC IS 60695-1-1-1999 отменён, и заменён системой публикаций IEC 60695-1 (все публикации), включая IEC 60695-1-10,-11,-20,-21,-30,-40 и др. Разработаны их русскоязычные версии.

Так что пользователям стандарта [2] в гармонизации технического регулирования испытания электротехнической продукции до разработки соответствующих стандартов целесообразно руководствоваться упомянутыми выше русскоязычными версиями, каждая из которых может быть принята за основу разработки аутентичного ей стандарта.

Нельзя недооценивать для работы в стандартизации значимости русской версии словаря по пожарной безопасности [3]. За основу русской версии принят действовавший аутентичный перевод с английской версии стандарта «ISO/IEC 13943 Изд. 2: 2008-10. *Пожарная безопасность – Словарь*».

Данный словарь является документом системы стандартов МЭК в области испытания на пожарную опасность электротехнической продукции. В нём определены термины, касающиеся пожара и преимущественно пожарных испытаний. Словарь разработан Техническим Комитетом ИСО ТК 92 «Пожарная безопасность» совместно с Техническим Комите-

том МЭК ТК 89 «Испытания на пожарную опасность». Второе издание отменяет и заменяет первое издание словаря 2000 г.

В последние десятилетия наблюдался существенный прогресс в области пожарной безопасности. В связи с этим увеличивается потребность в общем определении понятий в различных областях, хотя традиционно стандартизация терминов ограничивалась областью испытаний пожарной опасности.

Первое издание ИСО 13943 содержало определения 177 терминов. Однако область обеспечения пожарной безопасности продолжила быстро развиваться, и второе издание включает 354 позиции.

В русской версии даны определения основных терминов, входящих в словарь пожарной безопасности, включая безопасность в строительстве зданий и сооружений, при проведении инженерных работ и в элементах строительной инфраструктуры. Словарь пополняет объём терминов и определений, что способствует дальнейшему совершенствованию концепций и развитию в данной области.

Представлены термины, выражающие:

- фундаментальные понятия, которые могут быть отправной точкой для других, более специфичных определений;

- более специфичные концепции, используемые в некоторых аспектах техники пожарной безопасности, например, в огневых испытаниях или в стандартах ИСО и МЭК;

- концепции, связанные с применением терминов, заимствованных из строительства.

Термины представлены в порядке английского алфавита и по областям их применения. Представлен также перечень терминов, не рекомендованных к применению.

Русская версия не просто официальный аутентичный перевод данного документа на русский язык, но результат коллективного творчества многих сотрудников ФГБУ ВНИИПО, а также отличается от английской версии тем, что в неё включены указатели терминов, как на английском, так и на русском языке.

В октябре 2016 года Техническим Комитетом ISO/TC 92 *Пожарная безопасность* было разработано третье издание словаря. Данное третье издание отменяет и заменяет второе издание словаря (ISO 13943 Ed. 2:2008) и является результатом его технического пересмотра. Третье издание включает уже 426 терминов. Среди них много новых терминов и новых определений. Предстоит разработка русской версии третьего издания словаря.

Русские версии ряда публикаций в области электростатики [4-6] взяты за основу разработки ныне уже действующих стандартов [7-9]. Для специалистов, связанных с обеспечением пожарной безопасности, могут представлять интерес обзоры публикаций [10-12] выше упомянутых технических комитетов: МЭК ТК 31 «Взрывоопасные среды», МЭК ТК 81 «Молниезащита», МЭК ТК 89 «Испытания на пожарную опасность» и МЭК ТК 101 «Электростатика».

Проблемы обеспечения пожарной безопасности в значительной степени связаны с совместимостью объектов защиты с окружающей природной и техногенной средой, включая электромагнитную совместимость, молниезащиту и электростатику [13]. В апреле 2016 г. в Москве состоялась Третья Всероссийская конференция «Технологии, измерения и испытания в области электромагнитной совместимости» [14] при активном инициативном участии председателя Российского ТК 72 «Электростатика» д.т.н., проф. Кривова А.С.

«Электромагнитная совместимость» в научных учреждениях и учебных заведениях МЧС России пока что представляется мало значимой и не востребованной ни практически, ни в учебном процессе. Но организаторы конференции сочли необходимым подчеркнуть актуальность развития нового научно-технического направления, сущность которого можно было бы выразить, как «Электромагнитная совместимость в пожарной безопасности». Это проявилось в том, что в конференции приняли участие сотрудники ФГБУ ВНИИПО и Академии ГПС МЧС России, а на пленарном заседании конференции был сделан доклад «Техническое регулирование пожарной безопасности статического электричества – система электростатической безопасности» [15]. Система электростатической искробезопасности стала

уже неотъемлемой составляющей пожарной безопасности много раньше, что выразилось хотя бы в том, что статья [16] вошла в первый выпуск энциклопедии.

Основы обеспечения электромагнитной совместимости в технике обстоятельно и в доступной форме отражены, например, в книге Эрнста Хабигера [17] и в др. источниках. Например, электромагнитная совместимость технических средств (ТС) в соответствии со стандартом [18] характеризуется устойчивостью ТС к электростатическим разрядам. При испытании на испытуемый образец электрического изделия или оборудования воздействуют разрядом предварительно заряженного конденсатора ёмкостью 150 пФ. При этом имитируется как бы электростатический разряд с оператора вблизи ТС или непосредственно на ТС. Установлено 5 степеней жесткости испытаний. Жесткость испытания задают напряжением, до которого заряжают конденсатор. Степени жесткости при контактном/воздушном разряде конденсатора следующие:

1-я – 2 кВ; 2-я – 4 кВ; 3-я – 4 кВ; 3-я – 6 кВ/8 кВ; 4-я – 8 кВ/15 кВ; 5-я – открытая.

При открытой степени жесткости применяют специальное испытательное оборудование.

Требования к техническим средствам защиты, предназначенным для устранения или ограничения до допустимого уровня кратковременных импульсных перенапряжений, которые могут возникать в электроустановке до 1 кВ во время грозовой активности или вследствие коммутаций в цепях с большими пусковыми токами, сформулированы в стандарте [19]. По стойкости к воздействию грозовых и коммутационных импульсных перенапряжений различают 4 категории оборудования внутренней системы молниезащиты.

Оборудование с импульсным сопротивлением категории I предназначено для подключения к электроустановкам здания с применением соответствующих ограничителей перенапряжений (ОПН), исключающих появление на нагрузке (в зависимости от характеристики электроустановки здания) импульсного напряжения свыше значений от 0,8 до 2,5 кВ. ОПН располагают или в электроустановке здания, или между электроустановкой здания и защищаемым оборудованием.

Оборудование с импульсным сопротивлением категории II предназначено для подключения к электроустановкам здания с применением штепсельных розеток или других разъёмных контактных соединений. К оборудованию с импульсным сопротивлением категории II, например, относят бытовые электроприборы, переносной электроинструмент и т.п. Оборудование с импульсным сопротивлением категории II должно выдерживать воздействие импульсного испытательного напряжения (в зависимости от характеристики электроустановки здания) от 1,5 до 4 кВ.

Импульсным сопротивлением категории III должно обладать электрооборудование, входящее в состав электроустановок здания и отличающееся высокой степенью доступности. К оборудованию с импульсным сопротивлением категории III, например, относят распределительные щиты, выключатели, кабели, распределительные коробки, переключатели, розетки, двигатели и оборудование промышленного применения. Оборудование с импульсным сопротивлением категории III должно выдерживать воздействие импульсного испытательного напряжения (в зависимости от характеристики электроустановки здания) от 2,5 до 6 кВ.

Импульсным сопротивлением категории IV должно обладать электрооборудование, которое монтируется перед главным распределительным щитом. К оборудованию с импульсным сопротивлением категории IV, например, относят электрические счетчики, приборы защиты от сверхтока и ОПН. Оборудование с импульсным сопротивлением категории IV должно выдерживать воздействие импульсного испытательного напряжения (в зависимости от характеристики электроустановки здания) от 4 до 8 кВ.

Можно заметить, что для всех объектов, попадающих в область действия публикаций МЭК, уровень опасности разнообразных электрических воздействий моделируется воздействием разряда предварительно заряженного конденсатора, который нормативно отождествляется с «электростатическим разрядом».

Наиболее опасны такие воздействия для полупроводников и полупроводниковых устройств, в испытаниях которых, разработанных МЭК ТК 101 «Электростатика», «электростатический разряд» также моделируется разрядом конденсатора.

К настоящему времени серия документов ИЕС 61340 состоит из 5 частей, включающих 31 публикацию. При этом первая часть, касающаяся физики явления и измерений, а также отражающая позицию в этом отношении всего МЭК в целом, представлена единственной публикацией [20]. Вся серия направлена, прежде всего, на защиту устройств, чувствительных к электростатическим воздействиям (УЧЭВ).

Обычно источниками электростатических воздействий могут быть: зарядившийся персонал, заряженные проводники и применяемое оборудование [21]. Повреждения могут возникнуть, когда:

- заряженный человек или объект соприкоснется с устройством, чувствительным к электростатическим воздействиям (УЧЭВ);
- произойдет контакт УЧЭВ с проводящей поверхностью, находящейся в электростатическом поле;
- произойдет контакт заряженного устройства УЧЭВ с проводящей заземленной или незаземленной поверхностью в условиях существования разности электростатических потенциалов между ними.

В соответствии с используемой моделью УЧЭВ не должны подвергаться воздействиям, превышающим [21]:

-100 В в модели тела человека;

-200 В в модели заряженного устройства;

-35 В в машинной модели заряженных инструментов, элементов производственного оборудования и других проводящих объектов.

В модели тела человека обеспечивается воздействие электрическим импульсом, возникающим при контакте металлического электрода, моделирующего палец электростатически заряженного человека, на полюс заземленного устройства. При этом через сопротивление 3 кОм разряжается ёмкость 300 пФ, заряженная до 100 В. Воздействует заряд в импульсе тока 30 нКл или 0,03 мкКл.

В модели заряженного устройства обеспечивается имитация воздействия электрического импульса, возникающего при контакте электростатически заряженного компонента электронного устройства с заземленным электродом. При этом разряжается ёмкость 30 пФ через сопротивление 10 Ом и индуктивность мене 10 нГн. При 200 В воздействует заряд в импульсе тока до 6 нКл.

В машинной модели (ММ) имитируются электростатические воздействия, возможные при обращении с УЧЭВ с применением электростатически заряженных инструментов, элементов производственного оборудования и других проводящих объектов. В ММ разряжается ёмкость 200 пФ. При 35 В воздействует заряд в импульсе тока до 7 нКл.

В целях обеспечения электростатической искробезопасности определяют минимальную энергию зажигания (МЭЗ), которая входит в номенклатуру показателей пожаровзрывоопасных свойств газов, жидкостей и пылей. Этот показатель (МЭЗ) применяют при разработке мероприятий, которые направлены на выбор и обоснование организационно-технических и инженерных решений по обеспечению пожаро- и взрывобезопасности изделий, зданий, технологических процессов и объектов. МЭЗ экспериментально определяют, как энергию заряженного перед разрядом конденсатора, вызывающую с заданной вероятностью загорание испытуемого образца в стандартных условиях испытания.

Из представленного в статье краткого обзора мы видим, что разрядом предварительно заряженного конденсатора, определяют:

- степень устойчивости технических средств (ТС) к электростатическим разрядам, применяемую в качестве характеристики электромагнитной совместимости ТС;

- категорию импульсного сопротивления оборудования, применяемого при реализации зонной концепции молниезащиты;
- чувствительность электронных устройств (УЧЭВ) к электростатическим воздействиям
- МЭЗ, как показатель пожаровзрывоопасных свойств веществ и материалов.

В МЭК: «электромагнитная совместимость», «молниезащита», «электростатика» и «взрывоопасные среды», - развиваются как отдельные направления, слабо взаимодействующие или совсем не взаимодействующие друг с другом. В науке «Пожарная безопасность» есть все предпосылки и назрела необходимость, чтобы они сливались в единое направление: «Электромагнитная совместимость объектов защиты с природной и техногенной средой (ЭСОЗПТС)».

В рамках МЭК такая совместимость практически реализуется, хотя бы синхронностью работы технических комитетов, общностью их электротехнического направления. В техническом регулировании в России уделяется большое внимание приоритету международной стандартизации при их внедрении через системы ГОСТ и ГОСТ Р. При этом синхронизация техрегулирования России и международной стандартизации теряется из-за отсутствия зеркальной идентичности российских и международных технических комитетов по стандартизации и из-за различий и особенностей стран. И это особенно важно для обеспечения ЭСОЗПТС.

Известен случай взрыва резервуара с керосином, молниезащита которого обеспечивалась в соответствии с требованиями РД [23]. Молния ударила в дерево находившееся рядом. Растекание тока молнии, обусловившее высокий потенциал участка с резервуаром, а также его электромагнитное воздействие, привели к разряду в паровоздушной среде керосина в находящемся в резервуаре разрядном промежутке между сенсором и вводным патрубком. Шунтирование разрядного промежутка устройством защиты от перенапряжений (УЗП) и полное соблюдение требований молниезащиты, технически реализующие электромагнитную совместимость объектов защиты с грозовой активностью, способны предупредить подобный случай.

Наука «Пожарная безопасность» через требования соблюдения пожарных рисков выдвигает требования соблюдения единого инженерного подхода к электромагнитной совместимости, молниезащите, защите от опасных проявлений статического электричества и функциональной электробезопасности.

Но во всей серии публикаций МЭК рассматриваются явления, в которых энергия и заряд в моделирующих электростатический разряд испытательных системах только расходуется. Этого отчасти достаточно для решения задач исключения опасных перенапряжений и разрядов в электрических цепях при обращении с УЧЭВ, ТС и т.д. Но основы физики статического электричества, проявляющиеся в процессах и аппаратах различных технологий, в технике, в быту и в природе, в [4, 7 и др.] остаются практически не затронутыми, хотя они очень важны, когда необходимо учитывать разнообразие электростатических явлений в других областях.

Это особенно показательно, когда в нормативных документах и статьях, касающихся защиты металлических резервуаров, применяемых при обращении с нефтепродуктами, всё внимание уделяется их заземлению, а внутри резервуара единственной чертой изображают линию, разделяющую нефтепродукт и паровоздушную среду. Хотя именно зоны перенапряжения в этой среде и служат источником зажигания, как правило, независимым от внешнего заземления.

Отметим, что часть ИЕС 61340 [4, 7, 20] отражает принципиальные основы электростатических явлений, включая генерирование, накопление и утечку зарядов, а также разряды статического электричества. В данном контексте термин «генерирование» относится только к зарядам. Но общепринято, что данный термин обычно относится к генерированию энергии. В электростатических системах в объёмах изолирующих взаимодействующих

первоначально нейтральных сред протекают процессы микро- и макроразделения положительных и отрицательных электрических зарядов, различные виды энергии преобразуются в энергию электростатических полей, образуются электростатические генераторы, что и составляет основную преобладающую сущность процессов электризации. Энергия образуемого электростатического поля есть мера работы, затрачиваемой на преобразование различных видов (в основном механической) энергии в энергию электростатического поля. В этом состоит важная физическая особенность процессов электризации.

Энергоресурс разрядов статического электричества ограничен объёмами аппаратов, оборудования, одежды, бытовой обстановки. Именно там, внутри полостей одежды, в объёмах аппаратов и в технологическом оборудовании «строятся» электростатические электростанции. Поэтому физика статического электричества во многих электростатических явлениях отличается от физики явлений в электрических цепях с внешними источниками электропитания.

В этих документах также недостаточно отражены физические основы, касающиеся роли газов в электростатических явлениях. Так, например, отмечается [4]:

Чистые газы, подобные воздуху, в естественных условиях являются непроводящими и взвешенные частицы или капли в облаках пыли, в тумане или в распылённых системах часто могут сохранять свои заряды очень длительно, независимо от электропроводности самих частиц.

Газам отводится роль статичной *непроводящей* пассивной изолирующей среды. Но газы всегда в некоторой степени ионизованы. И поэтому их электростатические и электропрочностные свойства наиболее изменчивы. Газы в электростатических динамических системах проявляют свойства, сближающие их с *рассеивающими* материалами. Особенно важна и центральна в пожаровзрывоопасных электростатических явлениях роль воздуха. Воздух легко ионизируется в процессах трибоэлектризации, когда разделяются двойные электрические слои. Плотность зарядов в разделяемых слоях способна обеспечить напряжённость электростатического поля порядка ($10^9 \div 10^{10}$) В/м и потенциалы в сотни кВ. Ионизация происходит также в локальных перенапряжённых зонах, граничащих с конструктивными элементами электростатических систем из проводящих, рассеивающих или изолирующих материалов. Ионизация воздуха в перенапряжённых зонах способствует выравниванию потенциалов электрического поля в электростатических системах.

Воздух - не пустота! Он выступает поставщиком ионов. Энергия электростатического поля перенапряжённых коронирующих зон слоёв воздуха, внешних по отношению к стенкам аппаратов и оборудования, закачивается в стенки этого оборудования, если они выполнены из изолирующих материалов и сильно электризуются в ходе технологических процессов. Тем самым достигается возможность одновременного возникновения на стенках искровых зеркальных каналов, взаимно нейтрализующих плотность положительных и отрицательных зарядов, а также наступает возможность их сквозного пробоя, перфорирования и двухстороннего коронирования в местах пробоев.

Критерии электростатической искробезопасности, представленные в [16], отражают условия, при которых в процессах слабой электризации образование во взрывоопасных газо-, паро- пылевоздушных средах зон перенапряжений ещё не сопровождается возникновением самораспространяющихся элементарных пламён, способных привести к зажиганию. Данные критерии применяются для оценки и обеспечения соответствия аппаратов и оборудования на его соответствие требованиям электростатической искробезопасности на стадиях его разработки, проектирования и испытания.

Наука «Пожарная безопасность» через требования соблюдения пожарных рисков выдвигает требования соблюдения единого инженерного подхода к электромагнитной совместимости, молниезащите, защите от опасных проявлений статического электричества и функциональной электробезопасности. Таким образом, назрела необходимость, чтобы эти направления - «электромагнитная совместимость», «молниезащита», «электростатика» и

«взрывоопасные среды», которые пока развиваются как отдельные направления, слабо взаимодействующие или совсем не взаимодействующие друг с другом, - сливались и развивались как единое направление: «Электромагнитная совместимость объектов защиты с природной и техногенной средой (ЭСОЗПТС)».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нильс Бор, Атомная физика и человеческое познание. / Перевод с английского В.А.Фока и А.В.Лермонтовой. – М.: Издательство иностранной литературы, 1961, 152 с.
2. ГОСТ Р МЭК 60695-1-1-2003: Испытания на пожарную опасность. Часть 1-1. Руководство по оценке пожарной опасности электротехнических изделий. Основные положения.
3. ISO 13943 Ed. 2: 2008(R). Пожарная безопасность. Словарь.
4. IEC TR 1340-1 Изд.1.0 (2012-06): Электростатика - Часть 1: Электростатические явления. – Принципы и измерения. Русскоязычная версия.
5. IEC TS 60079-32-1 Ed.1.0 (2013-08): Взрывоопасные среды – Часть 32-1: Электростатика: опасные проявления – Руководство. Русскоязычная версия.
6. IEC IS 60079-32-2 Изд.1.0 (2015-02): Взрывоопасные среды – Часть 32-2: Электростатика: опасные проявления – Испытания. Русскоязычная версия.
7. ГОСТ Р 53734.1 -2014 (IEC 61340-1: 2012): Электростатика - Часть 1: Электростатические явления. Физические основы, прикладные задачи и методы измерения.
8. ГОСТ 31610.32-1-2015/IEC/TS 60079-32-1:2013. Взрывоопасные среды. Часть 32-1: Электростатика. Опасные проявления. Руководство.
9. ГОСТ 31610.32-2-2016/IEC 60079-32-2:2015 Взрывоопасные среды. Часть 32-2. Электростатика. Опасные проявления. Методы испытаний.
10. Верёвкин В.Н., Томилин А.В. Молниезащита в обеспечении пожарной безопасности // Ассоциация «Росэлектромонтаж». Проектирование, монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования. Информационный сборник. М.: 2017.- Выпуск 1. С. 8-20.
11. Верёвкин В.Н., Михайлова Е.Д., Томилин А.В. Молниезащита и пожарный риск в градостроительстве // Ассоциация «Росэлектромонтаж». Проектирование, монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования. Информационный сборник. М.: 2017.- Выпуск 3.
12. Верёвкин В.Н., Марков А.Г, Михайлова Е.Д., Томилин А.В. Электростатика в публикациях МЭК и в стандартах России // Ассоциация «Росэлектромонтаж». Проектирование, монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования. Информационный сборник. М.: 2017.- Выпуск 4.- С. 1-16.
13. В.Н.Верёвкин Роль электромагнитной совместимости в обеспечении пожарной безопасности // XXIX Международная научно-практическая конференция, посвящённая 80-летию ФГБУ ВНИИПО МЧС России: в 2 ч. М.:ВНИИПО, 2017. Ч 2: Горение и проблемы тушения пожаров: тез. Докл. (5 июля 2017 г.). С. 149-152.
14. Технологии, измерения и испытания в области электромагнитной совместимости. Труды III Всероссийской НТК «Техно-ЭМС 2016», Москва 18-20 апреля 2016 / Под ред. АС. Кривова, Л.Н. Кечиева - М.: Грифон, 2016. – 167 с.
15. Верёвкин В.Н. Техническое регулирование пожарной безопасности статического электричества – система электростатической искробезопасности. // Приборы, 2016.- С. 41-47.
16. Верёвкин В.Н. Электростатическая искробезопасность (ЭСИБ) / Пожарно – техническая энциклопедия. – Екатеринбург: Изд-во «Калан», 2002. – С. 180 –182.
17. Хабигер Э. Электромагнитная совместимость. Основы её обеспечения в технике: Пер.с нем. / Н.П.Куженкин; Под ред. Б.К.Максимова. – М.: Энергоатомиздат, 1995 – 304 с.
18. ГОСТ 30804.4.2-2013 (IEC61000-4-2:2008) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытания.

19. ГОСТ Р 50571.19—2000 (МЭК 60364-4-443—95) Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Глава 44. Защита от перенапряжений. Раздел 443. Защита электроустановок от грозовых и коммутационных перенапряжений

20. IEC TR 61340-1 Ed.1.0 (2012-06): Electrostatics - Part 1: Electrostatic phenomena - Principles and measurements. EN-FR.

21. IEC IS 61340-5-1 Ed.2.0 (2016-05-27): Electrostatics - Part 5-1: Electrostatic phenomena - Protection of electronic devices from electrostatic phenomena - General requirements.

22. ГОСТ 12.1.044 ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

23. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. РД 34.21.122-87/Минэнерго СССР. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 56 с.

УДК 537.525

А. М. Ефремов^{1,2}, Д. Г. Снегирев², С. В. Беляев²

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОПТИКО-СПЕКТРАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГАЗОВЫХ СРЕД

Аннотация: Рассмотрены возможности и подходы к реализации оптико-спектрального контроля содержания опасных газов (на примере хлора) в технологических газовых средах с использованием контрольного газоразрядного устройства. Приведены результаты измерений концентраций молекулярного и атомарного хлора методами абсорбционной и эмиссионной спектроскопии в условиях тлеющего разряда постоянного тока.

Ключевые слова: опасные газы, хлор, диагностика, абсорбционная спектроскопия, эмиссионная спектроскопия.

A. M. Efremov, D. G. Snegirev, S. V. Belyaev

OPTICAL SPECTRAL DIAGNOSTICS OF TECHNOLOGICAL GAS ENVIRONMENTS

Abstract: Possibilities and approaches for optical spectral diagnostic to determine the densities of dangerous gases (using the example of chlorine) in technological gas environments using the gas-discharge control device were observed. The measurement results of both molecular and atomic chlorine by the methods of absorption and emission spectroscopy under the conditions of direct current glow discharge were reported.

Keywords: dangerous gases, chlorine, diagnostics, absorption spectroscopy, emission spectroscopy.

Многие химические производства являются источниками газообразных веществ, обладающих повышенной токсикологической опасностью. Так, например, в процессах хлорирования органических соединений, лежащих в основе синтеза пластических масс и полимерных материалов, в качестве исходного реагента используется молекулярный хлор [4, 9]. Часть непрореагировавшего хлора всегда оказывается в отходящих газах химических реакторов, что обуславливает необходимость устройств улавливания или очистки на выходе из реактора. Одновременно с этим возникает потребность в методах контроля содержания хлора как на выходе из реактора (для оптимизации метода улавливания), так и на выходе из улавливающего устройства (для оценки степени улавливания и токсичности отходящего газа).

Кажущееся многообразие возможных методов контроля ограничивается рядом обязательных требований, основными из которых являются: 1) простота реализации; 2) минимальные изменения конфигурации технологического оборудования; 3) возможность получения информации о составе газа в режиме реального времени; и 4) возможность интегрирования в системы автоматического управления производством и обеспечения его безопасности. Всем этим требованиям отвечают методы оптико-спектрального контроля, основанные на регистрации спектров поглощения или излучения частиц газа. Само устройство контроля представляет собой разрядную ячейку, устанавливаемую в разрыв или в параллель основного газопровода. Необходимыми компонентами устройства контроля являются: 1) вакуумная система, обеспечивающая создание в разрежении в разрядной ячейке для облегчения зажигания разряда; 2) источник высоковольтного напряжения для поддержания стационарного разряда; 3) источник внешнего зондирующего излучения для реализации метода абсорбционной спектроскопии; и 4) спектрометр (монохроматор), обеспечивающий регистрацию спектрального состава поглощенного излучения и собственного излучения разряда.

Целью данной работы являлся анализ возможности использования абсорбционной и эмиссионной спектроскопии для количественного контроля содержания молекул и атомов хлора в газе в условиях стационарно горящего тлеющего разряда постоянного тока.

В качестве модельной разрядной ячейки использовалась стеклянная разрядная трубка (радиус $r = 1.4$ см, длина зоны разряда $l = 36$ см). В качестве внешних (задаваемых) параметров разряда выступали ток разряда ($i_p = 10\text{--}35$ мА), давление газа ($p = 20\text{--}400$ Па) и объемный расход газа ($q = 2\text{--}8$ см³/с при норм. усл.). В качестве модельного источника хлора использовалась стеклянная ампула с предварительно прокаленной солью CuCl_2 . Нагревание ампулы до температур более 250 °С обеспечивало выделение молекулярного хлора по реакции $2\text{CuCl}_2 \rightarrow 2\text{CuCl} + \text{Cl}_2$. Спектры излучения или пропускания разряда регистрировали с помощью монохроматора AvaSpec-2048-2 в диапазоне длин волн $200\text{--}1000$ нм. Для этой цели на противоположных торцевых частях разрядной трубки были предусмотрены кварцевые оптические окна. При реализации метода абсорбционной спектроскопии в качестве источников внешнего излучения использовались медная шариковая лампа ($\lambda = 324.7$ нм), ртутная лампа ДРТ-230 ($\lambda = 365$ нм, 313.2 нм) и лампа с полым катодом на серебре ЛСП-1 ($\lambda = 328$ нм). Выбор источников обусловлен близостью рабочих длин волн к максимуму фотопоглощения молекул Cl_2 (330 нм [6]), интенсивностью и стабильностью излучения.

Метод абсорбционной спектроскопии (рис. 1) основан на избирательном поглощении частицами газа электромагнитного излучения оптического диапазона из внешнего (то есть не связанного с самим разрядом) источника [3, 7, 8, 12].

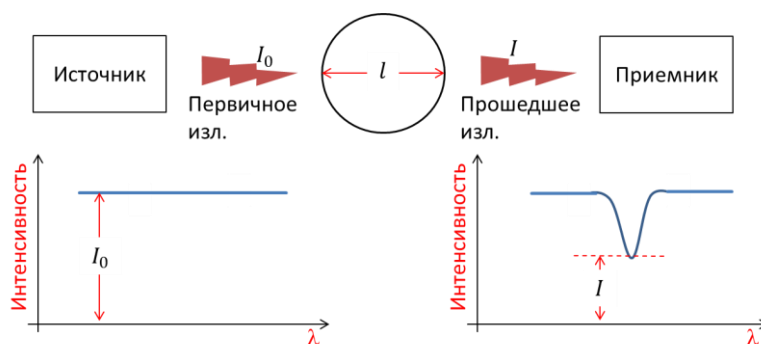


Рис. 1. Принципиальная схема метода абсорбционной спектроскопии

При выполнении закона Ламберта-Бугера-Бера, концентрация молекул хлора может быть найдена как

$$[Cl_2] = \frac{1}{\sigma_{\phi} l} \ln\left(\frac{I_0}{I}\right), \quad (1)$$

где I_0 – падающий световой поток, I – световой поток, выходящий из зоны поглощения длиной l , σ_{ϕ} – сечение фотопоглощения молекул Cl_2 на выбранной длине волны [6]. Факторами, способными привести к нарушению соотношения (1) могут являться: а) фотодиссоциация молекул Cl_2 и/или б) присутствие в газовой фазе других поглощающих на данной длине волны частиц. Оценки с использованием данных работ [2, 6] показали, что в области давлений от десятков до сотен паскаль ($[Cl_2] \sim 10^{15} - 10^{16} \text{ см}^{-3}$) степень фотодиссоциации не превышает 10^5 . Влияние второго фактора можно минимизировать использованием параллельных измерений на нескольких длинах волн. Линейный характер зависимостей $\ln(I_0/I) = f(pl)$ (рис. 2) свидетельствует о выполнении закона Ламберта-Бугера-Бера в исследованном диапазоне условий.

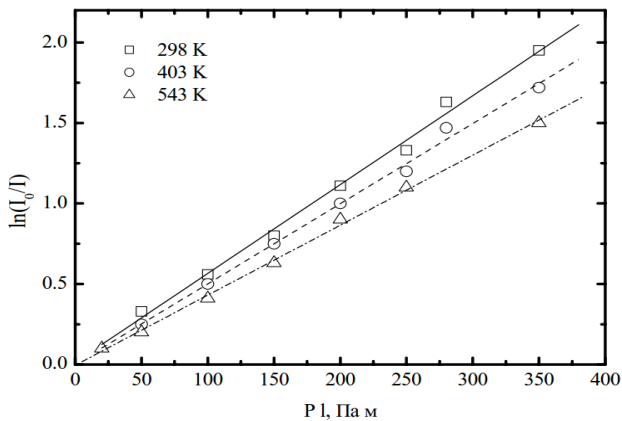


Рис. 2. Пример калибровочных графиков для проверки выполнения закона Ламберта-Бугера-Бера. Чистый хлор, источник излучения – медная шариковая лампа ($\lambda = 324.7$ нм).

Эмиссионный спектральный анализ (рис. 3) является одним из самых распространенных методов исследования состава неравновесной газоразрядной плазмы [2, 5, 11, 14]. Эксперименты показали, что излучение стационарно горящего электрического разряда в чистом хлоре представлено атомарными и молекулярными компонентами (рис. 4). Так, в спектре присутствуют две группы линий атомарного хлора: $\lambda = 430 - 460$ нм (возбуждение состояния $5p$, $\epsilon_{th} = 11.8 - 11.9$ эВ) и $\lambda = 700 - 900$ нм (излучательная дезактивация состояния $4p$, $\epsilon_{th} \sim 10.4$ эВ) [1, 2]. Излучение молекул Cl_2 представлено полосами 256.4 нм ($2^3P_g \rightarrow 1^3P_u$, $\epsilon_{th} \sim 8.2$ эВ) и 307 нм ($3^3P_g \rightarrow 1^3P_u$, $\epsilon_{th} \sim 9.4$ эВ) [1].

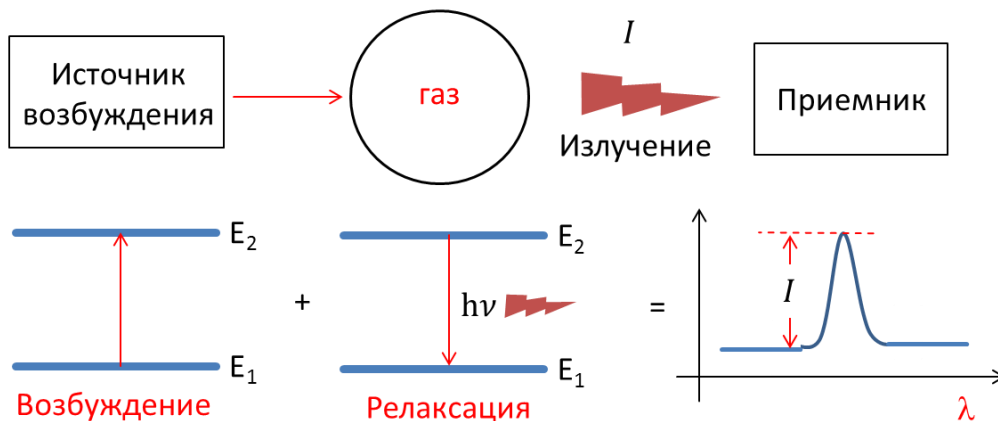


Рис. 3. Принципиальная схема метода эмиссионной спектроскопии

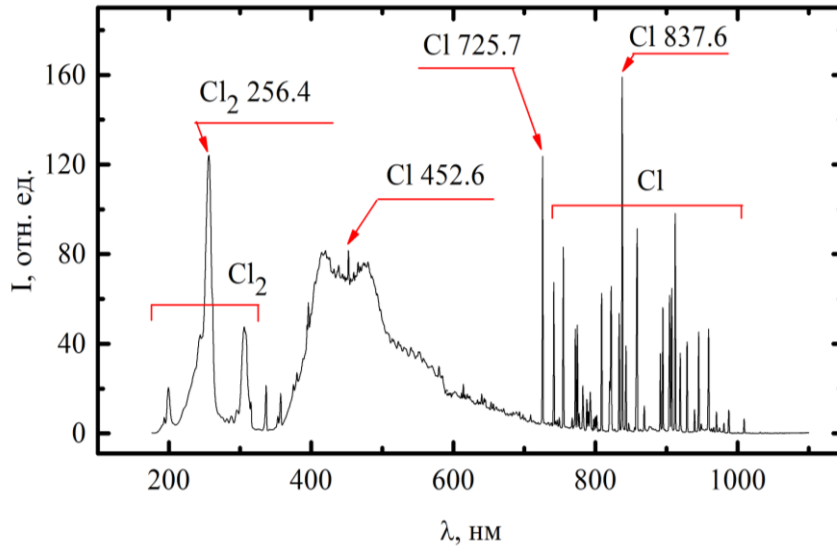


Рис. 4. Спектр излучения электрического разряда в хлоре при $i_p = 25$ мА, $p = 100$ Па.

Наиболее однозначные корреляции между интенсивностью излучения и концентрацией невозбужденных частиц наблюдаются, когда образование возбужденного состояния происходит прямым электронным ударом, а дезактивация является чисто излучательной. В этом случае интенсивность излучения (I) пропорциональна скорости возбуждения (R_{ex}): $I \sim R_{ex} = k_{ex} n_e N$, где k_{ex} – константа скорости возбуждения, n_e – концентрация электронов, N – концентрация частиц в основном состоянии. Из последнего уравнения следует, что получение N из эмиссионных спектров возможно лишь при известном параметре $k_{ex} n_e$, который называется функцией возбуждения. Так как корректное определение функции возбуждения не всегда возможно, на практике удобно пользоваться методом относительных интенсивностей (методом актинометрии) [10, 13]. Суть его состоит в том, что измеряется отношение интенсивностей излучения искомого компонента (I) и инертного газа-актинометра (I_A), который вводится в разряд в количестве N_A (обычно 3–5% по объему). Аналитические максимумы выбираются таким образом, чтобы константы скоростей возбуждения были как можно более близки. Тогда будут справедливы соотношения

$$\frac{I}{I_A} = K_A \frac{N}{N_A} \quad \text{и} \quad N = \frac{1}{K_A} \frac{I}{I_A} N_A, \quad (2)$$

где $K_A \approx \text{const}$ – актинометрический коэффициент. В качестве актинометрической добавки нами был протестирован азот (4% об.). Аналитическими максимумами служили полосы излучения второй положительной системы $N_2 \ C^3\Pi_u \rightarrow B^3\Pi_g$ 380.5 нм (переход $0 \rightarrow 2$, $\epsilon_{th} \sim 11.2$ эВ) и 371.1 нм (переход $2 \rightarrow 4$, $\epsilon_{th} \sim 11.4$ эВ), а также линия атомов хлора Cl 452.6 нм ($5p^2p^{3/2} \rightarrow 4s^3p^{3/2}$, $\epsilon_{th} \sim 11.9$ эВ). Эксперименты показали, что в пределах погрешности измерений отношение интенсивностей излучения линии атомарного хлора и полос азота пропорционально концентрации атомов хлора в разряде (рис. 5). Из данных рис. 5 следует, что K_A является постоянным в широком диапазоне условий ($K_A = 152 \pm 10$ для полосы N_2 380.5 нм и 29 ± 3 для полосы N_2 371.1 нм). Полученные зависимости концентрации хлора от параметров разряда хорошо согласуются с данными абсорбционной спектроскопии (рис. 6). Таким образом, оба метода могут быть рекомендованы для контроля концентрации хлора.

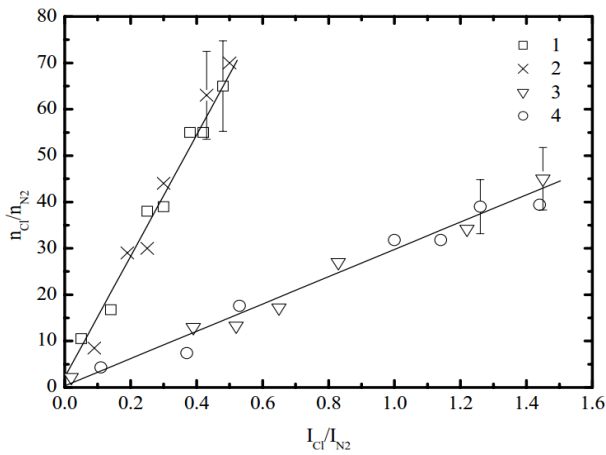


Рис. 5. Корреляция отношения интенсивностей излучения и отношения концентраций атомов хлора и молекул N_2 : 1– N_2 380.5 нм, $p = 60$ Па; 2– N_2 380.5 нм, $p = 140$ Па; 3– N_2 371.1 нм, $p = 60$ Па; 4– N_2 371.1 нм, $p = 140$ Па.

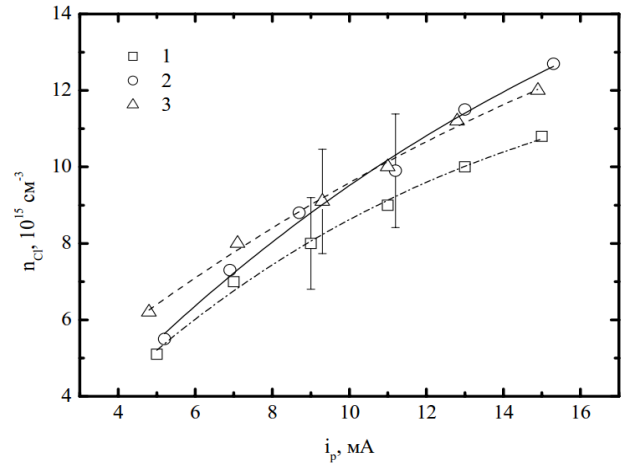


Рис. 6. Сравнение концентраций хлора (в пересчете на атомы) в газоразрядной плазме чистого Cl_2 : 1 – актинометрия по N_2 380.5 нм; 2 – актинометрия по N_2 371.1 нм; 3 – абсорбционная спектроскопия

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефремов А.М., Куприяновская А.П., Светцов В. И., Спектр излучения тлеющего разряда в хлоре // Журнал прикладной спектроскопии. 1993. Т.59. Вып.3-4. С.221-225.
2. Ефремов А. М., Светцов В. И. Неравновесная плазма хлора: свойства и применение. М.: Физматлит, 2012. 216 с.
3. Зимина И.Д., Куприяновская А.П., Светцов В.И. Измерение концентраций молекул и атомов хлора и брома в разряде методом абсорбционной спектроскопии // Изв. ВУЗов. Химия и хим. технология. 1985. Т.28, Вып.6. С.39-42
4. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия. 1981. 234 с.
5. Немец В.М., Петров А.А., Соловьев А.А. Спектральный анализ неорганических газов, Л.: Химия, 1988, 350 с.
6. Окабе Х. Фотохимия малых молекул. М.: Мир, 1981, 500 с.
7. Светцов В.И., Куприяновская А.П, Марышев А.Б. Применение абсорбционной спектроскопии для исследования диссоциации хлора в ВЧ безэлектродном разряде // Журнал прикладной спектроскопии. 1981. Т.35. N2, С.205-208
8. Ситанов Д.В., Светцов В.И., Чернявский С.Р., Исляйкин А.М. Об измерении концентрации атомов и молекул хлора и брома в разряде методом абсорбционной спектроскопии // Деп. в ВИНТИ г.Черкаassy, N 372-В94 от 10.02.94
9. Экология. Под ред. Цветковой Л.И. СПб.: Химиздат 1999. 488 с.
10. Hanish C. K., Grizzle J. W., Terry F. L. Estimating and Controlling Atomic Chlorine Concentration via Actinometry // IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing 12. 1999. P. 323-332
11. Lochte-Holtgreven W. Plasma Diagnostics, AIP Press, New York, 1995. 928 p.
12. Neuilly F., Booth J.-P., Vallier L. Chlorine dissociation fraction in an inductively coupled plasma measured by ultraviolet absorption spectroscopy // J. Vac. Sci. Technol A 20. 2002. P. 225-234.
13. Richards A.D., Thompson W.E., Allen K.D. Atomic chlorine concentration measurements. A comparison of infrared absorption and optical emission actinometry // J. Appl. Phys. 62. 1987. N3. P.792-807

14. Sugawara M. Plasma etching. Fundamentals and applications. Oxford University Press Inc, New York, 1992. 304 p.

УДК 66.025

В. Н. Исаев, Н. Н. Смирнов, М. В. Гацына

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

РАСЧЕТ СТЕПЕНИ РАЗЛОЖЕНИЯ ФОСФАТНОГО СЫРЬЯ С УЧЕТОМ СТРУКТУРЫ ПОТОКА В АППАРАТЕ

Аннотация: Рассмотрен расчет степени разложения фосфатного сырья в каскаде реакторов с учетом их структуры потока. Показано, что традиционные аналогичные расчеты по условному (среднему) времени пребывания дают завышенные результаты.

Ключевые слова: степень разложения, время пребывания, структура потока.

V. N. Isaev, .N. N. Smirnov, M. V. Gacyna

CALCULATION DEGREE DECOMPOSITIONS PHOSPHATE CHEESE WITH PROVISION FOR STRUCTURES OF THE FLOW IN DEVICE

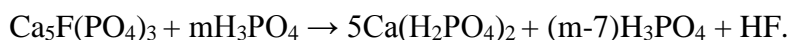
Abstract: Is considered calculation degree decompositions phosphate cheese in cascade reactor with provision for their structures of the flow. It is shown that traditional similar calculation on conditional (average) of time of stay give the uprated results.

Keywords: degree of the decomposition, time of stay, structure of the flow.

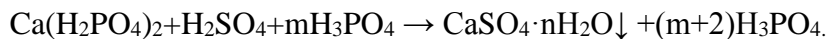
Производство экстракционной фосфорной кислоты основано на разложение фосфатного сырья фосфорной и серной кислотой [1].



Для повышения степени разложения технологический процесс организован, так что исходный фосфат преимущественно реагирует с фосфорной кислотой по реакции:



Затем, образовавшийся монокальцийфосфат – $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, взаимодействует с серной кислотой в присутствии фосфорной кислоты с выпадением труднорастворимого фосфогипса:



Оборудование, используемое для разложения фосфатного сырья в производстве экстракционной фосфорной кислоты, представляет собой каскад емкостных аппаратов с механическими мешалками. С целью полного извлечения водорастворимого фосфора (P_2O_5) из твердой фазы в этих аппаратах стремятся обеспечить максимальную степень разложения:

$$X(\tau) = \frac{M^h - M(\tau)}{M^h}, \quad (1)$$

где: M^H и $M(\tau)$ – количество вещества в аппарате в начальный и в произвольный момент времени. Однако определение объема такого оборудования проводится по среднему, т.е. условному времени пребывания ($\bar{\tau}$). Такой подход не учитывает реальную гидродинамику аппарата, приводит к завышению изменяющейся поверхности растворения, которая непосредственно влияет на кинетику процесса – скорость растворения твердой фазы.

В работе с целью обеспечения наиболее полного разложения фосфатного сырья предлагается осуществлять расчет степени разложения и необходимого объема оборудования, с учетом интегральной функции распределения времени пребывания (РВП) $I(\theta)$, характеризующей доли элементов потока, время пребывания которых внутри аппарата находится в определенных интервалах времени (рис. 1):

Тогда масса вещества с временем пребывания в аппарате от τ до $\tau+d\tau$ с учетом разложения определится по выражению (2)

$$M(\tau, \tau + d\tau) = M^H \cdot \int_{\theta}^{\theta+d\theta} I(\theta)d\theta - W(\tau) \cdot d\tau, \quad (2)$$

а количество вещества в произвольный момент времени по уравнению (3)

$$M(\tau) = M^H - \sum_0^N W(\tau) \cdot d\tau, \quad (3)$$

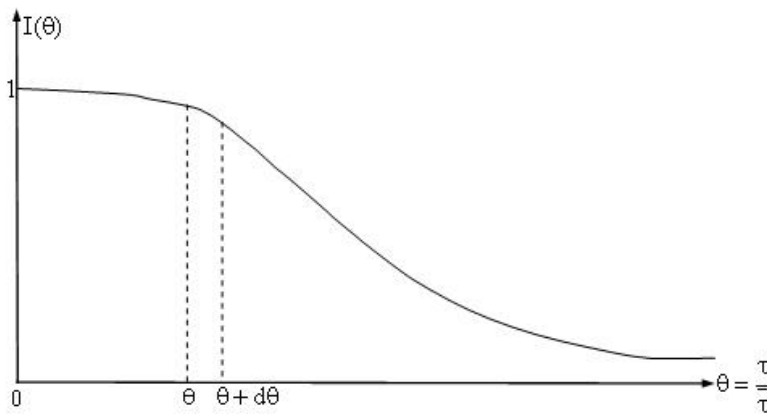


Рис. 1. Общий вид интегральной функции распределения времени пребывания

где: $\int_{\theta}^{\theta+d\theta} I(\theta)d\theta$ - доля вещества, время пребывания которого в аппарате находится в пределах $(\theta, \theta+d\theta)$; $\theta = \tau / \bar{\tau}$ - безразмерное время; $W(\tau)$ - скорость растворения, кг/с, N – количество интервалов функции $I(\theta)=f(\theta)$ при изменении безразмерного времени от 0 до 1.

Скорость растворения фосфатов может быть определена по уравнению [2]:

$$W(\tau) = k(t) \cdot F(\tau) \cdot C_{H^+}, \quad (4)$$

где: C_{H^+} - концентрация водородных ионов, моль/л; $F(\tau)$ – поверхность растворения, m^2 ; $k(t)$ - константа растворения, зависящая от температуры процесса t ($^{\circ}C$), $kg/(c \cdot m^2 \cdot моль/л)$.

Для монодисперсного осадка с диаметром $d_{ч}$ (м) и плотностью частиц ρ_{τ} (kg/m^3) текущая поверхность равна

$$F(\tau) = \frac{6M(\tau)}{\rho_{\tau} \cdot d_{ч}}. \quad (5)$$

Концентрация водородных ионов определяется в зависимости от общей концентрации кислоты C_1 и соли C_2 (моль/л) [2]. Значение константы диссоциации фосфорной кислоты по первой ступени K_1 в зависимости от температуры растворения также приводится в литературе [2]:

$$C_{H^+} = -\frac{K_1 + C_2}{2} + \sqrt{\left(\frac{K_1 + C_2}{2}\right)^2 + K_1 \cdot C_1} \quad (6)$$

Для определения значения константы растворения фосфатного сырья использовались опытные данные работы [2] по зависимости степени растворения от времени процесса для частиц апатита размером 0,1 мм, рис.2.

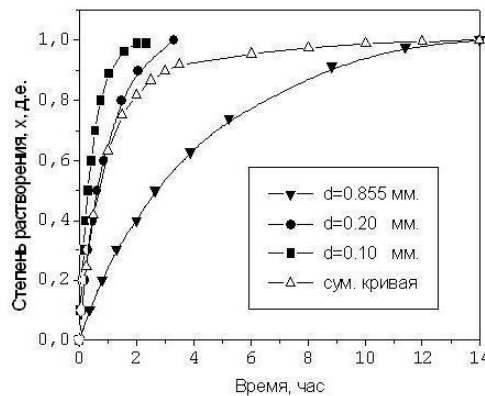


Рис. 2. Зависимость степени растворения частиц апатита от времени [1]

Идентификацию константы растворения осуществляли из условия достижения степени растворения частиц размером 0,1 мм $X = 0,98$ за 2 часа в следующем порядке:

- по уравнению (6) рассчитывалась концентрация водородных ионов при условиях растворения, приведенных в работе [2];
- при начальной массе сырья по выражению (5) определялась поверхность растворения $F(\tau)$;
- по уравнению (4) рассчитывалась скорость растворения;
- по выражению (3) определялась текущая масса фосфата;
- рассчитывалась степень разложения (1);

Обработка опытных данных по кинетике растворения [2] позволила провести расчет каскада реакторов разложения, работающего в производственных условиях, состоящего из двух аппаратов с рабочим объемом 84 м^3 и с непрерывным массовым расходом апатита и кислоты 30,5, и 81,5 т/час соответственно. Так как, эти конструкции аппаратов работают в режимах максимально приближенных к реактору идеального смешения, то в качестве интегральной функции РВП при ступенчатом вводе веществ использовали функцию $I(\theta_i) = e^{-\frac{\tau_i}{\tau}}$.

Результаты расчета, представлены на рис.3 и позволили сделать следующие выводы:

- расчеты степени превращения по условному времени пребывания дают завышенные результаты и могут привести к потерям сырья;
- увеличение расширяющейся области между кривыми 1 и 2 после безразмерного времени $\theta=1$ (первый реактор каскада) указывает на нецелесообразность использования в конце процесса растворения аппаратов, работающих в режиме идеального перемешивания. Более целесообразными, по нашему мнению, является использование реакторов со структурой потоков приближенной к режиму идеального вытеснения.

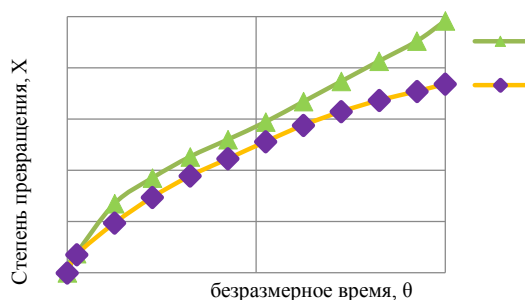


Рис. 3. Зависимость степени превращения апатита от безразмерного времени:
1 – расчет по условному (среднему) времени пребывания;
2 – расчет с учетом интегральной функции распределения времени пребывания

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочетков С.П., Смирнов Н.Н., Ильин А.П. Концентрирование и очистка экстракционной фосфорной кислоты: монография / ГОУВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т.- Иваново, 2007. 304с. ISBN 5-9616-0212-5
2. Широков Ю.Г., Смирнов Н.Н., Прокофьев В.Ю. Теоретические основы технологии неорганических веществ: сборник лабораторных работ с применением ЭВМ / ГОУВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т.- Иваново, 1999. 200с.

УДК 621.89.012

Е. Г. Коробейникова, Н. Ю. Кожевникова

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ТЕМПЕРАТУРА САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ И ДЕТОНАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ТОПЛИВА

Аннотация: Рассмотрена зависимость температуры самовоспламенения от структуры молекул. Показана связь октанового и цетанового числа топлив с величиной температуры самовоспламенения.

Ключевые слова: температура самовоспламенения, октановое число, цетановое число

E. G. Korobejnikova, N. Y. Kozhevnikova

FUEL AUTO-IGNITION TEMPERATURE AND ANTI-KNOCK QUALITY

Abstract: The dependence of the auto-ignition temperature on the structure of molecules is analyzed. The correlation between the octane and cetane number of fuels and the value of auto-ignition temperature is demonstrated.

Keywords: auto-ignition temperature, octane number and cetane number

Основные положения теории строения органических соединений, изложенные А.М. Бутлеровым в 1861 году в докладе «О теории химического строения», подтверждаются развитием современной органической химии.

Зависимость структуры молекул и ее физико-химических свойств, взаимное влияние атомов в молекуле подробно рассматривается в курсе органической химии. Подобные закономерности подтверждаются и для пожароопасных свойств органических веществ [2].

Одним из важнейших показателей пожарной опасности для всех групп веществ является температура самовоспламенения [1]. На величину температуры самовоспламенения влияет большое число факторов, существенно она зависит от структуры молекул. Можно сказать, что температура самовоспламенения – это минимальная температура, при которой газо-паровоздушная смесь воспламенится без соприкосновения с источником зажигания, при этом разрушается структура вещества. Чем легче разрушается структура вещества, тем меньше t^0 самовоспламенения.

Зависимость температуры самовоспламенения в гомологических рядах алканов и непредельных соединений представлена в таблицах 1 и 2. Значения температуры самовоспламенения органических веществ приведены в [3].

Таблица 1. Зависимость температуры самовоспламенения алканов от длины углеродной цепи

Углеводороды	Агрегатное состояние	$t_{\text{самовоспл}}^{\circ\text{C}}$
Метан CH_4	газ	537
Этан C_2H_6	газ	472
Пропан C_3H_8	газ	466
Бутан C_4H_{10}	газ	405
Пентан C_5H_{12}	жидкость	309
Гексан C_6H_{14}	жидкость	247
Гептан C_7H_{16}	жидкость	223
Октан C_8H_{18}	жидкость	215
Нонан C_9H_{20}	жидкость	205

Таблица 2. Физические свойства и некоторые показатели пожарной опасности некоторых углеводородов

Формула	$t_{\text{кип.}}^{\circ\text{C}}$	$t_{\text{самовоспл}}^{\circ\text{C}}$
Этан $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$	- 88,6	595
Этилен $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	- 104	435
Ацетилен $\text{HC} \equiv \text{CH}$	- 83,6	335
Пропан $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	- 42,1	470
Пропен $\text{CH}_3\text{CH} = \text{CH}_2$	- 47	455
Пропин $\text{HC} \equiv \text{CCH}_3$	- 83,6	335
Пентан C_5H_{12}	36	285
Пентен-1 C_5H_{10}	29,9	270
Пентин-1 C_5H_8	40,0	
Пентадиен-1,3	42	360
Гексан C_6H_{14}	68,7	240
Гексен-1 C_6H_{12}	63,5	254
Гексен-2 C_6H_{12}	68,5	245
Гексин-1 C_6H_{10}	71,0	290
Октан C_8H_{18}	125,7	215
Октен-1 C_8H_{16}	121,3	245
Октен-2 C_8H_{16}	125,2	255
Бензол C_6H_6	80,2	835

Очевидно, что легче разрушаются структуры с более длинной углеродной цепью, максимальное значение температуры самовоспламенения имеет первый представитель ряда алканов – метан, та же зависимость и для непредельных соединений. В гомологическом ряду любого класса соединений с увеличением числа атомов углерода температура самовоспламенения уменьшается.

Если сравнить разные классы углеводородов, то значение температуры самовоспламенения изменяется неоднозначно.

Так, для углеводородов, содержащих 2 и 3 атома углерода, четко прослеживается зависимость для температуры самовоспламенения:

$$t_{\text{св}} \text{ алканов} > t_{\text{св}} \text{ алкенов} > t_{\text{св}} \text{ алкинов.}$$

Такая зависимость наблюдается в ряду этан – этилен – ацетилен и пропан – пропен – пропиен.

Для углеводородов с большим числом атомов углерода наблюдается обратная зависимость: у алкинов и алкадиенов температура самовоспламенения больше, чем у алканов и алкенов. Можно сравнить температуры самовоспламенения пентана и пентадиена-1,3, гексана и гексина.

Чем больше атомов углерода в цепи, тем меньше влияние кратных связей на температуры кипения и самовоспламенения. Характерен пример октана и октена.

У ароматических соединений температура самовоспламенения существенно выше, чем у всех других классов углеводородов: Максимальную температуру самовоспламенения имеет бензол. Бензольное кольцо – одна из самых устойчивых структур. Увеличение числа атомов углерода в ароматическом соединении приводит к уменьшению значения температуры самовоспламенения.

Наличие разветвлений в цепи существенно влияет на температуру самовоспламенения (таблица 3).

Таблица 3. Физические свойства и некоторые показатели пожарной опасности изомеров пентана

Изомеры пентана	Агрегатное состояние	$t_{\text{самовоспл}} \text{ } ^\circ\text{C}$
н-пентан	жидкость	286
2-метил-бутан	жидкость	432
2,2-диметил-пропан	газ	450

Более разветвленная структура (2,2-диметилпропан) имеет более высокое значение температуры самовоспламенения, а значит, такая структура более устойчива. Аналогичная зависимость наблюдается и для других классов соединений.

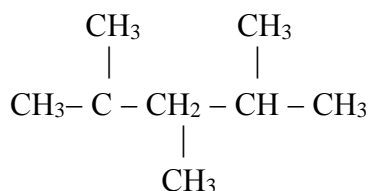
Показатель пожарной опасности – температуру самовоспламенения – можно связать с безразмерной условной величиной, характеризующей детонационную стойкость топлива – октановым числом.

Для определения антидетонационных свойств бензинов в 1930-х была предложена специальная шкала, в соответствии с которой стойкость данного бензина к детонации сравнивается со стойкостью стандартных смесей [4].

Известно, что в качестве стандартов используются два вещества: гептан нормального строения и один из изомеров октана – 2,2,4-триметилпентан.

Представителем непригодного топлива является н-гептан $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH}_3$. Качество гептана как топлива считается нулевым, поскольку смесь паров гептана с воздухом при сильном сжатии легко детонирует, сгорание паровоздушной смеси протекает с очень большой скоростью до 2500 м/с вместо спокойного горения со скоростью 15 – 60 м/с. Поэтому октановое число н-гептана принимается равным 0.

Второе вещество – 2, 2, 4-триметилпентан – разветвленный углеводород (неправильно называемый «изооктаном»)



устойчив к детонации, и его октановое число принимают равным 100.

Чем выше октановое число бензина, тем выше его качество.

Было установлено, что детонация очень значительна для углеводородов с прямой цепью (с низким октановым числом), в то время как повышение содержания разветвленных, ненасыщенных и ароматических углеводородов снижает детонацию.

Эта зависимость величины октанового числа от структуры вещества с точностью воспроизводит зависимость температуры самовоспламенения от строения углеводородов.

Сравнение величины температуры самовоспламенения различных углеводородов и значения их октановых чисел приведено в таблице 4.

**Таблица 4. Значения температуры самовоспламенения
и октановых чисел некоторых углеводородов**

Углеводороды	$t_{\text{самовоспл}}$ °C	Октановое число
н-бутан	405	91
н-пентан	309	61,7
н-гептан	223	0
<i>Изомеры</i>		
н-бутан	405	91
2-метилпропан	460	99
н-пентан	309	61,7
2-метилбутан	432	90,3
н-гептан	230	0
2,2,3-триметилбутан	430	101
пентен-1	270	77,1
2-метилбутен-1	365	81,9
2-метилбутен-2	380	84,7
бензол	540	111,6

Данные таблицы подтверждают, что повышению октанового числа способствуют разветвление цепи и появление ароматического кольца.

Температура самовоспламенения также в этих случаях возрастает.

Способ образования и воспламенения топливо-воздушной смеси в бензиновом и дизельном двигателях принципиально различаются.

В бензиновом двигателе топливо смешивается с всасываемым воздухом до попадания в цилиндр, получаемая смесь поджигается в необходимый момент свечой зажигания. В дизеле же топливо воспламеняется не от искры, а вследствие высокой температуры воздуха в цилиндре.

Дизельное топливо характеризуется цетановым числом – характеристикой воспламеняемости дизельного топлива, которая определяет период задержки воспламенения смеси (промежуток времени от впрыска топлива в цилиндр до начала его горения).

Чем выше цетановое число, тем меньше задержка воспламенения и тем более спокойно и плавно горит топливная смесь.

В качестве стандартных веществ для определения цетанового числа используют гексадекан $C_{16}H_{34}$ (цетан) и α -метилнафталин, цетановые числа которых соответственно равны 100 и 0.

Цетановое число (так же как и октановое) – безразмерная условная величина, связанная с температурой самовоспламенения, при этом зависимость обратна октановому числу: чем ниже значение температуры самовоспламенения, тем выше значение цетанового числа (таблица 5).

Таблица 5. Значения температуры самовоспламенения и цетановых чисел некоторых углеводородов

Углеводороды	$t_{\text{самовоспл}}$ °C	Цетановое число
н-гептан	230	56,3
н-октан	227	63,8
н-декан	215	76,9
н-додекан	207	87,6
н-гексадекан (цетан)	202	100
н-октадекан	200	102,6
бензол	540	≈ 0
α -метилнафталин	520	0

Проведем сравнение октанового числа бензинов и цетанового числа дизельного топлива (таблица 6).

Таблица 6. Октановые и цетановые числа автомобильных бензинов

Марка бензина	ОЧ/И (не менее)	Цетановое число
А-76	не нормир.	35
АИ-80	80	35
АИ-92	92	22,5
АИ-95	95	15
АИ-98	98	11,5

Данные таблицы еще раз доказывают, что между этими величинами существует обратная связь: чем больше октановое число углеводородного топлива, тем меньше его способность к самовоспламенению, и наоборот.

Изучение связи структуры горючих веществ и их показателей пожарной опасности, несомненно, актуальное и перспективное направление развития пожарной науки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ 12.1.044 – 2018. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
- Коробейникова Е.Г., Кожевникова Н.Ю. Физико-химические и пожароопасные свойства органических соединений. Учебное пособие для специальностей 20.05.01 – пожарная безопасность, 20.03.01 – техносферная безопасность, 40.05.03 – судебная экспертиза. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2017. – 293 с.

3. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник в 2-х ч. М.: Ассоциация «Пожнаука», 2004. – Ч. I – 713 с, Ч. II – 774 с.

4. Сафонов А.С., Ушаков А.И., Орешенков А.В. Качество автомобильных топлив. Эксплуатационные свойства. Требования к качеству. Методы испытаний. НПИКЦ, 2006 – 400 с.

УДК 546.06

А. А. Воробьев, Д. Г. Снегирев

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОГНЕЗАЩИТНАЯ ОБРАБОТКА ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Аннотация: Изучено действие огнезащитных препаратов на смесовую ткань. Рассмотрена их эффективность в качестве антипиренов ткани и их влияние на ее прочностные характеристики.

Ключевые слова: ткань, антипирены, огнезащитное покрытие, оптимальная концентрация, потеря прочности, износостойкость, длина обугленного участка ткани.

A. A. Vorob'ev, D. G. Snegirev

FIRE-RETARDANT TREATMENT OF TEXTILE MATERIAL

Abstract: the effect of flame retardants on the mixed fabric was Studied. Their efficiency as fabric flame retardants and their influence on its strength characteristics are considered.

Keywords: fabric, flame retardants, flame retardant coating, optimal concentration, loss of strength, wear resistance, length of charred fabric area.

Увеличение ассортимента текстильных тканей применяемых в жилых, общественных и промышленных зданиях, на различных видах транспорта значительно повышает пожарную опасность объекта. Это объясняется составом тканей, состоящих из натуральных, искусственных или синтетических волокон, большинство из которых способны воспламеняться от источника зажигания. Повышение огнестойкости ткани и, следовательно, уменьшение ее пожарной опасности, достигается нанесением огнезащитного покрытия. В связи с вышесказанным представляется актуальным изучение влияния различных антипиренов на огнестойкость ткани.

Улучшение потребительских свойств тканей: увеличение прочности и износостойкости, уменьшение усадки, достигается изменением их состава. Поэтому в качестве образца сравнения была выбрана смесовая ткань плотностью 171 ± 9 г/м², состоящая из хлопчатобумажных волокон и 33 % сиблона.

В качестве антипиренов для ткани использовались следующие препараты: ВИМ-1, ВАНН-1, фогинол и тезагран. Ткань, обработанная диаммонийфосфатом и борной кислотой или мочевиной, являлась эталоном сравнения. Технологические параметры нанесения антипиренов на ткань и их концентрации выбраны по справочной литературе и рекомендациям производителей препаратов [1].

Оптимальные концентрации исследуемых огнезащитных препаратов ВИМ-1, ВАНН-1 и фогинол, определялись по результатам проведенных опытов. Условия обработки исследуемыми препаратами текстильного материала представлены в таблице 1.

Необходимо отметить, что обработка ткани исследуемыми препаратами приводит к потере ее прочности на 10,2 – 58,5 %. Наибольшая потеря прочности 35-59 % отмечается на образцах, обработанных классическими составами на основе диаммонийфосфата. Остальные препараты уменьшают прочность ткани на 10 - 22 %.

Таблица 1. Технологические параметры обработки антипиренами ткани

№ п/п	Наименование антипирена	Концентрация в растворе, г/л	Температура		Термообработка	
			раствора, °С	сушки, °С	время, мин.	температура, °С
1	ВИМ-1	100	25	120	-	-
2	ВАНН-1	100	25	120	-	-
3	Фогинол	300	25	120	2	150
4	Тезагран	100	65	120	5	160
	Мочевина	220				
5	Мочевина	230	60	70	13	160
	Диаммонийфосфат	120				
6	Бура	150	50	70	-	-
	Борная кислота	105				
	Диаммонийфосфат	45				

Эффективность антипиренов оценивалась по показателям нормативной литературы [2]. Длина обугленного участка не должна превышать 150 мм, время остаточного горения меньше 5 с, тление недопустимо. Результаты исследований показали, что постоянный огнезащитный эффект ткани (отсутствие остаточного горения и тления), обеспечивается при концентрации антипиренов ВИМ-1 и ВАНН-1 - 100 г/л, фогинола - 300 г/л (таблица 1). Данные полученные в ходе эксперимента приведены в таблице 2.

Таблица 2. Эффективность огнестойкой обработки ткани

№ п/п	Наименование антипирена	Эффект огнестойкости			
		длина обугленного участка, мм	время зажигания, с	время остаточного горения, с	время остаточного тления, с
1	ВИМ-1	37	15	0	0
2	ВАНН-1	46,3	15	0	0
3	Фогинол	71	15	0	0
4	Тезагран	42	15	0	0
	Мочевина				
5	Мочевина	39	15	0	0
	Диаммонийфосфат				
6	Бура	42	15	0	0
	Борная кислота				
	Диаммонийфосфат				
7	Ткань, не обработанная антипиренами	сгорел весь образец	4	54	31

Из приведенных данных следует, что все исследуемые препараты обладают огнезащитными свойствами. При отсутствии остаточного горения и тления, наименьший нормативный показатель длина обугленного участка получен при обработке ткани антипиренами ВИМ-1. При концентрации в пропиточном растворе 100 г/л и отсутствии необходимости в термообработке, потеря прочности ткани не превышала 19 %.

Для ткани обработанной препаратом, включающим в свой состав тезагран и мочевину, длина обугленного участка составила 42 мм, потеря прочности 10,2 %. При этом к недостаткам применения антипирена следует отнести повышенную концентрацию компонентов и

необходимость в последующей термообработке. Использование в качестве антипирена буры, борной кислоты и диаммонийфосфата, приводит к потере прочности ткани на 58,8 %.

Положительные результаты показал антипирен на основе мочевины и диаммонийфосфата, однако его использование требует повышенных концентраций компонентов в растворе и последующей термообработки ткани. Потеря прочности образцов при этом составляет 34,7 %.

Из вышесказанного следует, что практически все исследуемые препараты обладают огнезащитными свойствами. Выбор антипиренов зависит от требований, предъявляемых к потребительским свойствам тканей и экономической целесообразности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отделка хлопчатобумажных тканей. Кн.2./ Б.Н.Мельников [и др.]. М.: Легпромбыт-издат, 1991.- 432 с.
2. ГОСТ Р 50810-95. Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация. –Москва: Изд-во стандартов, 1995. - 12 с.

УДК 621:891

К. А. Синькова, А. С. Ткаченко, М. А. Наумов, К. М. Казарян

ФГБОУ ВО Ивановская государственная медицинская академия Минздрава России

ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И ЖИВОТНЫХ ЖИРОВ

Аннотация: рассмотрена возможность применения растительных масел (репейного, оливкового, камфорного, льняного, подсолнечного), животного и животных жиров (свиной, телячий, бараний, говяжий и рыбий жиры) в качестве смазочных материалов. Измерен коэффициент трения в диапазоне до 180 Н. Проведено сравнение данных смазочных материалов с медицинским вазелином и вазелиновым маслом. Показано, что наилучшими характеристиками обладают оливковое масло среди жидких смазочных материалов и телячий жир среди консистентных смазок.

Ключевые слова: животные жиры, растительные масла, трибология, коэффициент трения.

К. А. Sinkova, A. S. Tkachenko, M. A. Naumov, K. M. Kazaryan

TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF VEGETABLE OILS AND ANIMAL FATS

Abstract: the possibility of using vegetable oils (burdock, olive, camphor, flaxseed, sunflower), animal and animal fats (pork, calf, lamb, beef and fish oils) as lubricants was considered. The coefficient of friction was measured in the range up to 180 N. A comparison of these lubricants with medical petroleum jelly and petroleum jelly was carried out. It has been shown that olive oil among liquid lubricants and calf fat among grease lubricants have the best characteristics.

Keywords: animal fats, vegetable oils, tribology, friction coefficient.

Повышение экологической безопасности при использовании смазочных материалов является одной из проблем, с которой сталкивается человечество. Так, согласно директивам

Европейского Союза с 2020 г. использование в сельском и лесном хозяйстве синтетических и нефтяных смазочных материалов будет ограничено [1].

Решением проблемы могут быть биоразлагаемые смазочные материалы, полученные из экологически чистых материалов, возобновляемого сырья. Растительные масла и животные жиры могут рассматриваться в качестве альтернативы промышленным минеральным смазкам. По данным [2] в настоящее время выпускается более 150 тыс. тонн смазочных материалов на растительной основе в год (для сравнения, минеральных масел выпускается около 20 млн тонн в год).

Люди начали применять смазочные материалы уже очень давно. Предполагается, что это связано с применением инструментов: смазка позволяла снизить трение и изнашивание в зоне соприкосновения материалов, отвести тепло, сохранить заготовку.

Еще в Древнем Египте и Древней Греции активно применялось оливковое масло для смазывания соприкасающихся поверхностей камней при их перемещении. В то же время пластичные смазочные материалы, например животные жиры, использовались в качестве смазки в осях колес телег и повозок.

В Средние века, в связи с усложнением конструкций используемой техники, начали использоваться различные смазочные материалы в зависимости от доступности в данной местности: арахисовое, касторовое, рапсовое и др. масла.

В XIX в., благодаря началу промышленной нефтепереработки в Пенсильвании, активно начали применяться смазочные материалы на основе углеводородных соединений, которые получают из природной нефти. Кроме того, было показано, что смешивание углеводородов с растительными маслами повышает их эффективность.

Одним из главных недостатков традиционно используемых смазочных материалов из нефтяных продуктов является то, что они негативно влияют на окружающую среду, использование их предполагает большие бюджеты на последующую утилизацию и переработку.

Таким образом, по происхождению сырья, которое можно использовать при производстве смазочных материалов, можно выделить несколько больших групп:

1. Минеральные масла. Получают в процессе переработки нефти, на данный момент наиболее распространены, составляют более 90 % от мирового производства смазочных материалов.

2. Растительные масла. Производятся из семян и других частей растений.

3. Животные жиры. Получают в результате переработки жиров животного происхождения (говяжий, свиной, технический рыбий и т. п.).

4. Синтетические смазки. Производят путем каталитической полимеризации углеводородов нефтяного и не нефтяного сырья, синтезом кремнийорганических соединений, получением полимеров на основе фторуглерода (тефлона, фторопласта и т. п.). Синтетические масла обладают высокими эксплуатационными свойствами, но имеют высокую стоимость производства.

Смазочные материалы можно разделить на несколько больших групп по своему агрегатному состоянию:

1. Жидкие смазочные масла. В нормальных условиях они являются жидкостями с не слишком большой вязкостью, это масла растительного происхождения, к которым позже добавились масла, полученные переработкой нефти.

2. Консистентные смазки. Субстанции с большой вязкостью, которые находятся в маслообразном состоянии. К таким смазкам можно отнести животные жиры, технический вазелин, солидол и т.п.

3. Твердофазные смазочные материалы. Это вещества, которые находятся в твердом состоянии, но измельчены до состояния порошка. Например: сульфид молибдена, порошок графита и т. п.

Цель работы

Исследование возможности применения экологически чистых материалов как альтернативы минеральным смазочным материалам. Сравнение коэффициента трения ряда растительных масел и животных жиров.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования выбран ряд смазочных материалов растительного (масло репейное, оливковое, камфорное, льняное, подсолнечное) и животного (свиной, телячий, бараний, говяжий и рыбий жиры) происхождения, а также медицинский вазелин и вазелиновое масло, которые получают путем переработки фракций нефти. Данные материалы можно разделить на две группы: жидкие смазочные материалы и консистентные смазки.

Трибологические исследования проводились на универсальной машине трения МТУ-01 (ТУ 4271-001-29034600-2004). В качестве пары трения была выбрана система «палец – диск». Материал пары трения: сталь ШХ15. Условия трения: частота вращения шпинделя – 200 об/мин, скорость скольжения – 11,3 м/мин. Нагрузки изменялись в диапазоне от 0 до 180 Н. В результате испытаний получали данные о нагрузке и вращающем моменте, затем, с учетом геометрии пары трения, рассчитывался коэффициент трения.

Обсуждение результатов

На первом этапе работы исследовались растительные смазочные материалы (рис. 1). Как видно из приведенного графика, при различных нагрузках поведение смазочных материалов отличается. Можно выделить три диапазона нагрузок: от 0 до 50 Н, от 50 до 100 Н и от 100 до 150 Н. При этом в каждой из областей можно выделить наиболее эффективный смазочный материал. Так, в диапазоне до 80 Н наилучшие характеристики показывает репейное масло, однако при увеличении нагрузки свыше 100 Н коэффициент трения у него резко повышается. В диапазоне нагрузок от 100 Н и выше наилучшие характеристики показывают оливковое и льняное масла. При этом практически все растительные масла, исследованные в работе, показали коэффициент трения меньший, чем у минерального вазелинового масла. Результаты измерения коэффициента трения при трех значениях нагрузки (50, 100 и 150 Н) приведены в Таблице 1.

Таблица 1. Зависимость коэффициента трения от нагрузки для смазочных материалов животного и растительного происхождения

Смазочный материал	Коэффициент трения/Нагрузка		
	50 Н	100 Н	150 Н
Вазелин медицинский	0,089	0,103	0,123
Масло вазелиновое	0,101	0,106	0,116
Масло репейное	0,068	0,089	0,096
Масло оливковое	0,077	0,086	0,084
Масло камфорное	0,090	0,098	0,102
Масло льняное	0,079	0,089	0,090
Масло подсолнечное	0,080	0,091	0,094
Рыбий жир	0,099	0,097	0,097
Свиной жир	0,059	0,078	0,085
Телячий жир	0,057	0,073	0,083
Бараний жир	0,054	0,074	0,103
Говяжий жир (внутренний)	0,058	0,082	0,101
Говяжий жир (внешний)	0,063	0,085	0,101

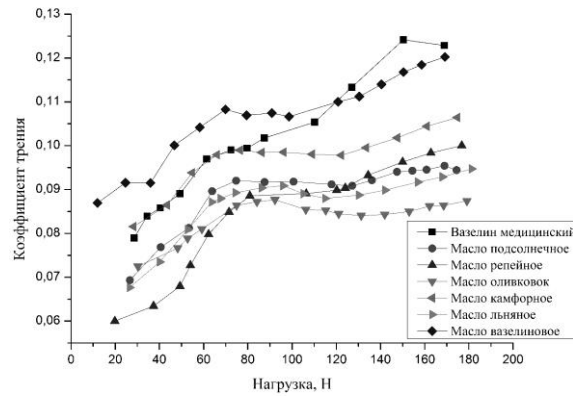


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от нагрузки для ряда растительных смазочных материалов (подсолнечного, репейного, оливкового, камфорного и льняного масел)

Таким образом, среди исследованных смазочных материалов на растительной основе можно выделить репейное масло в зоне нагрузок от 0 до 80 Н и оливковое масло в зоне нагрузок от 100 до 180 Н.

На втором этапе исследования был измерен коэффициент трения среди консистентных смазочных материалов животного происхождения. Поведение смазочных материалов в этом случае также менялось в зависимости от приложенной нагрузки (рис. 2). На интервале нагрузок от 0 до 100 Н наилучшие результаты показал свиной жир, но при увеличении нагрузки коэффициент трения у него резко возрастает. При нагрузках свыше 100 Н наиболее стабильные и результаты и низкий коэффициент трения показывает телячий жир, что может быть связано с более высокой температурой плавления у него по сравнению со свиным жиром.

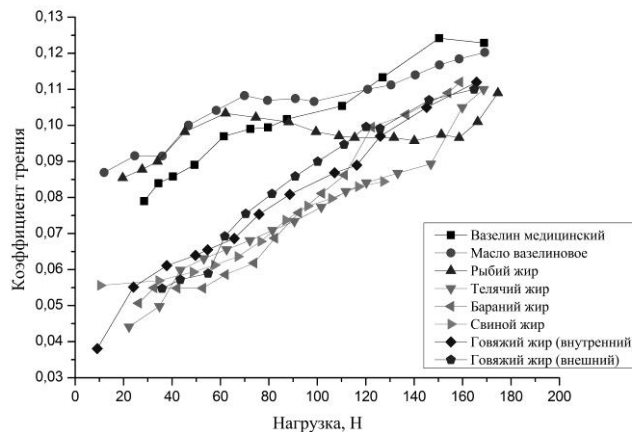


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения от нагрузки для ряда животных жиров (рыбьего, телячьего, бараньего, свиного, говяжьего (внутреннего и внешнего))

Выводы

1. Исследовано влияние различных видов растительных (репейное, оливковое, камфорное, льняное, подсолнечное) масел и животных (свиной, телячий, бараний, говяжий и рыбий) жиров на коэффициент трения. Проведено сравнение с базовыми смазочными материалами на минеральной основе (вазелиновое масло и медицинский вазелин).

2. Установлено, что наилучшие показатели по коэффициенту трения среди жидких смазочных материалов показывает оливковое масло, а среди консистентных пластичных смазок – телячий жир.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lindemann L. The Lubricants Industry in (E) Motion: E-Mobility, Technology, Sustainability // Proc. of 21 Int. Colloquium Tribology. –Esslingen. – 9-11.01.2018, P. 2–4
2. Директива N 2009/28/ЕС Европейского парламента и Совета Европейского Союза "О стимулировании использования энергии из возобновляемых источников, внесении изменений и дальнейшей отмене Директив 2001/77/ЕС и 2003/30/ЕС"
3. Основы триботехники: учеб. Пособие / Ю.М. Лужнов, В.Д. Александров; под ред. Ю.М. Лужнова. – М.: МАДИ, 2013. –136 с.
4. Трибология. Физические основы, механика и технические приложения: Учебник для вузов/И.И. Беркович, Д.Г. Громаковский; Под ред. Д.Г. Громаковского; Самар. гос. техн. ун-т. Самара, 2000. –268 с

УДК 6219.313

К. К. Ким¹, С. Н. Иванов²

¹ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения

²ФГБОУ ВО Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА БЕЗОТКАЗНОСТЬ КАПСУЛИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Аннотация: Повышение эффективности процессов преобразования электромеханической энергии с использованием капсулированных электротехнических устройств требует решения проблемы обеспечения их надежности и долговечности. Для устройств данного типа характерно большое разнообразие исполнений. Каждое из них имеет свои «слабые звенья» и требует отдельного подхода при разработке модели надежности. В большинстве случаев конструкции далеки от соблюдения принципа равнопрочности. Не менее разнообразны и условия использования, режимы работы и, соответственно, требования к ним. В частности, для объектов транспортного назначения наиболее существенным требованием является безотказность, т. е. малая вероятность случайных неисправностей, для энергетических - значительный ресурс, долговечность. Точные значения количественных показателей надежности могут быть получены только для определенных условий эксплуатации. При этом комплекс факторов, от которых зависит надежность, также должен быть выражен в виде количественных показателей. В данной статье приведены результаты исследования эксплуатационных факторов на физические свойства изоляционных материалов, определяющих безотказность электротехнических устройств.

Ключевые слова: электромеханический преобразователь, безотказность, изоляция, дефект, капсулирование, эксплуатационные факторы, нагревостойкость.

K. K. Kim, S. N. Ivanov

THE INFLUENCE OF OPERATIONAL FACTORS ON RELIABILITY ENCAPSULATED ELECTROMECHANICAL CONVERTERS

Abstract: Improving the efficiency of electromechanical energy conversion processes using encapsulated electrical devices requires solving the problem of ensuring their reliability and durability. For devices of this type is characterized by a wide variety of designs. Each of them has its own "weak links" and requires a separate approach when developing a reliability model. In most cases, the design is far from complying

with the principle of equal strength. No less diverse and conditions of use, modes of operation and, accordingly, the requirements for them. In particular, for transport facilities the most essential requirement is reliability, i.e. low probability of accidental malfunctions, for energy - a significant resource, durability. Exact values of quantitative reliability indicators can be obtained only for certain operating conditions. At the same time, the complex of factors on which reliability depends should also be expressed in the form of quantitative indicators. This article presents the results of the study of operational factors on the physical properties of insulation materials that determine the reliability of electrical devices.

Keywords: electromechanical transducer, reliability, insulation, defect, encapsulation, operational factors, heat resistance.

Постановка задачи исследования. Прогнозирование безотказности технической системы любой сложности может быть основано на количественном анализе изменения свойств образующих ее материалов под действием внешних и внутренних разрушающих факторов. Во многих случаях эти изменения могут быть представлены в виде зависимостей не только статистического, но и функционального характера. Актуальность рассматриваемых вопросов связана с использованием капсулирующего материала, являющегося причиной длительного воздействия повышенных температур на основные элементы теплоаккумулирующие элементы устройства. В работах [1,2] показано, что вопросы обеспечения и повышения надежности влияют в первую очередь на конструктивное исполнение. Так, обмотка статора выполняется капсулированной, что упрощает конструкцию всего устройства за счет уменьшения числа его элементов, повышает класс электробезопасности и структурную надежность. В качестве базовых исходных компонентов для создания полимерного композиционного материала, используемого для капсулирования обмотки, может применяться эпоксидная смола, фторопласт и ряд специальных добавок [2].

Анализ конструкции на основе модели «слабейшего звена» и использование статистических данных, накопленных на электромашиностроительных предприятиях, показывают, что подавляющее большинство отказов электромеханических преобразователей (ЭМП) переменного тока в эксплуатации (70...90 %) обусловлено отказами изоляции обмоток. Для рассматриваемого класса устройств такой подход логично связан с температурным режимом работы обмотки.

Изоляция обмоток ЭМП общего назначения является низковольтной. Сравнение пробивного напряжения изоляции с уровнями воздействующих напряжений в процессе эксплуатации позволяет говорить о том, что одной из главных причин отказов низковольтных обмоток является наличие в их изоляции "дефектов", представляющих собой сквозные повреждения. Дефект может иметь место в состоянии поставки изоляционных материалов, возникнуть в процессе изготовления обмоток, образоваться при эксплуатации в результате старения изоляции. Дефектность эмалированной изоляции обмоточных проводов в состоянии поставки и после технологических воздействий исследована достаточно полно. Доля дефектов, появляющихся в изоляции обмоток при эксплуатации, составляет почти 50...60 % от общего количества дефектов и зависит не только от уровня воздействующих на изоляцию обмоток эксплуатационных нагрузок (температура обмотки, уровень вибрации, влажность окружающей среды, коммутационные перенапряжения), но и от сочетания конструктивных и эксплуатационных факторов. Поэтому для решения вопросов прогнозирования и повышения надежности и долговечности изоляции обмоток капсулированных электромеханических преобразователей (КЭМП) в процессе эксплуатации необходимо иметь данные о механизме образования дефектов в изоляции при одновременном воздействии тепловой и механической нагрузок, закономерностях дефектообразования в изоляции низковольтных обмоток под действием комплекса основных эксплуатационных факторов, с учетом качества изоляции в состоянии поставки, конструктивных особенностей обмоток и технологических воздействий.

Анализ работ О.Д. Гольдберга, Ю.П. Похолкова, Н. Л. Кузнецова, Н. Ф. Котеленца позволяет считать, что причиной отказов изоляции обмоток является не изменение общего состояния изоляции, а местные дефекты в электрической изоляции. Качество изоляции обмотки, ее физическое состояние в большой степени зависят от конструктивных (коэффициента заполнения паза, диаметра и жесткости обмоточного провода, толщины изоляции, вы-

лета лобовых частей) и эксплуатационных параметров (температура, механические и термомеханические нагрузки, электрические перенапряжения, вибрации, влажности).

Капсулирование обмотки не только позволяет снизить механические (статическое давление на изоляцию, изгибающие и скручивающие усилия, удары и вибрации) и термомеханические нагрузки (результат периодических нагревов и охлаждений обмотки), но и существенно уменьшает действие влаги, ведущей к расщеплению полимерных цепей и гидролитическому разрушению изоляции.

Одной из особенностей обмоток КЭМП является их неремонтопригодность, поэтому электромеханический преобразователь представляет собой невосстанавливаемый объект, для которого величина дефектности изоляции является исходным параметром при расчете на эксплуатационную надежность и долговечность. Используя данные по дефектообразованию, можно оценить показатели безотказности (вероятность безотказной работы (ВБР), среднюю наработку на отказ) и долговечности (гамма-процентный ресурс до капитального ремонта). Критерием отказа обмотки является возникновение виткового, корпусного или междуфазного замыкания. При определении показателей долговечности в качестве предельного состояния принимается величина ВБР, значение которой устанавливается заказчиком в нормативно-технической документации.

Эксплуатационные воздействия на изоляцию обмоток КЭМП. В общем случае на изоляцию в процессе эксплуатации воздействует комплекс нагрузок, которые по физической природе можно разделить на пять основных классов:

1. Тепловые - количество тепла, выделяющегося в обмотке, тепловые перегрузки и тепловые удары.
2. Термомеханические - обусловлены разными коэффициентами теплового расширения изоляции и проводниковых материалов.
3. Механические - воздействие вибраций в процессе эксплуатации; механические напряжения от сжатия провода и корпусной изоляции в пазу и в лобовых частях при бандажировке и капсулировании.
4. Электромагнитные - амплитуда и скорость изменения напряжения, коммутационные перенапряжения, электромагнитные факторы.
5. Климатические - влага, давление, химический состав окружающей среды, пыль, радиация и т.п.

При этом основным эксплуатационным параметром, который определяет срок службы изоляции, является тепловое старение. Различают понятия теплоустойчивости и нагревостойкости изоляции. Теплоустойчивостью называется способность электроизоляционного материала сохранять свои свойства на определенном уровне при относительно кратковременном нагреве. Материал не только не должен при этом разрушаться и расслаиваться, изменять свой химический состав, но также не должно возникать значительных пластических деформаций материала, вытекания или разрушения связующего.

Нагревостойкость характеризует способность материала, без существенного ухудшения характеристик, выдерживать воздействие предельной допустимой температуры в течение периода времени, соответствующего сроку службы при обусловленных величинах других эксплуатационных воздействий. Для практических целей нагревостойкость является более важной характеристикой изоляции, поэтому именно она положена в основу классификации электроизоляционных материалов. Так как нагревостойкость изоляции определяется скоростью старения изоляции в условиях повышенных температур, особое значение приобретают методы расчета скорости старения и на этой основе срока службы КЭМП.

Изоляция в процессе термического старения теряет эластичность, становится хрупкой, неспособной противостоять механическим воздействиям, на ней появляются признаки хрупкого разрыва, возникновения и развития трещин. Кроме этого, тепловое старение приводит к значительному уменьшению сопротивления изоляции и электрической прочности, снижению адгезии пленок пропиточного материала к проводам в системах изоляции, ухудшению стой-

кости изоляции к химически активным средам. Особенно интенсивно старение изоляции при одновременном действии нагрева, механических вибраций и повышенной влажности.

При переходных режимах амплитуды вибраций увеличиваются в десятки раз, что оказывает существенное влияние на процесс разрушения изоляции. В нормальном режиме работы КЭМП вибрация обычно незначительна по амплитуде (10...100 мкм), но количество циклов за время службы может достигнуть порядка 10^{10} . Полимерные материалы обладают сравнительно невысокой усталостной прочностью, поэтому продолжительные вибрации обуславливают увеличение числа трещин, отслоений и других дефектов в изоляции. Действие вибраций на изоляцию выражается главным образом в ее расслоении и образовании мелких трещин, появление которых по мере старения прогрессирует, что связано с постепенным ослаблением крепления обмотки как в пазу, так и в лобовых частях. При действии вибраций происходит постепенное разрушение капсулирующего состава, в результате чего нарушается цементация обмотки, и отдельные проводники приобретают некоторую свободу перемещения. Процессы разрушения изоляций могут значительно ускоряться, если износ происходит в присутствии влаги, хотя следует учитывать, что при нагреве в рабочем состоянии влага удаляется (испаряется) из обмотки. Тогда ее влияние на разрушение изоляции будет сказываться лишь при нахождении КЭМП во влажной среде в нерабочем состоянии. Влага особенно интенсивно проникает во время остывания КЭМП, так как в этот период давление в порах и капиллярах капсулы несколько ниже атмосферного. Малая вязкость и другие свойства воды обуславливают ее высокую способность к проникновению в мельчайшие поры и созданию проводящих участков, способных привести к пробое изоляции при включении КЭМП. Также может происходить гидролитическое разрушение изоляционных материалов, заключающееся в расщеплении полимерных цепей. Периодическое проникновение и удаление влаги увеличивает пористость и гигроскопичность изоляции.

Зависимость качества изоляции в виде уровня ее дефектности и скорости ее изменения при одновременном воздействии температуры, вибрации и влажности может быть получена по результатам ускоренных испытаний опытных макетов капсулированных обмоток при повышенных температурах. При этом полученные результаты экстраполируются в область рабочих температур. Ускоренные испытания изоляции на срок службы по степени приближения к реальным условиям эксплуатации можно разбить на три группы: испытание отдельных материалов, испытание изоляционных систем, испытание реальных конструкций КЭМП. Оценка качества изоляции по числу сквозных дефектов на единицу площади изоляции (дефектности) используется при расчете надежности изоляции обмоток и предполагает, что появление дефектов носит случайный характер, описываемый законом Пуассона.

Исследование надежности изоляции обмоток КЭМП при одновременном воздействии температуры и вибраций. Надежность изоляции обмоток зависит от уровней одновременно воздействующих эксплуатационных факторов, но влияние отдельных факторов, их доленое участие в изучаемом процессе износа изоляции, наличие взаимодействия между ними весьма неопределенны, поэтому для построения математической модели дефектообразования в витковой и корпусной изоляции капсулированных обмоток целесообразно использовать метод планирования эксперимента.

Основные эксплуатационные факторы выбираются при проведении отсеивающих экспериментов и путем анализа априорной информации. В качестве входных переменных матрицы планирования выбираются температура обмотки, величина вибрационного ускорения и время. Выбор уровней и интервалов варьирования переменных производится исходя из условий эксплуатации, требуемой степени ускорения испытаний и ограничений, накладываемых условиями проведения эксперимента.

Температура Θ выбирается таким образом, чтобы в изоляционном материале не происходили необратимые физико-химические изменения, присущие ему при нормальных условиях эксплуатации. Нижний уровень температуры обмотки при испытаниях выбирается близким к температуре класса нагревостойкости изоляции. Верхний уровень вибрационного ускорения ω выбирается выше максимального значения, устанавливаемого при эксплуатации

(вибрационные ускорения до 1 g при эксплуатации считаются нормальными). На основании анализа физико-химических процессов параметр отклика, характеризующий износ изоляции, будет нелинейной функцией уровней факторов. Для получения коэффициентов полинома необходим композиционный план второго порядка, поэтому для проведения ускоренных макетных испытаний пропитанных обмоток реализован центральный композиционный рототабельный план второго порядка для трех факторов. В качестве выходного параметра, количественно характеризующего дефектообразование в изоляции, выбирается приращение дефектности изоляции, определяемое сравнением значений напряжений перекрытия, полученных на образцах с искусственными дефектами и напряжений перекрытия, полученных непосредственно при испытании изоляции. Испытание изоляции на пробой производится после наработки макетов в запланированном режиме количества часов в соответствии с планом эксперимента. Испытание витковой изоляции ведется путем пробоя пар соседних витков. Каждый образец витковой и корпусной изоляции пробивается дважды и по величине разности между напряжениями первого и второго пробоев производится распознавание перекрытий между дефектами и пробоев изоляции.

Зависимости приращения дефектности витковой и корпусной изоляции от исследуемых эксплуатационных нагрузок представлены соответственно на рис. 1 а, б и рис. 2 а, б.

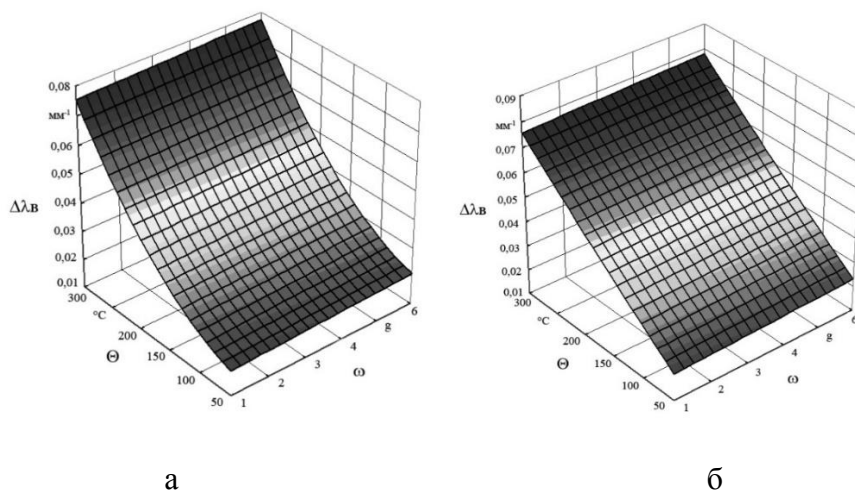


Рис. 1. Зависимость дефектности витковой изоляции от температуры и уровня вибраций
а – 1000 час; б – 10000 час

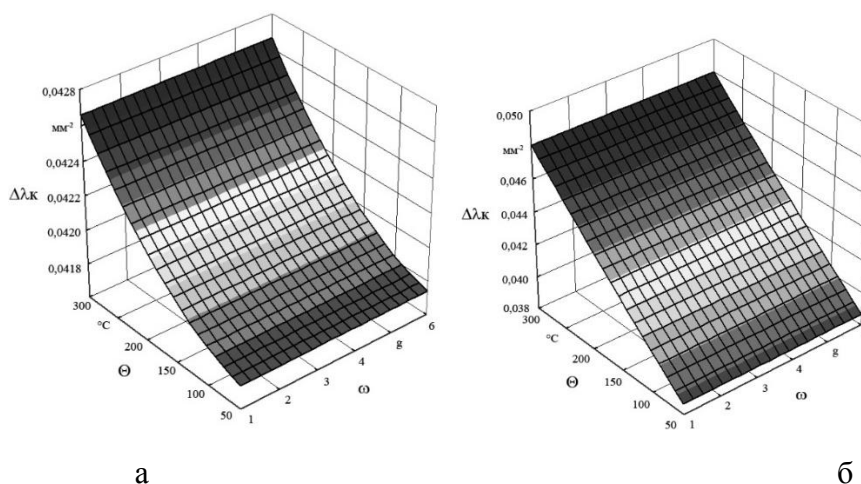


Рис. 2. Зависимость дефектности корпусной изоляции от температуры и уровня вибраций
а – 1000 час; б – 10000 час

Их анализ показывает, что все выбранные эксплуатационные факторы оказывают статистически значимое влияние на процесс дефектообразования, как в витковой, так и в корпусной изоляции. Следует отметить, что воздействие механических вибраций в процессе старения изоляции не оказывает существенного влияния на дефектообразование в изоляции как при низких рабочих температурах 75 °С, так и при более высоких температурах 115 °С, соответствующих классу нагревостойкости изоляции 155 °С, во всем диапазоне изменения уровня вибрационного ускорения от 1 до 6 g. Зависимость приращения дефектности витковой и корпусной изоляции в процессе старения от температуры обмотки имеет нелинейный характер только во время приработки и начального этапа эксплуатации (в пределах первой 1000 часов). Увеличение температуры обмотки от 60 °С до 300 °С при наработке свыше 10000 часов приводит к практически линейному возрастанию дефектности витковой изоляции и корпусной изоляции. В диапазоне изменения уровня вибрационного ускорения от 1 до 6 g и времени эксплуатации от 1000 до 10000 часов приращение дефектности витковой изоляции и корпусной изоляции изменяется линейно во времени.

Исследование надежности изоляции капсулированных обмоток при воздействии температуры и влажности. Влажность также относится к основным эксплуатационным факторам, влияющим на износ изоляции низковольтных обмоток, поэтому при прогнозировании срока службы КЭМП необходима оценка дефектности изоляции обмоток в процессе термовлагодстарения. Использование метода планирования эксперимента дает возможность оценить влияние термовлагодстарения на дефектообразование в витковой и корпусной изоляции обмоток. В качестве входных переменных матрицы планирования выбираются температура обмотки, относительная влажность окружающей среды, отношение времени выдержки в среде с заданной влажностью к времени выдержки при заданной температуре в цикле старения и количество циклов термовлагодстарения. Выбор уровней и интервалов варьирования воздействующих факторов производится из условий эксплуатации КЭМП и требуемой степени ускорения испытаний. В соответствии с выбранными воздействующими факторами при построении плана проведения ускоренных испытаний используется композиционный план второго порядка для четырех факторов: температура, относительная влажность.

Зависимости приращения дефектности витковой и корпусной изоляции обмоток от исследуемых эксплуатационных факторов представлены на рис. 3 а, б и рис. 4 а, б.

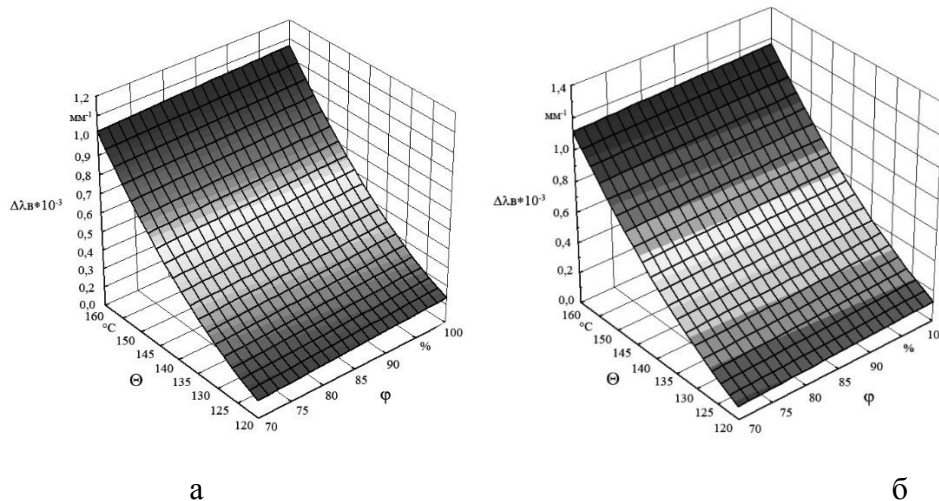


Рис. 3. Зависимости дефектности витковой изоляции от температуры и влажности
 а – 80 циклов, соотношение циклов увлажнения и нагрева 1:2,
 г – 110 циклов, соотношение циклов увлажнения и нагрева 1:1

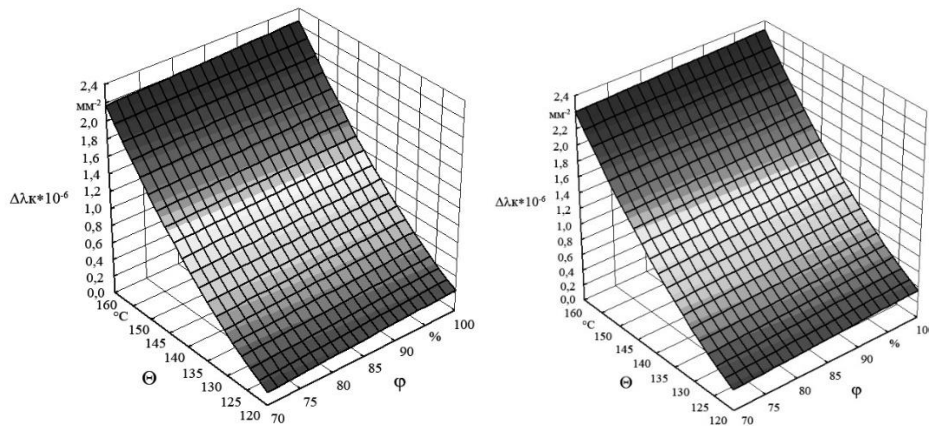


Рис. 4. Зависимости дефектности корпусной изоляции от температуры и влажности
а – 80 циклов, соотношение циклов увлажнения и нагрева 1:2,
б – 110 циклов, соотношение циклов увлажнения и нагрева 1:1

Из приведенных зависимостей видно, что выбранные входные факторы оказывают различное влияние на процесс дефектообразования в витковой и корпусной изоляции, при этом основной вклад в процесс дефектообразования, как и выше, вносит температура обмотки. Анализ зависимостей, представленных на рис. 3 и 4 показывает, что приращение дефектности витковой и корпусной изоляции от уровня относительной влажности изменяется линейно во всем диапазоне расчетных температур. При этом характер зависимостей определяется соотношением времени увлажнения и нагрева в одном цикле и их количества. Увеличение уровня относительной влажности от 70 до 98 % приводит к изменению приращения дефектности витковой и корпусной изоляции приблизительно на 8...10 % для рассматриваемого температурного диапазона.

Анализ отказов обмоток статора КЭМП может основываться на процессах, имеющих место в обмотках электромеханических преобразователей традиционных конструкций закрытого и взрывозащищенного исполнения, а количественная оценка качества изоляции обмоток в процессе эксплуатации может производиться по уровню её дефектности. Показатели безотказности и долговечности ЭМП с капсулированными обмотками статора существенно зависят от характера износа изоляции обмоток при воздействии эксплуатационных факторов. При расчете эксплуатационной надежности капсулированных обмоток ЭМП могут быть использованы количественные зависимости между показателями безотказности и основными воздействующими факторами, полученные по результатам экспериментального определения дефектообразования в системах изоляции. Полученные результаты показывают, что определяющее значение на безотказность капсулированных электромеханических преобразователей оказывают температура и время эксплуатации, которые практически линейно связаны с дефектностью витковой и корпусной изоляции. При капсулировании обмотки статора вибрационные нагрузки и влажность не существенно влияют на показатели надежности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ким К. К., Иванов С.Н.* Некоторые вопросы определения показателей надежности теплогенерирующих электромеханических преобразователей. Изв.ВУЗ. Электромеханика. – 2008.-№6– С. 13-17.
2. *Kim K. K, Ivanov S. N.* The efficiency of the use of composite materials in electrotechnical equipment. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Volume 313 (2018) 012001 doi:10.1088/1757-899X/313/1/012001. P.P.1-7.

УДК 544.43

С. В. Беляев, В. В. Заводова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ РЕАКЦИИ ГОРЕНИЯ СПИРТОВ

Аннотация: Представлены результаты исследования скорости реакции горения предельных одноатомных алифатических спиртов. Показана актуальность исследований кинетических процессов горения различных веществ и материалов. Результаты исследования позволяют получить новую информацию о механизмах химических процессов, происходящих при горении. Информация о механизмах быстрого термического окисления (горения) различных веществ и материалов позволяет решать вопросы поиска возможных способов управления такими процессами.

В работе показано, что при горении алифатических спиртов наблюдается общая тенденция снижения скорости реакции при увеличении количества атомов углерода и водорода в молекуле вещества и возрастании их молекулярной массы. Наблюдается снижение скорости реакции горения всех изученных веществ с течением времени.

Выявленные в работе закономерности позволяют сделать вывод о том, что в ходе реакции горения жидких алифатических спиртов происходит изменение ее механизма.

Ключевые слова: спирты, горение, кинетика горения, скорость химической реакции, порядок химической реакции, концентрация, количество вещества, коэффициент корреляции.

S. V. Belyaev, V. V. Zavadova

RESEARCH OF KINETICS OF ALCOHOLS COMBUSTION REACTIONS

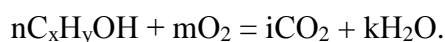
Abstract: The results of a study of the reaction rate of combustion of monatomic monopoly aliphatic alcohols are presented. The relevance of studies of the kinetic processes of combustion of various substances and materials is shown. The research results provide new information on the mechanisms of chemical processes occurring during combustion. Information about the mechanisms of rapid thermal oxidation (burning) of various substances and materials allows us to solve the problem of finding possible ways to control such processes.

It was shown that during the combustion of aliphatic alcohols, there is a general tendency for a decrease in the reaction rate with an increase in the number of carbon and hydrogen atoms in the substance molecule and an increase in their molecular weight. There is a decrease in the reaction rate of combustion of all the studied substances over time.

The patterns revealed in the paper allow us to conclude that during the combustion of liquid aliphatic alcohols a change occurs in its mechanism.

Keywords: alcohols, combustion, combustion kinetics, chemical reaction rate, chemical reaction order, concentration, amount of a substance, correlation coefficient.

Известно[1], что основу процесса горения составляет химическое взаимодействие горючего вещества с окислителем. Если горение происходит в естественных условиях, то окислителем чаще всего является кислород воздуха. Предельные одноатомные алифатические спирты широко используются в промышленности и технологиях как сольвенты, промежуточные и конечные продукты химических синтезов. При этом, в большинстве случаев, они относятся к классу легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ). В общем виде реакция горения предельных одноатомных алифатических спиртов, может быть записана следующем образом:



Поэтому, при исследовании особенностей горения спиртов особое внимание следует

уделить изучению химического фактора этого процесса, как наиболее важного. Получить достоверную информацию о сущности и механизмах химических превращений, происходящих в процессе горения позволяют результаты исследований их кинетики.

Известно, что скорость реакции горения, как и любой химической реакции, зависит от концентрации реагирующих веществ [2]. Если рассматривать гомогенные реакции, то их скорости определяются изменением концентрации вещества, прореагировавшего за единицу времени в единице объема:

$$W_i = -\frac{dC_i}{d\tau} \cdot \frac{1}{V}, \text{ моль}/(\text{с} \cdot \text{м}^3). \quad (1)$$

Такое уравнение справедливо для закрытой системы при $V = \text{const}$, в которой концентрация исходного вещества уменьшается в ходе реакции. То есть, скорость химической реакции определяется изменением концентрации реагирующего вещества в единицу времени в единице объема. Увеличение концентрации будет приводить к возрастанию скорости реакции в следствии возрастания вероятности столкновения реагирующих молекул.

Если исходное вещество в реакции горения находится в жидком состоянии, то его горение происходит в газообразной фазе над поверхностью жидкости [3]. Такой процесс можно с уверенностью назвать гетерогенным. В случае гетерогенных реакций, к которым можно отнести и горение спиртов, их скорости определяются количеством вещества, прореагировавшего за единицу времени на единице площади раздела жидкой и газообразной фаз:

$$W_i = -\frac{dC_i}{d\tau} \cdot \frac{1}{S}, \text{ моль}/(\text{с} \cdot \text{м}^2). \quad (2)$$

То есть, переход взаимодействующих частиц из жидкой фазы в активную газообразную будет зависеть от площади жидкости, над которой происходит горение.

Указанные выше уравнения описывают скорость реакций, происходящих в растворах. Если же концентрация реагирующего вещества близка к 100%, то скорость такой реакции правильнее будет характеризовать скоростью расхода исходных веществ (или скоростью образования конечных продуктов сгорания) в единицу времени на единице площади раздела фаз. То есть, изменением количества вещества в единицу времени на единице площади раздела фаз.

$$W_i = -\frac{dn_i}{d\tau} \cdot \frac{1}{S}, \text{ моль}/(\text{с} \cdot \text{м}^2). \quad (3)$$

Изменение количества исходного вещества в процесс реакции можно контролировать гравиметрическим методом, то есть фиксацией изменения массы вещества в единицу времени. В этом случае, скорость реакции горения может быть описана следующим уравнением:

$$W_i = -\frac{dm_i}{d\tau} \cdot \frac{1}{S}, \text{ моль}/(\text{с} \cdot \text{м}^2). \quad (4)$$

Если площадь жидкости, горение которой исследуется, в процессе реакции остается постоянной, данное уравнение можно использовать в следующем виде:

$$W_i = -\frac{dm_i}{d\tau}, \text{ моль}/(\text{с}). \quad (5)$$

В работе проведено экспериментальное исследование кинетики горения предельных

одноатомных алифатических спиртов: этанол, пропанол-2, пентанол-1, гексанол-1. Все исследуемые вещества имели степень чистоты х.ч.а. или х.ч. и не подвергались дополнительной очистке. Масса исходного вещества в начале реакции составляла 3,00 г.

Реакция горения протекала в термоизолированном керамическом тигле с вертикальными стенками, размещенном на электронных весах с точностью измерения (погрешностью) не более 0,01 г. С учетом геометрических особенностей тигля принимаем, что площадь раздела жидкой и газообразной, в которой протекает реакция, фаз в процессе эксперимента оставалась постоянной и составляла $9,62 \times 10^{-4}$ м². Схема экспериментальной установки представлена на рисунке 1.

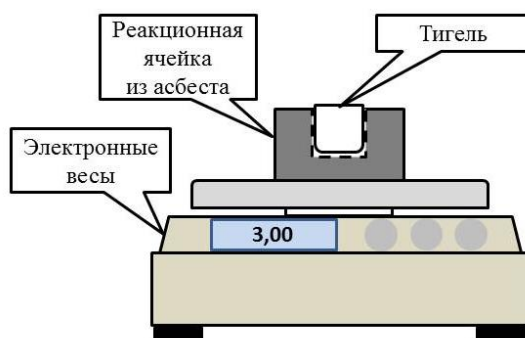


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

С учетом того, что скорость реакции горения определяется, в первую очередь, диффузионными процессами [4], для расчета ее скорости использовались уравнения (4) и (5).

В результате проведенных экспериментальных исследований были получены кинетические кривые горения предельных одноатомных алифатических спиртов в воздушной среде в условиях естественной конвекции продуктов горения. Графики зависимостей изменения количества вещества от времени реакции представлены на рисунке 2.

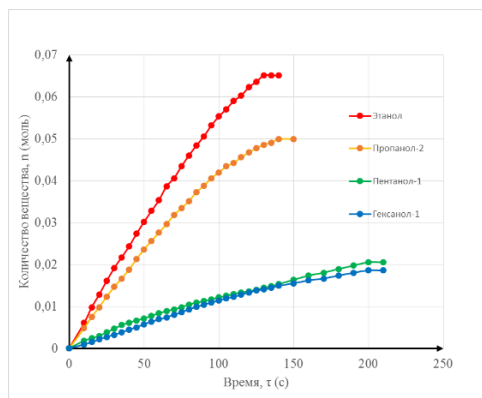


Рис. 2. Зависимость изменения количества вещества предельных одноатомных алифатических спиртов вступивших в реакцию от времени

Данные, представленные на рисунке 2 показывают, что для горения предельных одноатомных алифатических спиртов наблюдается общая тенденция снижения скорости реакции при увеличении длины углеродного скелета молекул, т.е. количества атомов углерода и водорода в молекулах веществ и возрастании их молекулярной массы. При этом, скорости реакции горения этанола и пропанола-2 существенно отличается от скоростей горения пентанола-1 и гексанола-1, которые, в свою очередь, показывают сопоставимые результаты.

Характер полученных зависимостей также показывает, что скорость реакции горения всех изученных веществ меняется в ходе реакции. Во всех случаях начальная стадия реак-

ции, продолжительностью в зависимости от природы исходного вещества от 30 до 65 с, протекает несколько быстрее, чем последующая (рис. 2). Время второй стадии реакции для этанола и пропанола-2 наступает приблизительно через 30 с. после начала реакции и длится до 95 с. от начала процесса. Время второй стадии реакции для пентанол-1 и гексанол-1 наступает через 40 и 65 с. соответственно и длится до 140 с. от начала процесса (рис.3). Скорости всех изученных реакций на этих стадиях имеют заметные отличия друг от друга, что хорошо видно по изменению угла наклона зависимостей представленных на рисунках 3, 4. Для всех изученных веществ скорость начальной (первой) стадии горения выше, чем на последующей –второй стадии.

Следует отметить, что изменение количества вещества, а следовательно и скорости реакции на каждой из отмеченных стадий носит линейный характер. Об этом говорят результаты корреляционного анализа первой и второй стадий реакции горения рассматриваемых углеводородов, представленные на рисунках 3, 4.

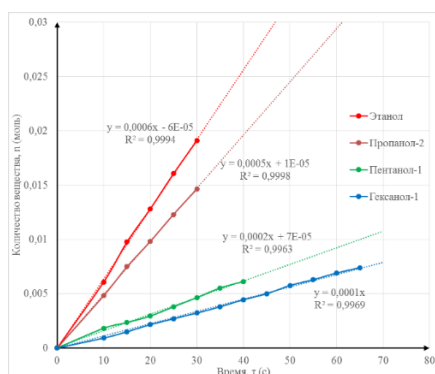


Рис. 3. Зависимость изменения количества вещества предельных одноатомных алифатических спиртов от времени в начальной стадии реакции горения

Проведенный анализ данных, представленных на рисунках 3, 4 показывает, что скорости первой стадии горения всех изучаемых спиртов в 1,1 – 1,7 раза выше, чем скорости их дальнейшего превращения в ходе реакции на второй стадии. Полученные из графических зависимостей результаты расчета скоростей реакций представлены в таблице 1.

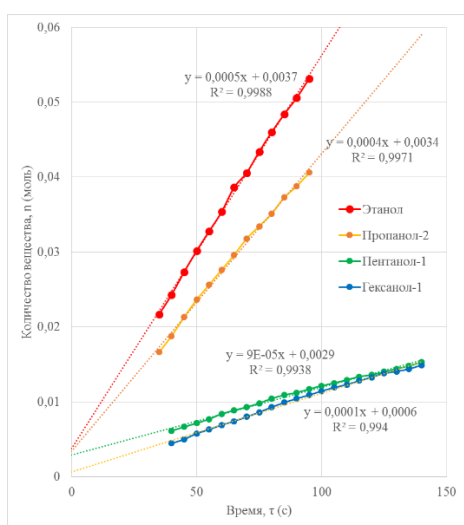


Рис. 4. Зависимость изменения количества вещества предельных одноатомных алифатических спиртов от времени во второй стадии реакции горения

Таблица 1. Скорости реакции горения предельных одноатомных алифатических спиртов

№	Вещество	Скорость реакции, моль/с	
		W ₁	W ₂
1.	Этанол	$6,37 \times 10^{-4}$	$5,25 \times 10^{-4}$
2.	Пропанол-2	$4,88 \times 10^{-4}$	$4,0 \times 10^{-4}$
3.	Пентанол-1	$1,53 \times 10^{-4}$	$0,92 \times 10^{-4}$
4.	Гексанол-1	$1,14 \times 10^{-4}$	$1,05 \times 10^{-4}$

(W₁ – скорость начальной стадии горения; W₂ – скорость второй стадии горения)

Представленные в таблице 1 данные показывают, что самой высокой скоростью горения на начальной стадии реакции обладает этанол, а самую низкую скорость показывает гексанол-1. При дальнейшем протекании процесса соотношение скоростей реакции по стадиям сохраняется. Исключение составляет лишь гексанол-1, скорость горения которого при переходе от начальной ко второй стадии уменьшается в меньшей степени (1,1 раза) и начинает незначительно превышать скорость горения пентанол-1. При оценке и сравнении полученных результатов с данными экспериментального исследования горения других жидких органических веществ, можно сделать вывод о том, что скорости горения предельных одноатомных алифатических спиртов в целом выше, чем скорости горения алифатических и ароматических углеводов (табл. 2).

Таблица 2. Скорости реакции горения алифатических и ароматических жидких углеводородов

№	Вещество	Скорость реакции, моль/с	
		W ₁	W ₂
1.	Гексан	$1,55 \times 10^{-4}$	$0,93 \times 10^{-4}$
2.	Гептан	$1,00 \times 10^{-4}$	$0,57 \times 10^{-4}$
3.	Октан	$0,75 \times 10^{-4}$	$0,55 \times 10^{-4}$
4.	Бензол	$1,86 \times 10^{-4}$	$0,86 \times 10^{-4}$
5.	Толуол	$1,47 \times 10^{-4}$	$0,6 \times 10^{-4}$
6.	о-Ксилол	$0,85 \times 10^{-4}$	$0,51 \times 10^{-4}$

(W₁ – скорость начальной стадии горения; W₂ – скорость второй стадии горения)

Действительно, так как скорость реакции горения должна определяться в большей степени скоростью самой медленной стадии - диффузионными процессами переноса взаимодействующих частиц исходного вещества из менее активного жидкого состояния в более активное газообразное (считается, что скорости взаимодействия активных заряженных частиц в газовой фазе происходят с более высокой скоростью), то скорость этого процесса должна возрастать в ходе реакции вследствие повышения температуры в реакционной ячейке. Однако, как показывают результаты эксперимента этого не наблюдается, т.к. зависимости в этом случае не имели другой вид.

Выявленные закономерности позволяют сделать вывод о том, что в ходе реакции горения жидких предельных одноатомных алифатических спиртов происходит изменение ее механизма, которое приводит к существенному снижению скорости реакции горения в 1,1-1,7 раза. В ходе реакции происходит, вероятно, изменение ее механизма. Механизм реакции имеет сложный переходный характер как минимум в две стадии. Полученные в работе экспериментальные и расчётные данные могут быть положены в основу определения и описания механизма реакции, с целью получения возможности управления процессом горения жидких углеводородов. Так, для повышения скорости горения и теплоотдачи, например в

тепловых машинах, целесообразно использовать механизм первой стадии, а при ликвидации неконтролируемых возгораний (пожаров) целесообразно направлять ход реакции по второй ступени с реализацией механизмов прекращения горения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лушпа А.И. Основы химической термодинамики и кинетики химических реакций: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Двигатели внутреннего сгорания». – М.: Машиностроение, 1981. – 240 с., ил.
2. Никитин А.В. Кинетические закономерности окисления легких алканов и их смесей в среднетемпературной области. Дисс. канд. хим. наук. Черноголовка. 2016. – 127 с.
3. Якимов С.А. Исследование химии горения богатых углеводородных пламен. Дисс. канд. физ.- мат наук. Новосибирск. 2011.
4. Басевич В.Я., Беляев А.А., Посвянский В.С., Фролов С.М. Механизмы окисления и горения нормальных парафиновых углеводородов: переход от C_1 – C_{10} к C_{11} – C_{16} / Химическая физика, 2013, том 32, № 4, с. 1–10.
5. Беляев С.В., Коровин П.В., Снегирев Д.Г. Исследование кинетики реакции горения жидких углеводородов // Сетевое издание «Пожарная и аварийная безопасность» ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России №2. 2018.

УДК 537.525

Д. Б. Мурин¹, А. В. Дунаев¹, А. М. Ефремов^{1,2}

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО И РЕАКТИВНО-ИОННОГО ТРАВЛЕНИЯ В СРЕДЕ ВОДОРОД-ФТОР-УГЛЕРОДНЫХ ГАЗОВ

Аннотация: с помощью методов оптической эмиссионной спектроскопии и атомно-силовой микроскопии проведены исследования процессов плазмохимического и реактивно-ионного травления кремния во фреоне R-23 (CHF_3). Получены и проанализированы данные по взаимосвязи интенсивностей излучения с концентрациями активных частиц плазмы. Выявлены закономерности изменения шероховатости поверхности от внешних (задаваемых) параметров процесса травления.

Ключевые слова: плазма, озонобезопасные фреоны, диагностика, активные частицы, травление, спектральный контроль, интенсивности излучения.

D. B. Murin, A. V. Dunaev, A. M. Efremov

THE PROCESS PARAMETERS CONTROL OF PLASMA-CHEMICAL AND REACTIVE-ION ETCHING IN THE ENVIRONMENT OF HYDROGEN-FLUORINE-CARBON GASES

Abstract: using the methods of optical emission spectroscopy and atomic force microscopy, plasma-chemical and reactive-ion etching of silicon in R-23 freon (CHF_3) was studied. Data on the relationship of the radiation intensities with the concentrations of active plasma particles were obtained and analyzed. The regularities of changes in surface roughness from external (specified) parameters of the etching process are revealed.

Keywords: plasma, ozone-safe freons, diagnostics, active particles, etching, spectral control, radiation intensity.

Развитие технологии электроники во второй половине 20 в. привело к необходимости поиска эффективной альтернативе жидкостным методам размерного травления и очистки поверхностей, используемых материалов. Выбор был сделан в пользу технологий, основанных на использовании неравновесной низкотемпературной газоразрядной плазмы. Основной областью применения плазменных процессов в современной технологии микро и нанoeлектроники является травление поверхностей полупроводниковых пластин и различных слоев [1]. Под термином «плазменное травление» понимают контролируемое удаление материала с поверхности подложек под воздействием энергетически (ЭАЧ) и химически активных частиц (ХАЧ) плазмы. В зависимости от типов активных частиц, обеспечивающих взаимодействие плазмы с обрабатываемым материалом, процессы плазменного травления подразделяются на три группы [2]: 1) процессы при которых удаление поверхностных слоев материала происходит в результате химических реакций активных частиц (свободных атомов, радикалов, ионов и электронов), так называемое плазмохимическое травление (ПХТ); 2) удаление материала с поверхности происходит в результате физического распыления, ионами (химически не реагирующими с обрабатываемым материалом) – ионно-плазменное (ИПТ) травление; 3) процессы, сочетающие совместное воздействие физического распыления и химических реакции (в том числе с химически активными ионами) – реактивное ионно-плазменное травление (РИПТ).

Характерной чертой современной технологии плазменного травления является использование сложных газовых систем. В таких системах реализуется комплексное воздействие плазмы на обрабатываемый материал с участием нескольких типов активных частиц и, как следствие, с одновременной реализацией нескольких каналов взаимодействия (физического и/или химического). Это открывает возможности гибкой настройки и оптимизации выходных параметров процесса. Так, в настоящее время озонобезопасные газовые системы типа $C_xH_yF_z$: CF_4 , CHF_3 , CH_2F_2 , CH_3F являются перспективными плазмообразующими средами при проведении процессов травления полупроводников, в частности кремния (Si). Основной целью использования подобных систем является получение свободных атомов галогенов и галогенсодержащих радикалов, которые, обладая высокой химической активностью, позволяют достигать более высоких значений скоростей травления, селективности и анизотропии процесса при формировании топологии микросхем по сравнению с известными жидкостными травителями. В частности, атомарный фтор (F) приводит к непосредственному травлению проводниковых и полупроводниковых материалов, а роль частиц водорода (H), в основном, сводится к восстановлению поверхностных оксидов или так называемому «полирующему травлению» обрабатываемой поверхности. Эффективная реализация и оптимизация плазменных процессов требует знания взаимосвязей между внешними параметрами плазмы, ее параметрами и составом. Одним из основных невозмущающих методов получения такой информации является оптическая эмиссионная спектроскопия (ОЭС) плазмы. Кроме этого, одним из важных аспектов плазмохимического травления является показатель качества полученной поверхности. С точки зрения исследования рельефа, одним из наиболее перспективных методов контроля поверхности является атомно-силовая микроскопия (АСМ), главными достоинствами которой: возможность получения достоверных данных о высоте микрорельефа, отсутствие дополнительных промежуточных процедур, снижающих достоверность результатов, возможность получения нанометрового разрешения на воздухе и т.д.

Исходя из вышесказанного, и была сформулирована цель данной работы, а именно: 1) контроль кинетики плазмохимического травления по излучению активных частиц и продуктов взаимодействия, невозмущающим методом ОЭС; 2) выявление закономерности изменения шероховатости поверхности (как показателя качества обработки) кремния после травления в ВЧ плазме фреона CHF_3 , для дальнейшего применения полученных результатов в технологии формирования топологии полупроводника.

Эксперименты по исследованию параметров плазмы проводились в реакторе индукционно-связанной плазмы (ICP) планарного типа установка «Платран–100ХТ» (13.56 МГц). Данная установка предназначена для плазмохимического травления полупроводниковых материалов, а также металлических пленок. Установка обеспечивает возможность обработки пластин диаметром до 100 мм, а также меньших размеров толщиной от 0.3 до 2 мм. Откачка системы производилась механическим пластинчато-роторным (Leybold VCS, производительность 30 м³/час) и турбомолекулярным (TMP 803 LMTC, производительность 800 л/сек) насосами. Контроль рабочего давления в реакторе осуществлялся баратроном с верхним пределом измерения 0.1 Торр. Измерение и контроль расхода плазмообразующего газа проводились при помощи расходомеров с верхним пределом 200 см³/мин. Система контроля температуры предусматривает возможность автоматической стабилизации температуры подложки за счет регулирования скорости потока охлаждающей жидкости.

В качестве плазмообразующего газа в данной работе использовался фреон R–23 (CHF₃). Фреон R-23 (CHF₃) брали из баллонов с маркой «чистый» (МРТУ 51–77–66), содержание основного газа не менее 99.985%. В качестве внешних (задаваемых) параметров плазмы выступали вкладываемая мощность (200–1250 Вт), потенциал смещения (0 ÷ -107 В), давление газа (1–10 мТор) и температура образца (20–300 °С).

Время травления (обработки) варьировалось от 40 секунд до 3 минут. Образцы исследуемого полупроводникового материала вырезались из кремниевой пластины (S ~ 1 см²). До помещения в реактор поверхность образцов очищалась от масляных, пылевых и жировых загрязнений в толуоле и ацетоне. Скорость травления определялась гравиметрическим методом, путем взвешивания образцов до и после обработки в плазме на аналитических весах WA–34.

Спектральные измерения реализовывались с помощью оптоволоконных спектрометров AvaSpec 2048 и AvaSpec 3648, рабочий диапазон длин волн 200–1000 нм. Фиксация излучения осуществлялась через кварцевое окно плазмохимического реакторе. При расшифровке спектров излучения использовались справочники [3, 4]. Контроль рельефа поверхности обрабатываемых образцов проводился посредством атомно-силового микроскопа Solver P47-PRO, который позволяет исследовать поверхность образцов на участках размером до 50×50 мкм.

Метод оптической эмиссионной спектроскопии основан на регистрации излучения плазмы в ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной областях спектра. Одним из необходимых условий использования данного метода является точная идентификация спектра излучения исследуемого газа и установление механизмов образования и гибели излучающих состояний частиц. Основной сложностью при интерпретации результатов спектральных измерений является неоднозначная взаимосвязь измеряемых интенсивностей излучения и концентраций соответствующих частиц в основном состоянии.

Перед исследованием процесса травления Si, нами были получены спектры излучения ВЧ плазмы «чистого газа» фреона R-23 (рис. 1).

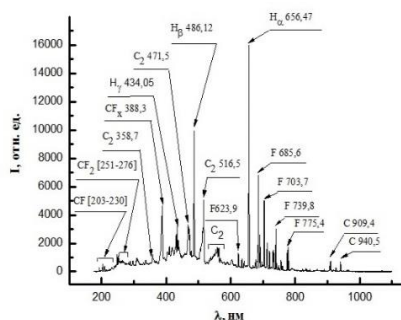


Рис. 1. Спектр излучения ВЧ плазмы фреона R-23 CHF₃
($p = 2.8$ мТорр, $W = 950$ Вт, $U = 0$ В).

Было обнаружено, что в спектре присутствует группа линий атомарного фтора в области 620–780 нм (наиболее интенсивными являются линии 623.9 нм, 685.6 нм, 690.2 нм, 703.7 нм, 739.8 нм, 775.4 нм). Излучения атомарного Н представлено 4-мя характерными линиями серии Бальмера: H_{α} (656.47 нм), H_{β} (486.12 нм), H_{γ} (434.05 нм), H_{δ} (410.1 нм). Также были зафиксированы две группы линий атомарного углерода (200–300 и 900–1000 нм), наиболее интенсивными линиями, из которых являются 247.8 нм, 296.8 нм, 477.1 нм, 505.2 нм, 909.4 нм и 940.5 нм соответственно. Излучение молекулярных компонентов представлено полосами CF в интервале от 203 нм до 230 нм, из которых можно выделить 202.9 нм, 208.3 нм, 223.8 нм, 230.8 нм, CF₂ в интервале от 251 нм до 276 нм, наиболее интенсивными являются 251.8 нм, 259.5 нм, 276.1 нм. Спектр излучения молекул водорода представлен слабо интенсивными полосами α -системы Фулхера (575–625 нм). Излучение молекул углерода представлено тремя системами полос Свана (468.4 нм, 471.5 нм, 473.7 нм; 512.9 нм, 516.5 нм; 547.0 нм, 550.2 нм, 554.0 нм, 558.5 нм, 563.5 нм). Излучение молекулы СН представлено полосой 431.4 нм. Излучение молекулярного фтора представлено полосой 538.8 нм. Ионный состав плазмы фреона R-23 представлен излучением компонента CH^+ с длиной волны 443.38 нм.

Кроме этого, в излучении плазмы фреона R-23 была обнаружена полоса с длиной волны 388.3 нм. Был проведен сравнительный анализ спектров излучения фреонов R-12 и R-23, в результате которого, было установлено, что вид, оттенение и интенсивность полосы 388.3 нм при наложении спектров трифторметана и дифтордихлорметана друг на друга практически идентичны. Исходя из состава плазмообразующих газов (CHF₃ и CF₂Cl₂), можно предположить, что данная полоса относится к молекулярному углероду, либо к фторидам углерода (CF_n, где n = 1, 2, 3). Известно, что молекулярный углерод не имеет полосы в данной области спектра. Таким образом, можно предположить, что полоса с длиной излучения 388.3 нм принадлежит CF_n, (где, n = 1, 2, 3).

Следующим этапом работы, являлось исследование спектров излучения ВЧ плазмы фреона R-23 при травлении кремния. Кроме линий атомов и полос молекул характерных для ВЧ плазмы «чистого» фреона R-23, были обнаружены группы линий атомарного кремния (наиболее интенсивная 288.1 нм), а также полосы излучения SiF в интервале от 258.4 нм до 336.3 нм. Так же в спектре излучения были зафиксированы полосы молекулярного кремния (в интервале 348–400 нм) и полосы SiH (418.3, 419.9 нм), однако их не удалось проанализировать вследствие слабой интенсивности.

Для анализа влияния внешних параметров разряда на концентрации нейтральных частиц плазмы и кинетику процессов их образования и гибели были выбраны атомарные линии C (247.8 нм), Si (288.1 нм), H (486.12 нм, 656.47 нм), F (685.6 нм, 703.7 нм), и полосы молекул CF (202.9 нм), SiF (336.3 нм), CF (388.3 нм), CH (431.4), C₂ (516.5 нм), CF₂ (262.8 нм), F₂ (538.8 нм). Данные излучательные состояния обладают высокой интенсивностью и не перекрываются с соседними максимумами во всем исследованном диапазоне параметров разряда. Также заметим, что высокие значения энергий возбуждения данных частиц позволяют рассматривать возбуждение электронным ударом как основной механизм заселения верхних состояний. Кроме этого, низкие времена жизни возбужденных состояний обуславливают излучательную дезактивацию как основной механизм гибели возбужденных частиц. Фактически это означает, что для вышеописанных излучательных состояний заселенность возбужденного состояния и интенсивность излучения пропорциональны скорости возбуждения. Следовательно, изменение интенсивности излучения несет информацию об изменении концентрации невозбужденных частиц, представляющих основной интерес при анализе и оптимизации плазмохимических процессов с использованием газовых смесей на основе CHF₃. Также отметим, что в ходе проведения экспериментов, было установлено, что целевой процесс травления кремния (появление продуктов взаимодействия плазмы с кремнием) начитается по истечении 40 секунд. Причиной данного индукционного периода является необходимость удаления активными частицами плазмы пассивирующей пленки SiO₂. Уменьшение индукционного периода возможно при использовании потенциала смещения на подложкодержателе.

Из экспериментальных данных видно, что интенсивности излучения при увеличении времени травления кремния практически не изменяются во всем исследованном диапазоне. Такое поведение полученных зависимостей обусловлено постоянством параметров разряда и хорошо согласуется с литературными данными. В тоже время, интенсивности излучения продуктов травления Si линейно возрастают (~ в 3 раза) с увеличением потенциала смещения от 0 В до -107 В. Это связано с тем, что увеличение смещения на подложкодержатель приводит к росту концентрации активных частиц, участвующих в процессе травления (за счет появления направленного потока ионов на обрабатываемую поверхность) и, как результат, увеличению скорости травления. В свою очередь увеличение концентрации активных частиц, участвующих в процессе травления, ведет к эффективной газификации продуктов взаимодействия от обрабатываемой поверхности.

Изменение мощности, вкладываемой в разряд, и потенциала смещения, подаваемого на подложкодержатель, приводит к росту всех интенсивностей излучательных компонентов (например, Si и SiF рисунок 2). Это приводит к росту концентрации активных частиц (например, водорода и фтора), что в свою очередь способствует повышению скорости травления и соответственно росту общей концентрации частиц в плазме.

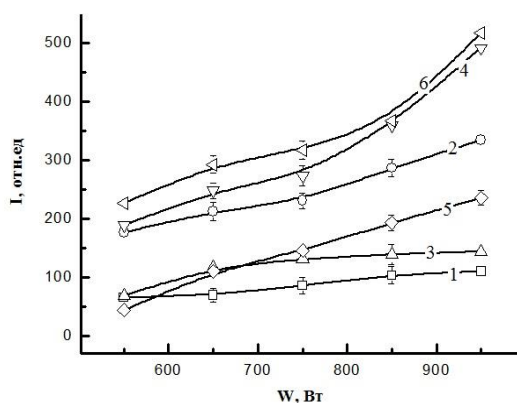


Рис. 2. Зависимости интенсивности излучения линии Si 288.1 нм (1, 3, 5) и полосы SiF 336.3 нм (2, 4, 6) в плазме CHF₃ от мощности вкладываемой в разряд при травлении кремния ($p = 2.8$ мТорр, $W = 950$ Вт, $U = 0$ В (1, 2), $U = -61$ В (3, 4), $U = -107$ В (5, 6)).

Заметим, что при смещении 0 В интенсивности излучения линий Si и полос SiF имеют слабый рост, это связано с недостатком энергии ионов для достижения эффективной скорости ионно-стимулированной десорбции продуктов взаимодействия и деструкции пассивирующей пленки. Причинами слабого роста интенсивностей излучения полос CF 202.9 нм, CF₂ 262.8 нм, F₂ 538.8 нм и линии C 247.8 нм с увеличением вкладываемой мощности в разряд могут являться атомно-молекулярные процессы с участием данных радикалов или же эффективное расходование CF, CF₂ и F₂ в процессах диссоциации.

Далее перейдем к результатам исследования влияния параметров разряда и времени травления на качество поверхности кремния при травлении в плазме фреона R-23. Было установлено, что средняя шероховатость поверхности необработанного образца кремния составляет 9 нм. Как видно из таблицы 1, значения шероховатости поверхности прямо пропорциональны времени травления образца для всех трех рассмотренных случаев потенциала смещения (0, -61 и -107 В). Различия в значениях шероховатости поверхности без и с наличием смещения связано со следующими причинами: 1) Наличие собственного оксидного слоя, 2) Образование в процессе травления пассивирующих пленок на поверхности кремния, 3) Изменение лимитирующих стадий травления.

Таблица 1. Зависимость шероховатости от времени обработки.

Смещение, В	Время, с	σ , нм (показатель шероховатости)
0	45	10.65
	60	13.7
	75	15.44
-61	45	11.07
	60	14.67
	75	18.37
-107	45	11.23
	60	15.56
	75	21.69

Значения шероховатости поверхности от вкладываемой мощности представлены в таблице 2. Из полученных данных видно, что значения шероховатости имеют тенденцию к увеличению. Можно сделать вывод, что увеличение мощности, вкладываемой в разряд, приводит к увеличению эффективности взаимодействия плазмообразующего газа с поверхностью кремния, в том числе и за счет эффективного разрушения оксидной пассивирующей пленки.

Таблица 2. Зависимость шероховатости от мощности разряда.

Смещение, В	Вкладываемая мощность, Вт	σ , нм (показатель шероховатости)
0	550	9.92
	750	12.36
	950	14.04
-61	550	10.13
	750	13.5
	950	15.16
-107	550	10.38
	750	14.23
	950	16.06

В результате работы получены и проанализированы спектры излучения плазмы ВЧ разряда фреона R-23 при травлении кремния. Показано, что излучение плазмы ВЧ разряда представлено атомарными и молекулярными компонентами. Сделано предположение, что зависимости интенсивностей линий и полос от внешних условий разряда определяются возбуждением излучающих состояний при прямых электронных ударах. При этом их поведение хорошо согласуется с характером зависимостей скорости травления при тех же условиях. Проведен анализ поверхности полученных образцов при помощи атомно-силовой микроскопии. Посчитаны и занесены в таблицы средние показатели шероховатости исследованных образцов. Полученные данные вносят вклад в развитие современной плазмохимии, а именно устанавливают взаимосвязи между внешними параметрами плазмы, ее внутренними характеристиками и составом; и предлагают оптимальные режимы проведения процессов плазмохимического и реактивно-ионного травления и организации невозмущающих спектральных методов контроля.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-37-00064 мол_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abe H., Yoneda M., Fujiwara N. Developments of plasma etching technology for fabrication semiconductor devices. *Jap. J. App. Phys.* 2008. V. 47. pp. 1435–1455.
2. Sugawara M. Plasma etching. Fundamentals and applications. N-Y.: Oxford University Press Inc, 1992. 304 p.
3. Пирс Р., Гейдон А. Отождествление молекулярных спектров. М.: Изд. иностр. лит, 1949. 540 с.
4. Свентицкий А. Р., Стриганов Н. С. Таблицы спектральных линий нейтральных и ионизованных атомов. М.: Атомиздат, 1966. 900 с.

УДК 66.047.3.085.1

А. А. Липин, П. Е. Ковалев, А. Г. Липин

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»

КИНЕТИКА СУШКИ АНТИАДГЕЗИОННОГО ПОКРЫТИЯ НА ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩЕМ МАТЕРИАЛЕ

Аннотация: Выполнено экспериментальное исследование кинетики терморadiационной сушки антиадгезионного покрытия на основе талька на звукопоглощающем композиционном материале. Установлено влияние плотности теплового потока от источника ИК-излучения на скорость процесса. Предложено математическое описание процесса сушки антиадгезионного покрытия в условиях ИК-излучения и естественной конвекции, которое позволяет прогнозировать изменение влагосодержания и температуры покрытия.

Ключевые слова: сушка, кинетика, звукопоглощающие материалы, энергоэффективность, математическое моделирование.

A. A. Lipin, P. E. Kovalev, A. G. Lipin

DRYING KINETICS OF THE ANTIADHESIVE COATING ON THE SOUND ABSORBING MATERIAL

Abstract: Experimental study of the kinetics of thermal radiation drying of the antiadhesive coating based on talc on a sound-absorbing composite material was carried out. The influence of the heat flux density from the IR radiation source on the process speed is established. A mathematical description of the drying process of the antiadhesive coating under IR radiation and natural convection, which allows to predict the change in moisture content and temperature of the coating, is proposed

Keywords: drying, kinetics, sound absorbing materials, energy efficiency, mathematical modelling.

Звукопоглощающие материалы широко применяются в строительстве, автомобильной и авиационной промышленности. Широкое распространение среди них получили листовые композиционные материалы на основе пенополиуретана с битумной пропиткой [1]. Такой материал помимо звукопоглощающих обладает еще и теплоизоляционными свойствами.

На поверхность композиционного материала наносятся функциональные покрытия: клеевой монтажный слой с одной стороны и защитный антиадгезионный слой с другой.

Для выбора рациональных технологических режимов сушки функциональных покрытий необходимо знать кинетику процесса. В настоящей работе экспериментально исследовалась кинетика терморadiационной сушки антиадгезионного покрытия на основе водной су-

пензии талька. Целью исследований являлось определение влияния параметров сушки на скорость протекания процесса и получение данных для дальнейшего моделирования этого процесса.

Экспериментальные исследования выполнялись на лабораторной установке (рис. 1), состоящей из следующих основных элементов: источника ИК-излучения (1), закрепленного на кронштейне (2), подставки (4), на которой размещалась металлическая кювета (3) с высушиваемым материалом. Подставка с кюветой помещались на электронные весы (6). Для защиты весов от ИК-излучателя применялся теплозащитный экран (5).

При проведении экспериментов тонкий слой суспензии формировался на дне металлической кюветы с размерами $0,03 \times 0,05$ м. Через определенные промежутки времени измерялись масса образца и его температура. Для измерения температуры служила термопара (8), показания которой индицировались на цифровом приборе (9). Для измерения массы применяли электронные весы Ohaus с ценой деления $0,01$ г.

Проводились две серии опытов с разной плотностью теплового потока от источника излучения, которая регулировалась путем изменения расстояния между образцом и ИК-излучателем.

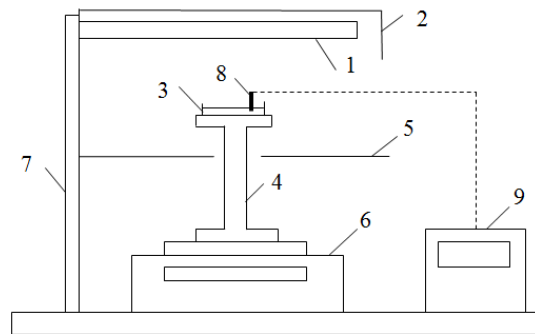


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – ИК – излучатель; 2 – отражатель; 3 – кювета; 4 – подставка; 5 – теплозащитный экран; 6 – электронные весы; 7 – кронштейн; 8 – термопара; 9 – цифровой индикатор

На рис. 2 представлены кривые сушки и температурные кривые при разных плотностях теплового потока q от источника ИК-излучения. Начальная толщина слоя суспензии в обоих опытах составляла 1 мм. Уменьшение q в $1,32$ раза увеличивает продолжительность процесса в $1,2$ раза. При этом второй период сушки проходит в более мягких условиях, что принципиально важно при высушивании покрытия на композиционном материале, т.к. последний имеет ограничения по нагреву.

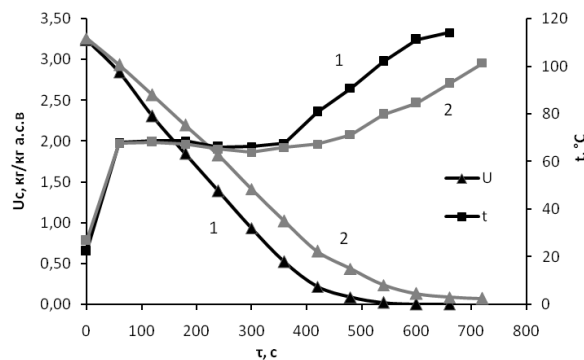


Рис. 2. Кривые сушки и температурные кривые для суспензии талька: 1 – $q=5804$ Вт/м²; 2 – $q=4384$ Вт/м²

Для исследования влияния композиционного шумопоглощающего материала на кинетику сушки функционального покрытия были проведены опыты, в которых на дно металлической кюветы помещался образец композиционного материала, а тонкий слой суспензии формировался на его поверхности. Кривые сушки (рис. 3), полученные при сушке суспензии талька на материале и без него практически совпадают, что свидетельствует о том, что материал, на котором формируется антиадгезионное покрытие, не оказывает существенного влияния на его сушку.

Полученные экспериментальные данные были использованы при моделировании процесса сушки функционального покрытия и идентификации параметров математической модели.

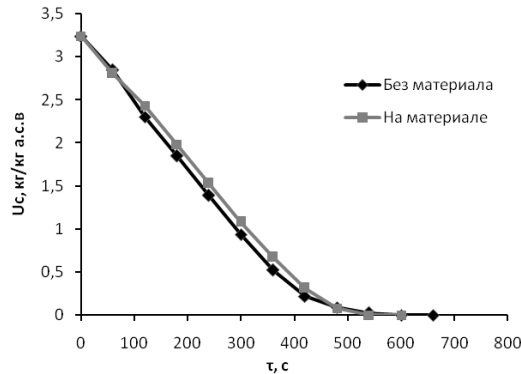


Рис. 3. Влияние шумопоглощающего материала на кинетику сушки суспензии талька

При выражении движущей силы процесса сушки, как разности парциальных давлений водяных паров, требуется знать значение давления водяных паров над поверхностью суспензии талька. Давление водяных паров представим в виде произведения давления насыщенного водяного пара $P_{н.в.п.}$ на поправочный коэффициент ψ , зависящий от влагосодержания суспензии:

$$P_{сусп.в.п} = P_{н.в.п} \cdot \psi . \quad (1)$$

Тогда массовый поток испаренной влаги можно найти по следующей формуле:

$$W_{ср.сусп} = \beta_p \cdot (P_{н.в.п} \cdot \psi - P_{г}) \cdot F_{исп} , \quad (2)$$

где β – коэффициент массоотдачи, $P_{г}$ – парциальное давление водяных паров в воздухе, окружающем установку, $F_{исп}$ – поверхность испарения.

Значение поправочного коэффициента ψ находилось путем решения обратной задачи:

$$\psi = \frac{W_{ср.сусп} + P_{г}}{\beta_p \cdot F_{исп} \cdot P_{н.в.п}} . \quad (3)$$

Массовый поток испаренной влаги из суспензии талька определяли путем обработки кривых сушки (рис. 2), полученных экспериментально:

$$W_{ср.сусп} = \frac{\Delta m_{сусп}}{\Delta \tau} , \quad (4)$$

где $\Delta m_{сусп}$ – убыль массы суспензии, $\Delta \tau$ – интервал времени.

Зависимость давления насыщенного водяного пара от температуры в интервале от 0 до 100 °С хорошо аппроксимируется следующей формулой [2]:

$$P_{н.в.п} = 617 \cdot \exp\left(\frac{17,25 \cdot t}{238 + t}\right). \quad (5)$$

Для определения коэффициента массоотдачи проводились дополнительные опыты. Исследовалась кинетика испарения воды в тех же условиях, что и сушка суспензии. Коэффициент массоотдачи находился по следующей зависимости:

$$\beta_p = \frac{W_{исп.в}}{(P_{н.в.п} - P_r) \cdot F_{исп}}, \quad (6)$$

где $W_{исп.в}$ – скорость испарения воды, которая определялась путем обработки экспериментальных данных.

Математическая обработка полученных данных позволяет рекомендовать следующую функциональную зависимость для расчета поправочного коэффициента:

$$\psi = 1,199 \text{ при } U \geq 0,52; \quad (7)$$

$$\psi = 3,681 \cdot U^2 + 0,322 \cdot U + 0,021 \text{ при } U < 0,52. \quad (8)$$

Для прогнозирования параметров процесса сушки суспензии талька в условиях, отличающихся от экспериментальных, была разработана его математическая модель. Математическое описание процесса включает следующие уравнения.

Уравнение, позволяющее прогнозировать изменение влагосодержания суспензии:

$$dU/d\tau = \beta_p / m_c \cdot (P_{суп.в.п} - P_r) \cdot F. \quad (9)$$

Уравнение, позволяющее прогнозировать температуру высушиваемой суспензии:

$$dt/d\tau = (q \cdot F + r^* \cdot m_c \cdot dU/d\tau - \alpha_r \cdot (t - t_r) \cdot F) / [m_c \cdot (c_r + c_b \cdot U) + m_n \cdot c_n], \quad (10)$$

где U – влагосодержание суспензии; τ – время проведения процесса; m_c – содержание сухого вещества в суспензии; m_n – масса подложки; α_r – коэффициент теплоотдачи от высушиваемого образца к воздуху; r^* – теплота парообразования; F – площадь кюветы; c_b , c_r , c_n – теплоемкости, соответственно, воды, твердой фазы суспензии и материала подложки; t_r – температура воздуха; q – плотность теплового потока.

Первое слагаемое в правой части уравнения характеризует подвод теплоты ИК-излучением. Второе – затраты теплоты на испарение влаги. Третье – теплообмен с окружающим воздухом.

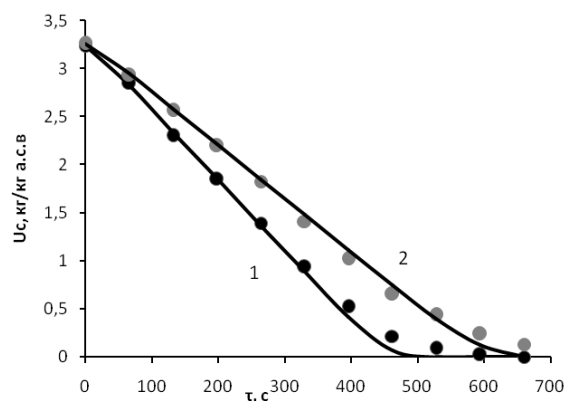


Рис. 4. Сопоставление опытных и расчетных данных

Для расчета парциального давления паров воды над поверхностью суспензии в зависимости от влагосодержания и температуры использовались формулы (1), (5).

Решение данной системы уравнений проводилось средствами пакета Mathcad. На графике рис. 4 приводится сопоставление опытных (точки) и расчетных (линии) данных, показывающее их хорошее соответствие.

Таким образом, в результате выполненной работы экспериментально получены кривые сушки и термограммы процесса сушки антиадгезионного покрытия на шумопоглощающем материале в условиях ИК-излучения и естественной конвекции. Разработано математическое описание этого процесса и выполнена параметрическая идентификация уравнений модели. Разработанная математическая модель позволяет прогнозировать изменение влагосодержания и температуры суспензии во времени процесса.

В дальнейшем планируется исследование кинетики сушки суспензии в условиях вынужденной конвекции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы. – СПб: НОТ, 2008 г. – 822 с.
2. Липин А.А., Небукин В.О., Липин А.Г. Моделирование процессов теплопереноса при капсулировании гранул в фонтанирующем слое // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2018. Т. 61. №4-5. С. 98-104.

УДК 614.841.411:667.637

С. Н. Наконечный, К. А. Порядочнова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ШУХАРТА ПРИ ОЦЕНКЕ СТАБИЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА ИСПЫТАНИЙ НА ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТЬ ОБРАЗЦОВ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ

Аннотация: Данная работа посвящена изучению возможности применения контрольных карт Шухарта при проведении испытаний на воспламеняемость образцов древесины с использованием стандартной установки по определению групп воспламеняемости строительных материалов «ВСМ» в целях оценки стабильности процесса.

Ключевые слова: контрольная карта, время воспламенения, процесс воспламенения, древесина, береза, тепловой поток, воспроизводимость.

S. N. Nakonechnyy, K. A. Poryadochnova

APPLICATION OF CONTROL CARDS OF SHUHART IN THE EVALUATION OF THE STABILITY OF THE TEST PROCESS FOR THE FLAMMABILITY OF BIRCH WOOD SAMPLES

Abstract: This paper is devoted to the study of the possibility of using Schuhart control charts when testing for flammability of wood samples using the standard installation to determine the flammability groups of construction materials "VSM" in order to assess the stability of the process.

Keywords: control card, ignition time, ignition process, wood, birch, heat flux, reproducibility.

Целью данной работы является изучение процесса испытаний на воспламеняемость образцов древесины березы с помощью контрольных карт Шухарта (X-карт) в целях определения его стабильности и получения достоверных, сходимых и воспроизводимых результатов испытаний. Данная работа является продолжением исследований в области изучения процессов воспламенения и самовоспламенения древесины лиственных и хвойных пород [3, 4].

В настоящей работе в качестве объекта исследования была рассмотрена древесина березы. В целях изучения процесса воспламенения образцов древесины березы были проведены испытания по методике, определенной ГОСТ 30402-96 [1]. Сущность метода состоит в определении параметров воспламеняемости материала (КППТП, время воспламеняемости) при заданных стандартом уровнях воздействия на поверхность образца лучистого теплового потока и пламени от источника зажигания. Испытательная аппаратура, образцы и их подготовка к испытаниям, а также методика испытаний более подробно описаны в предыдущих работах [4].

Как известно, погрешность измерений по источнику возникновения состоит из трех составляющих: методической, инструментальной и субъективной.

Методические погрешности возникают из-за недостаточной разработанности или несовершенства метода измерения, измерительной схемы или ее элементов.

Инструментальные погрешности обусловлены конструктивными, технологическими, схемными недостатками приборов и неточной градуировкой, а также погрешностями отсчета, определяемыми ценой деления у аналоговых приборов и единицей наименьшего разряда у цифровых. Так, для измеренных значений массы образцов древесины значением погрешности является класс точности измерительного прибора (весов). В соответствии с технической документацией, для весов установлена погрешность в 0,01 г. Аналогично определяются погрешности измерений габаритов образцов (линейка, штангенциркуль), времени (секундомер), влажности (влажномер), прибор для измерения плотности теплового потока (ИПП-2) и установка для определения групп воспламеняемости строительных материалов («ВСМ»). При проведении измерений в несколько операций, значение погрешности является суммой погрешностей средств измерений. Таким образом, погрешность (Δ) в величинах рассчитывается по закону накопления ошибок:

$$\Delta = (\sum \delta_i^2)^{1/2}, \quad (1)$$

где δ_i – погрешность i – й величины.

Субъективные погрешности обусловлены несовершенством органов чувств оператора, невниманием при измерениях и индивидуальными особенностями. При использовании цифровых приборов субъективные погрешности отсутствуют.

Ввиду того, что при исследованиях использовались цифровые приборы, то субъективной погрешностью (ввиду ее небольшого значения) можно пренебречь.

Грубые ошибки, промахи (существенное превышение величины погрешности, ожидаемой при данных условиях измерения, появляющееся в результате неправильной записи показаний прибора, неправильного отсчета по прибору) при расчетах не учитывались и в общей оценке участия не принимали.

В настоящей работе впервые был применен метод оценки стабильности процесса испытаний и сходимости и воспроизводимости полученных результатов с использованием контрольных карт Шухарта.

Контрольная карта – это графическое средство, использующее статистические подходы, важность которых для управления производственными процессами была впервые показана доктором У. Шухартом в 1924 году [2].

Цель контрольных карт – обнаружить неестественные изменения в данных из повторяющихся процессов и дать критерии для обнаружения отсутствия статистической управляемости. Если процесс неуправляем, то главная задача - приведение процесса в стабильное

состояние, для чего нужно найти коренные причины вмешательства в систему и устранить их.

В лабораторных исследованиях, равно как и настоящей работе, используется карта средних арифметических (\bar{X}), которая применяется в случае контроля по количественному признаку, таких показателей качества как длина, масса, прочность на разрыв и др.

\bar{X} – карта строится на основе исходных данных (рис. 1). Для её построения необходимо рассчитать центральную линию (CL) – соответствует эталонному значению характеристики, а также верхнюю (UCL) и нижнюю (LCL) контрольные линии контрольной карты средних значений (\bar{X} -карты), которые рассчитываются следующим образом:

$$\begin{aligned} CL &= \mu \\ UCL &= \mu + 3 \cdot \sigma \\ LCL &= \mu - 3 \cdot \sigma, \end{aligned}$$

где μ – эталонное значение характеристики (математическое ожидание); σ – установленный стандартом допуск (дисперсия).

Границы $\pm 3\sigma$ указывают, что около 99,7 % значений характеристики подгрупп попадут в эти пределы при условии, что процесс находится в статистически управляемом состоянии. Другими словами, есть риск, равный 0,3%, что нанесённая точка окажется вне контрольных границ, когда процесс стабилен. Как только особые причины найдены и исключены, процесс снова готов к продолжению работы. \bar{X} -карта показывает, где находится среднее процесса и какова его стабильность.

Для оценки стабильности и управляемости процесса испытаний на воспламеняемость древесины березы (целью которых является получение достоверных, сходимых и воспроизводимых данных) мы использовали контрольные карты Шухарта (\bar{X} -карта), представленные в табл. 1 – 2 и рис. 2 – 3.



Рис. 1. Пример \bar{X} -карты Шухарта для количественных данных

Таблица 1. Данные для построения контрольной карты Шухарта (\bar{X} -карты) для испытаний на воспламеняемость необработанной древесины березы (при $q_{в} = 15 \text{ кВт/м}^2$)

Номер п/п	Значение	$\mu - 3\sigma$	$\mu - 2\sigma$	μ	$\mu + 2\sigma$	$\mu + 3\sigma$
01	87	69,31	75,41	87,60	99,79	105,89
02	79	69,31	75,41	87,60	99,79	105,89
03	89	69,31	75,41	87,60	99,79	105,89
04	95	69,31	75,41	87,60	99,79	105,89
05	92	69,31	75,41	87,60	99,79	105,89
06	91	69,31	75,41	87,60	99,79	105,89
07	83	69,31	75,41	87,60	99,79	105,89
08	85	69,31	75,41	87,60	99,79	105,89
09	79	69,31	75,41	87,60	99,79	105,89
10	96	69,31	75,41	87,60	99,79	105,89

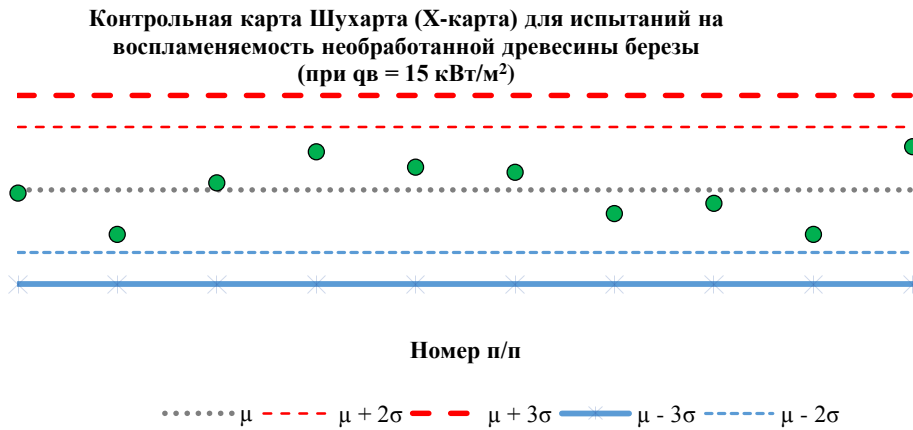


Рис. 2. Контрольная карта Шухарта (X-карта) для испытаний на воспламеняемость необработанной древесины березы (при $q_v = 15 \text{ кВт/м}^2$)

Таблица 2. Данные для построения контрольной карты Шухарта (X-карты) для испытаний на воспламеняемость необработанной древесины березы (при $q_v = 20 \text{ кВт/м}^2$)

Номер п/п	Значение	$\mu - 3\sigma$	$\mu - 2\sigma$	μ	$\mu + 2\sigma$	$\mu + 3\sigma$
01	49	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58
02	53	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58
03	46	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58
04	44	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58
05	52	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58
06	55	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58
07	49	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58
08	42	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58
09	55	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58
10	40	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58

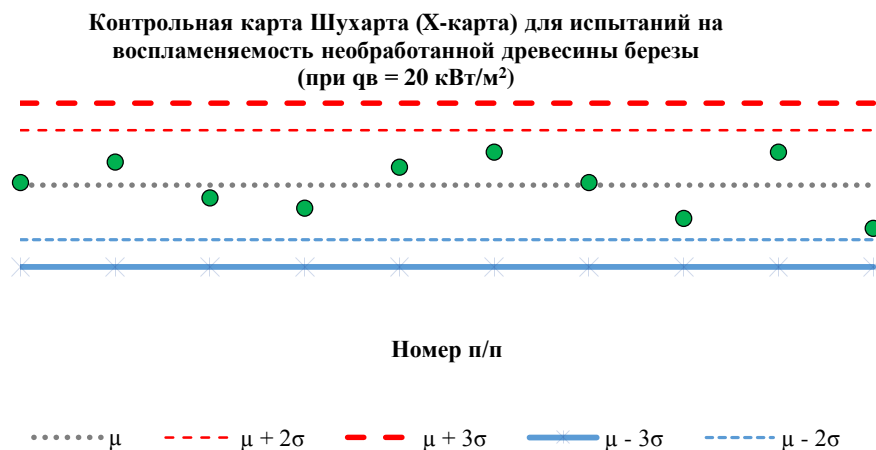


Рис. 3. Контрольная карта Шухарта (X-карта) испытаний на воспламеняемость необработанной древесины березы (при $q_v = 20 \text{ кВт/м}^2$)

Как видно из полученных данных, ни одна точка результатов испытаний не выходит за границы верхних и нижних контрольных линий процесса испытаний, что говорит о стабильности и управляемости процесса, позволяющим получать достоверные результаты, от-

личающиеся сходимостью и воспроизводимостью. Этот вывод получен на основе того, что результаты испытаний были получены серией опытов в течение нескольких дней.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 30402-96. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость.
2. ГОСТ Р 50779.42-99. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта.
3. *Наконечный С.Н.* Изучение процесса самовоспламенения образцов древесины листовых пород. Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XII Международной научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны, Иваново, 29–30 ноября 2017 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – 1003 с. – ISBN 978-5-6040373-2-4.
4. *Наконечный С.Н.* Исследование процессов воспламенения и самовоспламенения огнезащищенных образцов древесины хвойных пород // Проблемы и перспективы пожарно-технической экспертизы и надзора в области пожарной безопасности: сборник трудов секции № 11 XXVIII Международной научно-практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь», 22 марта 2018 года. – ФГБОУ ВО АГЗ МЧС России. – 2018. – 72 с.

УДК 547.979.733

Е. Н. Крылов¹, Л. В. Вирзум²

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет

²ФГБОУ ВО Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. Д. К. Беляева

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕАКЦИОННОГО ЦЕНТРА И ЭФФЕКТЫ ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ КАК ДЕСКРИПТОРЫ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ТЕТРАГАЛОГЕН ТЕТРААЗАПОРФИНОВ

Аннотация: молекулярный электростатический потенциал в его локальной форме весьма чувствителен к изменению структуры тетрагалогентетраазапорфинов. Этот дескриптор адекватно отражает изменение их реакционной способности при комплексообразовании как электрофильном замещении в окне тетраазапорфина и изменение стадии, лимитирующей скорость.

Ключевые слова: молекулярный электростатический потенциал, тетрагалогентетраазапорфины, реакционная способность, комплексообразование, электрофильное замещение.

E. N. Krylov, L. V. Virzum

MOLECULAR ELECTROSTATIC POTENTIAL ON REACTION CENTRE AND SUBSTITUENT EFFECTS AS A DESCRIPTORS OF REACTION ABILITY OF TETRAHALOGENE TETRAASAPORPHYNES

Abstracts: the molecular electrostatic potential in its local form more sensitive to change the structure of tetrahalogenetetraasaporphines. He adequately reflects changes their reaction ability under complex formation as electrophilic substitution in window of tetraasaporphine, as well as change stage limiting velocity these two-stage processes.

Key words: molecular electrostatic potential, tetrahalogen tetraasaporphine, reaction ability, complex formation, electrophilic substitution.

Реакционная способность органических соединений и механизмы органических реакций могут быть исследованы различными методами, в том числе основанными на приложении теории DFT к количественной теории жестких и мягких кислот и оснований [7, 9, 15, 19]. Для описания химической активности молекул методами квантовой химии рассчитываются их параметры, называемые DFT-индексами реакционной способности (далее – ИРС) [5, 7], величины которых характеризуют как активность молекулы в целом, так и активность отдельных реакционных центров (так называемые локальные ИРС). К последним относится молекулярный электростатический потенциал (МЭП) на реакционном центре (V_{esp}) [15, 16].

МЭП обычно ассоциирован с электроотрицательными атомами (азот, кислород, сульфонильная сера), причем в этом регионе молекулы наблюдаются в местах локальных минимумов с более отрицательным по сравнению с окружающим МЭП. Распределение МЭП влияет на дальнедействующее взаимодействие реагентов [15]. В современных публикациях [15, 16, 17] МЭП рассматривается как фундаментальный фактор, определяющий природу и поведение атомов и молекул и их способность к межмолекулярным взаимодействиям.

Для описания реакционной способности органических соединений МЭП является более подходящим статическим дескриптором по сравнению с зарядом на атомах, поскольку МЭП представляет собой физически наблюдаемую величину [18], в отличие от зарядов, которые квантово-химически не определены, да и величины их очень зависят от методов расчета и базисов. Известно, например, что шесть различных методов определения заряда дают величину заряда на атоме углерода в нитрометане от -0.478 до $+0.564$ [20].

Для анализа реакционной способности макроциклов аналогичный метод на основе других локальных ИРС применен при анализе активности реакционных центров магниевого комплекса 5,10,15,20-тетразапорфина [4].

Образование комплексов тетрагалогентетразапорфинов (ТГТАП) в бинарных системах AcOH – пиридин (Py) с различным содержанием второго компонента имеет особенности, связанные с состоянием ТГТАП в этих растворителях. При содержании пиридина 1% скорости комплексообразования весьма низки, а константы скорости второго порядка имеют величины, не превышающие $5.4 \cdot 10^{-3}$ л/моль*с (пример для незамещенного тетразапорфина, ТАП). При переходе к системе, содержащей 40% Py эти константы увеличиваются почти на два порядка, достигая величины 0.270 л/моль*с (для тетрафтортетразапорфина) (табл. 1).

Таблица 1. Кинетические параметры реакций второго порядка образования цинковых комплексов ТГТАП в бинарных средах [6].

N	ТГТАП	$K_v(298\text{K})$, л/моль*с	$\log K_v$	E_a , кДж/моль	$-\Delta S$, Дж/моль*К
1	ТАП	0.0054	-2.2676	52 ± 7	180 ± 16
2	F ₄ -ТАП	0.00074	-3.1308	72 ± 4	146 ± 13
3	Cl ₄ -ТАП	0.0011	-2.9586	77 ± 4	128 ± 11
4	Br ₄ -ТАП	0.0020	-2.6990	78 ± 6	110 ± 13
5	ТАП	0.191	-0.7190	62 ± 3	106 ± 10
6	F ₄ -ТАП	0.270	-0.5686	58 ± 3	147 ± 8
7	Cl ₄ -ТАП	0.225	-0.6478	54 ± 5	161 ± 11
8	Br ₄ -ТАП	0.197	-0.7055	71 ± 3	120 ± 12

Примечание: данные 1 – 4 получены в системе $\text{AcOH} + 1\% \text{Py}$, 5 – 8 – в системе $60\% \text{AcOH} + 40\% \text{Py}$.

При этом скорости реакции (константы скорости) в системе $60\% \text{AcOH} + 40\% \text{Py}$ увеличиваются в порядке увеличения донорных (точнее, уменьшения акцепторных) свойств заместителей, что согласуется с электрофильным характером атаки катиона Zn^{+2} на реакционный центр как стадии, определяющей скорость реакции. Однако в системе $\text{AcOH} + 1\% \text{Py}$ наблюдается обратный порядок изменения констант, что формально противоречит электрофильному характеру процесса (табл. 1).

Указанное противоречие может быть разрешено с использованием представления о молекулярной электростатическом потенциале в его локальной форме – атомном электростатическом потенциале (АЭП), количественно характеризующем - как дескриптор - реакционную способность реакционных центров – атомов азота в окне тетраазапорфина, на которых происходит электрофильное замещение водорода (точнее, протона) на катион Zn^{+2} .

Как и в других электрофильных процессах [1], эта реакция может лимитироваться как электрофильной атакой катиона цинка, так и катионоидным отрывом протона. При этом тренд зависимости константы скорости реакции (ее логарифмической анаморфозы) от величины АЭП может указать на стадию, лимитирующую скорость, поскольку процесс может быть согласованным [3], но не синхронным [10].

Расчет структур ТГТАП проведен программным комплексом ADF 2014 [8] на уровне теории DFT M06/6-311+G* с учетом влияния растворителя на уровне неспецифической сольватации методом SMD [13]. При этом предполагается, что в системе AcOH + 1%Py главную роль в неспецифической сольватации играет AcOH, а в системе 60%AcOH + 40% Py – пиридин, что учтено соответствующим значением диэлектрической проницаемости и размера молекулы растворителя. Пример структуры тетрафтортетраазапорфина приведен на рис. 1, а результаты расчета – в табл. 1.

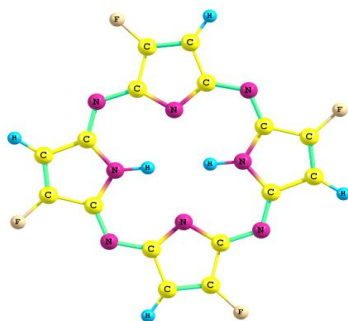


Рис. 1. Структура тетрафтортетраазапорфина, DFT M06/6-311+G*, SMD.

Таблица 2. Квантово-химические параметры ТГТАП, DFT M06/6-311+G*, SMD, Хиршфельд. E(HOMO), E(LUMO) – Hartree, Vesp – a. u.

N	ТГТАП	E(HOMO)	E(LUMO)	Vesp(N) *)	Vesp(N), NH-группы *)
1	ТАП	-0.22776	-0.12393	-18.417177 -18.417183	-18.346725 -18.346734
2	F ₄ -ТАП	-0.23606	-0.13281	-18.390366 -18.390364	-18.319587 -18.319581
3	Cl ₄ -ТАП	-0.23555	-0.13478	-18.391243 -18.391243	-18.321026 -18.321031
4	Br ₄ -ТАП	-0.23495	-0.13469	-18.392311 -18.392312	-18.322510 -18.322515
5	ТАП	-0.22773	-0.12391	-18.417680 -18.417680	-18.346694 -18.346691
6	F ₄ -ТАП	-0.23490	-0.13169	-18.389313 -18.389311	-18.317929 -18.317928
7	Cl ₄ -ТАП	-0.23476	-0.13396	-18.389948 -18.389953	-18.319108 -18.319106
8	Br ₄ -ТАП	-0.23412	-0.13379	-18.391320 -18.391317	-18.320828 -18.320824

Примечание: данные 1 – 4 получены при расчете в системе 99% AcOH + 1% Py, 5 – 8 – в системе 60% AcOH + 40% Py. *) два значения из-за наличия двух атомов данного типа. 1 a.u. Vesp = 3.0277*10⁻⁹ кл/м [2].

Такой метод позволяет рассчитать энергии сольватации с «химической» точностью (0.6 – 1.0 ккал/моль) [14], что важно при учете влияния среды. Расчет зарядов проведен в схеме Хиршфельда [11], которая считается одной из наиболее хорошо физически обоснованных [12], поэтому данные, полученные в этой схеме, считаются достаточно достоверными. В табл. 2 заряды рассчитаны на атомах азота, находящихся в окне макроцикла. Расчет молекул ТГТАП в бинарной среде, содержащей 40% пиридина проведен аналогично, однако с учетом предпочтительной сольватации молекул ТГТАП пиридином вследствие сильного взаимодействия последнего и протонов NH-групп из-за высокой основности пиридина.

Продолжение табл. 2

N	ТГТАП	$\sigma(m)$	$\sigma(p)$	$\sigma(p)^+$	Q(N)	Q(N),NH-группы
1	ТАП	0.0	0.0	0.0	-0.2049 -0.2049	-0.0676 -0.0676
2	F ₄ -ТАП	0.337	0.062	-0.073	-0.1999 -0.1999	-0.0640 -0.0640
3	Cl ₄ -ТАП	0.373	0.273	0.114	-0.1972 -0.1972	-0.0621 -0.0621
4	Br ₄ -ТАП	0.393	0.232	0.150	-0.1965 -0.1965	-0.0618 -0.0618
5	ТАП	0.0	0.0	0.0	-0.2052 -0.2052	-0.0673 -0.0673
6	F ₄ -ТАП	0.337	0.062	-0.073	-0.1992 -0.1992	-0.0629 -0.0629
7	Cl ₄ -ТАП	0.373	0.273	0.114	-0.1964 -0.1964	-0.0609 -0.0609
8	Br ₄ -ТАП	0.393	0.232	0.150	-0.1960 -0.1960	-0.0606 -0.0606

Примечание: данные 1 – 4 получены при расчете в системе 99% AcOH + 1% Py, 5 – 8 – в системе 60% AcOH + 40% Py. Q – в ед. заряда электрона. σ -константы – из [1].

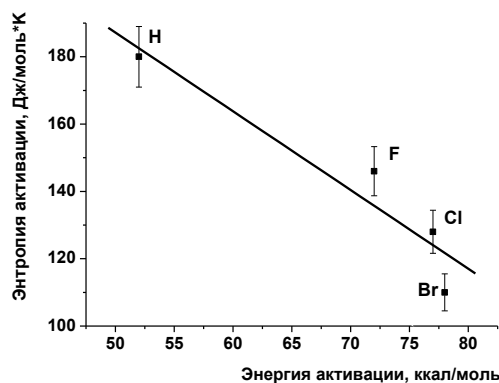


Рис. 1. ИзокINETическое соотношение реакции образования комплекса ТАП и ТГТАП с Zn⁺² в среде AcOH + 1% Py.

$$\Delta S^\ddagger = (304.16 \pm 38.62) - (2.33 \pm 0.55) * E_a, R = -0.949, SD = 11.50, N = 4, P = 0.051. \quad (1)$$

По невыясненной пока причине здесь и далее незамещенный ТАП в корреляции, рассматриваемые далее, не входит. Вероятно, данный факт есть следствие заметного различия в реакционной способности незамещенного тетраазпорфина по сравнению с его галогензамещенными.

На это указывает не вполне удовлетворительная корреляция ($R = -0.949$) по правилу изокINETического соотношения (1) (см. рис. 1) между энтропией активации и энергией активации, хотя параметр P, характеризующий вероятность случайного появления линейной корреляции, едва превышает 5%. По всей вероятности, незамещенный ТАП не входит в одну реакционную серию с его галогензамещенными.

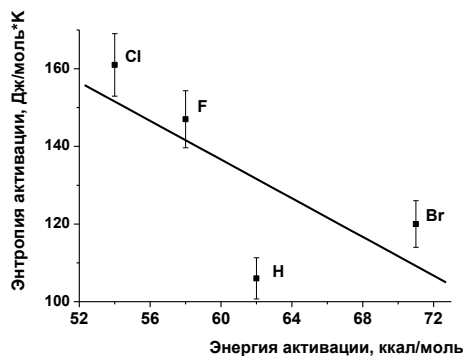


Рис. 2. ИзокINETическое соотношение реакции образования комплекса ТАП и ТГТАП с Zn^{+2} в среде АсОН + 40% Ру.

$$\Delta S^\ddagger = (286.094 \pm 103.186) - (2.49 \pm 1.68) \cdot E_a, R = -0.725, SD = 21.11, N = 4, P = 0.275. \quad (2)$$

Еще более худшая корреляция ($R = -0.725$) по изокINETическому правилу (2) наблюдается в среде АсОН + 40% Ру (рис. 2). Очевидно, что незамещенный ТАП не входит в единую реакционную серию с его галогензамещенными по невыясненным пока причинам, поэтому далее рассматривались только данные по реакционной способности галогензамещенных ТАП.

Реакционная способность ТГТАП в реакции комплексообразования с Zn^{+2} в среде АсОН (+ 1% Ру) как функция МЭП на атоме азота, не несущего водород (N) описывается соотношением (3). Реакционная способность ТГТАП в реакции комплексообразования с Zn^{+2} в среде 60% АсОН + 40% Ру) как функция МЭП на атоме азота, не несущего водород (N) описывается соотношением (4):

$$\log K_v(\text{АсОН})(298\text{K}) = - (4099.8 \pm 245.3) - (222.8 \pm 13.3) \cdot V_{\text{esp}}(\text{N}), R = -0.998, SD = 0.018, N = 3, P = 0.038. \quad (3)$$

$$\log K_v(\text{АсОН}+40\%\text{Ру})(298\text{K}) = (1176.8 \pm 363.2) + (64.0 \pm 19.8) \cdot V_{\text{esp}}(\text{N}), R = 0.955, SD = 0.0286, N = 3, P = 0.190. \quad (4)$$

Аналогичные по смыслу, тренду, параметрам и указаниям на стадию, лимитирующую скорость, зависимости получены по МЭП на NH-группах (по атому азота) (5) и (6).

$$\log K_v(\text{АсОН}) = - (2712 \pm 292) - (147.9 \pm 16.0) \cdot V_{\text{esp}}(\text{NH}), R = -0.994, SD = 0.033, N = 3, P = 0.068. \quad (5)$$

$$\log K_v(\text{АсОН}+40\%\text{Ру}) = (846.2 \pm 169.6) + (46.2 \pm 9.3) \cdot V_{\text{esp}}(\text{NH}), R = 0.981, SD = 0.019, N = 3, P = 0.126. \quad (6)$$

Обращает на себя внимание противоположный характер трендов зависимостей (3) и (4.), а также (5) и (6) Отрицательный тренд зависимости (3) соответствует электрофильной атаке Zn^{+2} как стадии, определяющей скорость, так как чем более отрицателен МЭП, тем быстрее идет реакция.

Положительный тренд зависимости (4) соответствует обратной картине, поскольку реакции способствует уменьшение отрицательного значения МЭП. В этом случае стадией, определяющей скорость, является, по всей вероятности, катионоидный отрыв протона (протонов) молекулой пиридина, так как чем менее отрицателен МЭП, тем легче отрывается протон.

Эффект изменения МЭП, однако **не согласуется** с электронными эффектами заместителей, поскольку аналогичные корреляции (по физическому смыслу) на $\sigma(m-)$ -константы дают противоположное указание на стадию, лимитирующую скорость. При установлении со-

ответствия между $\log K_v$ и $\sigma(m)$ -константами заместителей обнаружено, что в среде $\text{AcOH} + 1\% \text{Py}$ тренд корреляции положительный (7), а в среде $\text{AcOH} + 40\% \text{Py}$ – отрицательный (8).

$$\log K_v(\text{AcOH}) = (-5.636 \pm 0.779) + (7.362 \pm 2.115) \cdot \sigma(m), R = 0.961, SD = 0.0849, N = 3, P = 0.1781. \quad (7)$$

$$\log K_v(\text{AcOH} + 40\% \text{Py}) = (0.247 \pm 0.065) - (2.416 \pm 0.177) \cdot \sigma(m), R = -0.997, SD = 0.0071, N = 3, P = 0.0465. \quad (8)$$

Вызвано это **парадоксальным фактом** увеличения отрицательного атомного электростатического потенциала при увеличении акцепторных свойств заместителя (9). На данной стадии исследования наблюдаемая картина не имеет теоретического объяснения. Можно лишь предполагать, что такое явление вызвано либо спецификой взаимодействия макроцикла с галогенными заместителями, относительно которых макроцикл может быть акцептором, либо неприменимостью данных $\sigma(m)$ -констант для гетероциклической структуры.

$$V_{\text{esp}}(N) = (-18.389362 \pm 0.000119) - (0.000972 \pm 0.000055) \cdot \sigma(X), R = -0.998, SD = 0.000078, N = 3, P = 0.036. \quad (9)$$

Данное предположение представляет собой рабочую гипотезу, основанную на наблюдаемой картине зависимости реакционной способности ТГТАП от величины МЭП на реакционном центре и эффектах заместителей. Тем не менее данный подход на основе расчета МЭП может служить основой для диагностики механизма комплексообразования ТГТАП с катионом Zn^{+2} ,

Таким образом, при изменении состава растворителя по всей вероятности меняется соотношение между скоростями этих стадий, определяющими скорость, поскольку процесс является двухстадийным – электрофильная атака Zn^{+2} сопровождается катионоидным отрывом уходящей группы (PyH^+).

Корреляции $\log K_v$ и зарядов на атомах азота, как несущих протон, так и свободных, имеют существенно худшее качество, поскольку между зарядами и МЭП не наблюдается линейной зависимости, что подтверждает высказанное ранее предположение [20].

Таким образом, молекулярный электростатический потенциал в его локальной форме (МЭП на атоме как реакционном центре) представляется весьма чувствительным к изменению структуры ТАП дескриптором, адекватно отражающим изменение их реакционной способности при комплексообразовании и изменение стадий, лимитирующих скорость этих двухстадийных процессов. Вполне вероятно, что данный подход будет применим и к оценке и диагностике механизмов комплексообразования других макроциклических структур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Днепроvский А. С., Темникова Т. И. Теоретические основы органической химии. Л.: Химия. 1991. 560 с.
2. Гордеев Е. Г. Влияние электронного строения ряда дикарба-клозо-додекаборанов(12) на их реакционную способность. Автореф. дисс. канд. хим. наук. М.: МГАТХТ им. М.В.Ломоносова (МИТХТ). 2007. 26 с.
3. Дьюар М., Догерти Р. Теория возмущений молекулярных орбиталей в органической химии. М.: Мир. 1977. 696 с.
4. Ишуткина М. В., Хелевина О. Г., Крылов Е. Н., Александрыйский В. В., Койфман О. И. Бромирование магниевого комплекса 5,10,15,20-тетразапорфина. // ЖОрХ. 2015. Т. 51. Вып. 11. С. 1681 – 1687.
5. Крылов Е. Н. Дескрипторы органических реакций: квантово-химические индексы реакционной способности // Вестник Ивановского государственного университета. 2014. Вып. 2. С. 39 – 53.

6. Тимофеева С. В. Реакция сульфирования и превращения сульфопроизводных тетразапорфина. Автореф. дисс... канд. хим. наук. Иваново. 1994. ИГХТА (ИГХТУ). 16 с.
7. A matter of density. Exploring the electron density concept in the chemistry, biological and materials sciences. / *Sukumar N.*, Ed. Hoboken: J.Wiley and Sons Inc, 2013, 318 p.
8. *Baerends E. J.* et al. ADF2014. SCM. Theoretical Chemistry. Vrije Universiteit. Amsterdam. The Netherlands. 2014. <http://www.scm.com>. Посл. обр. 24.01.2019.
9. Chemical reactivity theory. A density functional view. / *Chattaraj P. K.*, Ed. 2009. Boca Raton: CRC Press. 610 p.
10. *Dewar M. S. J.* Multibond Reactions Cannot Normally Be Synchronous. // *J. Am. Chem. Soc.* 1984. Vol. 106. No 1. P. 209 – 219.
11. *Hirshfeld F. L.* Bonded atom fragments for describing molecular charge densities. // *Theor. Chim. Acta.* 1977. Vol. 44. N 1. P. 129 – 138.
12. *Liu S.-B.* Conceptual density functional theory and some recent developments. // *Acta Phys.-Chim. Sin.* 2009. Vol. 25. N 3. P. 590 – 600.
13. *Marenich A. V., Cramer C. J. Truhlar D. G.* Universal Solvation Model Based on Solute Electron Density and on a Continuum Model of the Solvent Defined by the Bulk Dielectric Constant and Atomic Surface Tensions. // *J. Phys. Chem. B* 2009. Vol. 113. P. 6378 – 6396.
14. *Mennucci, B., Cammi R.* Continuum Solvation Models in Chemical Physics: From Theory to Applications. Chichester: John Wiley & Sons. 2008. P. 65 - 80.
15. *Politzer P., Murray J. S.* Molecular electrostatic potentials. Some observations. / In: Concepts and methods in modern theoretical chemistry. Ghosh S.K., Chattaraj P.K., Eds. N.-Y.: CRC Press. 2013. 450 p. P. 181 – 199.
16. *Murray J. S., Politzer P.* The electrostatic potential: an overview. // *WIREs Comput. Mol. Sci.* 2011. Vol. 1. Iss. 2. P. 153 - 163. doi: 10.1002/wcms.19.
17. *Politzer P., Murray J. S.* The fundamental nature and role of the electrostatic potential in atoms and molecules. // *Theor. Chem. Acc.* 2002. Vol. 108. N 3. P. 134 – 142.
18. *Stewart R. F.* On the mapping of electrostatic properties from Bragg diffraction data. // *Chem. Phys. Lett.* 1979. Vol. 65. N 2. P. 335 – 342.
19. Theoretical aspects of chemical reactivity. / *Toro-Labbe A.*, Ed. Amsterdam: Elsevier. 2007, 321 p.
20. *Wiberg K. B., Rablen P. R.* Comparison of atomic charges derived via different procedures. // *J. Comput. Chem.* 1993. Vol. 14. N 2. P. 1504 – 1518.

УДК 66.084.8

А. В. Шибашов, Е. Ю. Сокерина

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

ВЛИЯНИЕ НИЗКОЧАСТОТНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРОЦЕСС ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МОЧЕВИНО-ФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ

Аннотация: В работе изучено влияние ультразвукового воздействия на процесс образования смолы диметилломочевины, которая способна к образованию разветвлённых полимерных молекул. Исследовано влияние времени ультразвукового воздействия на массу образующейся смолы. Определена массовая доля зафиксированной полимерной пленки, удаляемой с поверхности твердого материала.

Ключевые слова: ультразвук, мочевино-формальдегидная смола, полимер, поликонденсация, поверхностно-активные вещества, серная кислота, смолообразование.

A. V. Shibashov, E. Yu. Sokerina

THE INFLUENCE OF LOW-FREQUENCY ULTRASONIC IMPACT ON UREA-FORMALDEHYDE PITCH POLYMERIZATION PROCESS

Abstract: In work the impact of ultrasonic influence on process of formation of pitch of a dimethylolurea which is capable to formation of branched polymeric molecules is studied. Influence of time of ultrasonic impact on mass of the formed pitch is investigated. The mass fraction of the recorded polymeric film deleted from the surface of solid material is defined.

Keywords: ultrasound, ureaformaldehyde pitch, polymer, polycondensation, surfactants, sulfuric acid, gumming.

Область применения мочевино-формальдегидных смол очень широкая, они используются для изготовления пластиков, в качестве пропиточных материалов, в процессах капсулирования гранул, а также для заключительной отделки текстильных материалов. В связи с этим разработка новых методов поликонденсации карбамида с формальдегидом является актуальной задачей, которая позволит повысить качество мочевино-формальдегидных смол в зависимости от их целевого назначения. Инициаторами процесса конденсации могут выступать не только химические катализаторы, но и высокоэнергетические воздействия (электромагнитное и ультразвуковое излучение).

Развитие и применение ультразвуковых технологий открывает в настоящее время новые перспективы в создании новых веществ и материалов, в придании известным материалам и средам новых свойств (стерильность, наноразмерность и т.п.). Кавитационные явления, возникающие в процессе ультразвукового воздействия на растворы, обеспечивают высокое локальное концентрирование энергии, что позволяет использовать ультразвук в качестве инициатора полимеризации предконденсатов мочевино-формальдегидных смол. Это делает возможным не только сокращение энерго- и ресурсозатрат, но и повысит экологичность процесса получения смол. [1]

Предконденсаты термореактивных смол, в частности метиллолмочевина и её производные способны к образованию разветвлённых полимерных молекул под действием как химических инициаторов (кислотные агенты), так и физических – нагрев, электромагнитное излучение и ультразвуковое излучение. Разнообразие способов инициации смолообразования позволяет получать молекулярные плёнки в различных технологических процессах. Одним из прогрессивных методов интенсификации различных физико-химических процессов в жидких гомогенных и гетерогенных системах является ультразвуковое кавитационное воздействие. Характерная особенность ультразвуковой кавитации состоит в том, что она является своеобразным и эффективным механизмом локального концентрирования относительно высокой средней энергии акустического поля в малых объемах, что приводит к созданию весьма высоких плотностей энергии.

Для изучения влияния ультразвукового воздействия на процесс образования смолы диметиллолмочевины была проведена серия опытов, в которых измерялась масса образующейся смолы в зависимости от длительности предварительной ультразвуковой обработки 30% растворов метиллолмочевины. Растворы обрабатывали ультразвуком мощностью 15 Вт и частотой колебаний мембраны 15 кГц, в течение 30 минут. Отбор проб объёмом 5 мл производили с интервалом 5 минут. Конденсацию смолы в полученных пробах проводили путём их нагрева. Затем высушивали образцы до постоянного веса, массу образовавшейся смолы рассчитывали:

$$m_{\text{смолы}} = m_2 - m_1, \quad (1)$$

где m_2 - масса стаканчика с образовавшейся смолой; m_1 - масса пустого стаканчика.

Результаты опытов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Изменение массы смолы в зависимости от длительности ультразвукового воздействия

Время, мин	m ₁ , г	m ₂ , г	m _{смолы} , Г	средняя m _{смолы} , Г
0	35,573	35,601	0,028	0,027666
	35,539	35,573	0,034	
	16,957	16,978	0,021	
10	38,892	38,952	0,06	0,059667
	16,895	16,954	0,059	
	15,811	15,871	0,06	
15	15,548	15,656	0,108	0,101333
	28,331	28,438	0,107	
	26,943	27,031	0,089	
20	36,172	36,183	0,011	0,099667
	14,08	14,165	0,085	
	12,845	13,048	0,203	
25	38,911	38,970	0,059	0,060667
	16,899	16,962	0,063	
	15,814	15,874	0,060	
30	18,331	18,388	0,057	0,048667
	31,105	31,150	0,045	
	29,746	29,790	0,044	

На основании данных таблицы 1 был построен график зависимости массы смолы от времени ультразвукового воздействия. Из рисунка 1 видно, что при увеличении длительности обработки ультразвуком раствора метилолмочевины до 15 минут приводит к увеличению массы образующейся смолы от 0,028 г до 0,101 г. Интервал между 15 и 20 минутами обработки характеризуется постоянством массы образующейся смолы, дальнейшее увеличение времени предварительного ультразвукового воздействия до 30 минут сопровождается уменьшением массы образцов смолы до 0,0487 г.

Полученные данные наглядно показывают, что наибольшая степень осмоления метилолмочевины достигается в результате 20 минут предварительной обработки раствора ультразвуком.

Достижимый эффект увеличения массы смолы, образующейся при полимеризации диметилолмочевины с использованием предварительного ультразвукового воздействия, требует дополнительного исследования в условиях достижения определённого технологического результата.

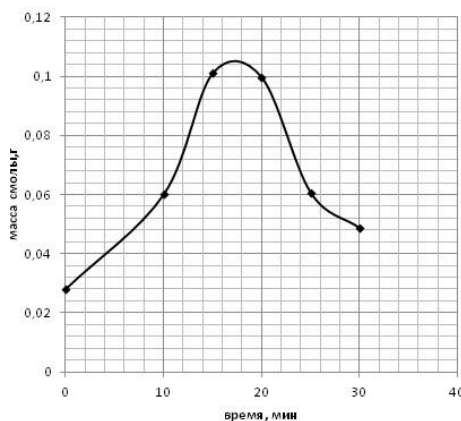


Рис. 1. Зависимости массы смолы от времени ультразвукового воздействия

Применение предконденсатов термореактивных смол в качестве поверхностных плёнок в таких процессах, как капсулирование и модификация свойств текстильных материалов, даёт возможность количественно оценивать эффективность ультразвукового воздействия на растворы метилолмочевины по массе плёнки образующейся на поверхности твёрдых материалов.

В качестве твёрдой основы для образования полимерной плёнки мочевино-формальдегидной смолы использовалась хлопчатобумажная ткань бязь артикул 114. При увеличении количества энергии, вводимой в полимеризуемый раствор, за счёт повышения температуры, воздействия ультразвука, или одновременного использования обоих факторов может происходить поликонденсация, приводящая к возникновению пространственных структур, то есть к сшиванию макромолекул полимочевины между собой или с молекулами материала.

Образование плёнки на поверхности материала происходит в процессе термической обработки образцов ткани, которые пропитывались раствором метилолмочевины, пропитка сопровождалась ультразвуковым воздействием на раствор.

Определение массы плёнки производили в два этапа. На первом этапе образцы материала, покрытые полимерной плёнкой, промывают раствором неионогенного ПАВ с целью определения массы незафиксированной на поверхности материала плёнки. На втором этапе высушенные образцы помещают в химический стакан и обрабатывают раствором серной кислоты для определения массы зафиксированной плёнки.

Результаты опытов первого этапа приведены в таблице 2.

Зависимость массовой доли полимерной плёнки от длительности ультразвукового воздействия, удаляемой с поверхности образцов раствором ПАВ, представлена на рисунке 2.

Из рисунка 2 видно, что повышение массовой доли плёнки мочевино-формальдегидной смолы от 4 до 8% происходит при увеличении времени предварительного ультразвукового воздействия вплоть до 15 минут, затем наблюдается незначительное понижение массы полимерной плёнки, которое так же отражается и на рисунке 1. Дальнейшее увеличение времени обработки свыше 20 минут не приводит к изменению количества образующейся плёнки, а её массовая доля сохраняется на уровне 8%.

Таблица 2. Массовая доля полимерной пленки, удаляемая раствором поверхностно-активного вещества

Время, мин	m_1	m_2	x_1
0	0,4601	0,4408	4,378403
5	0,44	0,415	6,024096
10	0,438	0,4036	8,52329
13	0,46	0,4217	9,082286
16	0,4901	0,4491	9,12937
19	0,451	0,4151	8,648518
22	0,464	0,4291	8,133302
25	0,482	0,4465	7,950728

где m_1 – постоянная масса сухих образцов до обработки раствором ПАВ; m_2 – постоянная масса сухих образцов после обработки раствором ПАВ; x_1 – массовая доля полимерной плёнки удаленной с материала, г.

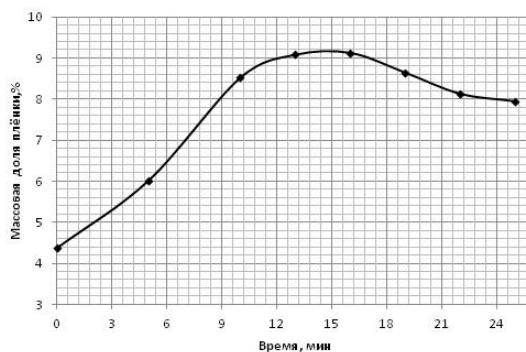


Рис. 2. Зависимость массовой доли полимерной плёнки, удаляемой с материала раствором ПАВ, от длительности ультразвукового воздействия

Результаты опытов второго этапа определения массы плёнки приведены в таблице 3.

Таблица 3. Массовая доля полимерной пленки, удаляемая раствором кислоты

Время, мин	m_1	m_2	x_2
0	0,4601	0,4348	5,818767
5	0,445	0,418	6,45933
10	0,4333	0,4007	8,135762
13	0,458	0,4195	9,177592
16	0,491	0,4474	9,745194
19	0,4485	0,4083	9,845702
22	0,463	0,4219	9,741645
25	0,479	0,437	9,610984

где m_1 – постоянная сухая масса образцов до обработки 1% раствором серной кислоты; m_2 – постоянная сухая масса образцов после обработки 1% раствором серной кислоты; x_2 – массовая доля полимерной плёнки, удаляемой с материала, г.

Зависимость массовой доли полимерной плёнки от длительности ультразвукового воздействия, удаляемой с поверхности образцов раствором серной кислоты, представлена на рисунке 3.

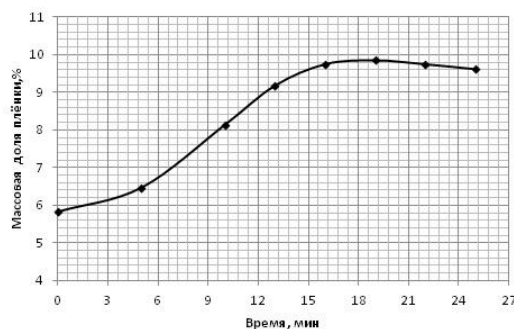


Рис. 3. Зависимость массовой доли полимерной плёнки, удаляемой с материала раствором кислоты, от длительности ультразвукового воздействия

Серная кислота полностью растворяет образованную на поверхности ткани полимерную плёнку, что позволяет определить массу мочевино-формальдегидной смолы зафиксированной на ткани. Характер зависимости массовой доли зафиксированной плёнки от времени предварительного ультразвукового воздействия на раствор метилолмочевины аналогичен первому этапу с использованием ПАВ.

Анализируя данные рисунка 3 можно сделать вывод, что массовая доля удаляемой полимерной плёнки монотонно растёт от 6 до 10%. при увеличении времени предварительного ультразвукового воздействия вплоть до 20 минут ультразвукового воздействия.

Общая масса плёнки образующейся на поверхности материала составляет 10% от массы всего материала при отсутствии предварительного ультразвукового воздействия, и 18% от массы всего материала с использованием предварительной ультразвуковой обработки 15% раствора метилолмочевины.

Обработка и анализ результатов исследования позволяет сделать вывод о том, что предварительное низкочастотное ультразвуковое воздействие приводит к повышению эффективности смолообразования, облегчению реакционной способности молекул метилолмочевны между собой.

Оптимальное время предварительной ультразвуковой обработки раствора мочевино-формальдегидной смолы составляет 20 минут, дальнейшее увеличение времени не целесообразно, поскольку масса образующейся смолы перестаёт меняться.

Выявленные особенности можно использовать для модернизации или интенсификации способов нанесения раствора мочевино-формальдегидной смолы на поверхности материалов для получения сшитых структур, молекулярных решеток или оболочек.

Однако остается не ясным окончательный механизм интенсификации процесса смолообразования метилолмочевины в массе или на поверхности материала, что требует дальнейших исследований в этом направлении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маргулис М. А. Звукохимические реакции и сонолюминесценция. М.: Химия, 1986, 288 с.

УДК 614.878

Г. В. Котов

Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь

ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ФАКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЗАРАЖЕНИЯ ПРИ ВЫБРОСЕ ОПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Аннотация. В статье описаны различные способы расчета параметров фактической зоны заражения. Дана сравнительная оценка результатов, полученных с использованием натуральных испытаний, гауссовой модели расчета, вычислительного эксперимента, а также двух- и трехмерного моделирования распространения примеси. Представлены результаты расчета глубины фактической зоны заражения при выбросе аммиака и хлора.

Ключевые слова: выброс опасных химических веществ, зона заражения, глубина фактической зоны заражения.

G. V. Kotov

PROSPECTS AND POSSIBILITIES FOR CALCULATING THE PARAMETERS OF ACTUAL AREAS OF INFECTION WITH RELEASE OF HAZARDOUS CHEMICALS

Abstract. The article describes various methods for calculating the parameters of the actual infection zone. A comparative assessment of the results obtained using field tests, a Gaussian calculation model, a computational experiment, and two- and three-dimensional modeling of the distribution of impurities is given. The results of calculating the depth of the actual zone of contamination with the release of ammonia and chlorine are presented.

Keywords: emission of hazardous chemicals, zone of contamination, depth of the actual zone of contamination.

При возникновении аварий на химически опасных объектах с выбросом опасных химических веществ возникает угроза здоровью и жизни людей, а также окружающей среде как следствие распространения токсичных паров в приземном слое воздуха. Опасные вещества, смешиваясь с воздухом, могут переноситься под действием ветра на значительные расстояния. В условиях присутствия опасных веществ в приземном слое воздуха формируется фактическая зона заражения.

В действующей нормативно-правовой документации в настоящее время нет четкого разграничения понятий, относящихся к параметрам зоны заражения. Оптимальным считаю выделение в пределах зоны заражения двух территорий – зон фактического и возможного заражения. Границы фактической зоны заражения оцениваются с использованием массива известных данных или результатов натурных испытаний. На практике, границы фактической зоны заражения определяются с использованием данных химической разведки специализированных подразделений в условиях реальной чрезвычайной ситуации. Вместе с тем, в настоящее время все большее значение принимают различные теоретические методы расчета параметров зоны заражения.

Фактическая зона заражения определяется как территория, в пределах которой произошло превышение содержания токсичных веществ значений предельно допустимой концентрации. Термин «фактическая зона заражения» применим и в случае выброса нетоксичных веществ, например, обладающих удушающим действием вследствие их высокой концентрации. В случаях, если происходит выброс пожаро- и взрывоопасных веществ и материалов, границы фактической зоны заражения определяются с учетом известных значений нижнего концентрационного предела вспышки.

Зона возможного заражения охватывает территорию, примыкающую к территории фактической зоны заражения, и распространяющуюся до внешних границ зоны заражения. По своей сути, размеры зоны заражения определяются по прогнозным параметрам в соответствии, например, с РД-52 [7], либо с использованием расчетных комплексов, таких как ТОК-СИ, АЛОНА и др. Реализуемые здесь теоретические закономерности распространения потока примеси ограничивают область, в пределах которой происходит рассеивание опасного вещества.

Таким образом, использование понятий фактической зоны заражения и возможной зоны заражения указывает на размеры территорий, представляющих прямую и возможную угрозу здоровью и жизни людей. Соответственно и должны проводиться определенные мероприятия в ходе ведения аварийно-спасательных работ. В пределах возможной зоны заражения осуществляются превентивные мероприятия, на границе возможной зоны заражения выставляется оцепление с целью регулирования перемещения транспортных потоков и отдельных лиц.

В пределах фактической зоны заражения должна осуществляться эвакуация персонала предприятия, на котором произошел выброс опасных веществ, и иных лиц, оказавшихся в данной зоне. Таким образом, в пределах фактической зоны заражения ведется основной объем аварийно-спасательных работ.

Определение параметров фактической зоны заражения представляет наибольший практический интерес. Расчет параметров фактической зоны заражения производился с использованием результатов натурных испытаний [2, 3], та также результатов расчета с использованием гауссовой модели, вычислительного эксперимента (с использованием программного комплекса ANSYS [1]), а также двух- и трехмерного моделирования распространения примеси [4].

С использованием модели расчета, учитывающей отражение потока примеси от поверхности почвы, проведены расчеты границ зоны заражения, а также распределения значений концентрации примеси по оси следа от модельного источника:

$$C(x, y, z) = \frac{2Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y^2}{\sigma_y^2} + \frac{z^2}{\sigma_z^2}\right)\right] = \frac{Q}{\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y^2}{\sigma_y^2} + \frac{z^2}{\sigma_z^2}\right)\right], \quad (1)$$

где $C(x,y,z)$ – средняя концентрация диффундирующего вещества в точке (x,y,z) ;

x – координата, направленная вдоль скорости ветра от источника;

y – боковая (поперечная) координата;

z – вертикальная координата;

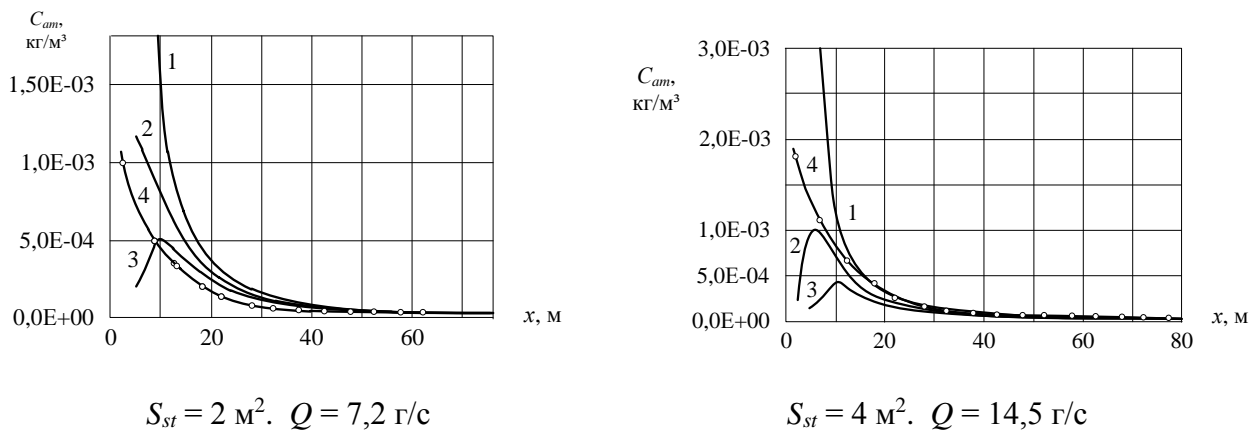
Q – мощность источника, кг/с;

u – средняя скорость ветра вдоль оси x ;

σ_y и σ_z – коэффициенты дисперсии по осям y и z .

С использованием данной модели были проведены расчеты границ зоны заражения, а также распределение значений концентрации аммиака C_{am} по оси следа (по оси x) от модельного источника: пролив аммиака площадью 2 и 4 м² (рисунок 1).

Полученные результаты указывают на существование только качественного соответствия расчетных и экспериментальных данных [2, 5]. Количественное совпадение может наблюдаться только в отдельных областях значений интенсивности выброса и расстояний от источника выброса.



1 – $z = 0,5$ м; 2 – $z = 1$ м; 3, 4 – $z = 1,5$ м; 1 □ 3 – расчетные значения;
4 – экспериментальные данные [2]

Рис. 1. Зависимость концентрации аммиака на различной высоте от расстояния до источника выброса

Расчет параметров фактической зоны заражения с использованием прямого численного моделирования построен на численном решении системы уравнений газодинамики, реализованном в программном комплексе ANSYS 14.0 [1].

На примере выброса хлора с поверхности жидкого пролива была произведена оценка ряда факторов, определяющих формирование и распространение потока примеси: влияние источника выброса, скорости воздушного потока и температурного градиента.

Влияние мощности источника выброса сопровождается тем, что при значительной мощности (порядка 0,6 кг/с) область высоких концентраций «тяжелого» газа распространяется против направления ветра и загрязняет территорию перед источником хлора, достигающую 5 характерных размеров. С увеличением скорости ветра величина встречного растекания под напором набегающего потока воздуха уменьшается.

Максимум концентрации расположен над поверхностью и вблизи источника примеси, но значение его для случая более горячей почвы ниже, чем для случая, когда почва холоднее набегающего воздуха.

Влияние самого факта существования пролива на набегающий воздушный поток приводит к тому, что пары вещества, поднимающиеся с поверхности пролива, не только изменяют состав газовой среды и ее температуру, но и изменяют продольную и вертикальную составляющую скорости потока. Полученные результаты проиллюстрированы на рисунке 2.

В отсутствие пролива наблюдается достаточно равномерное изменение скорости ветра по высоте как для случаев вертикальной, так и продольной составляющих, связанное с характерным влиянием поверхности почвы на распространение воздушного потока на высотах менее 2 м.

Пары примеси, поднимающиеся с поверхности пролива, создают помеху распространению воздушного потока, играя роль механического препятствия. Перед таким препятствием набегающий поток тормозится, что выражается в падении продольной составляющей скорости. Далее происходит огибание потоком препятствия, что сопровождается ростом скорости в верхней точке формирующейся траектории.

Пролив, находящийся на пути движения воздушного потока, проявляет свойства механического препятствия и создает вертикально направленный импульс потока примеси, поднимающегося с поверхности пролива.

Пролив низкокипящей жидкости оказывает интенсивное влияние на характеристики турбулентности воздушного потока. Интенсивность турбулентных пульсаций резко возрастает от поверхности почвы и до высоты, соответствующей значению коэффициента шероховатости поверхности. Далее интенсивность турбулентности снижается и стабилизируется на высоте порядка 2 м. В условиях существования пролива максимум интенсивности приходится на высоту облака примеси. Пары вещества теперь входят в состав формирующихся потоков.

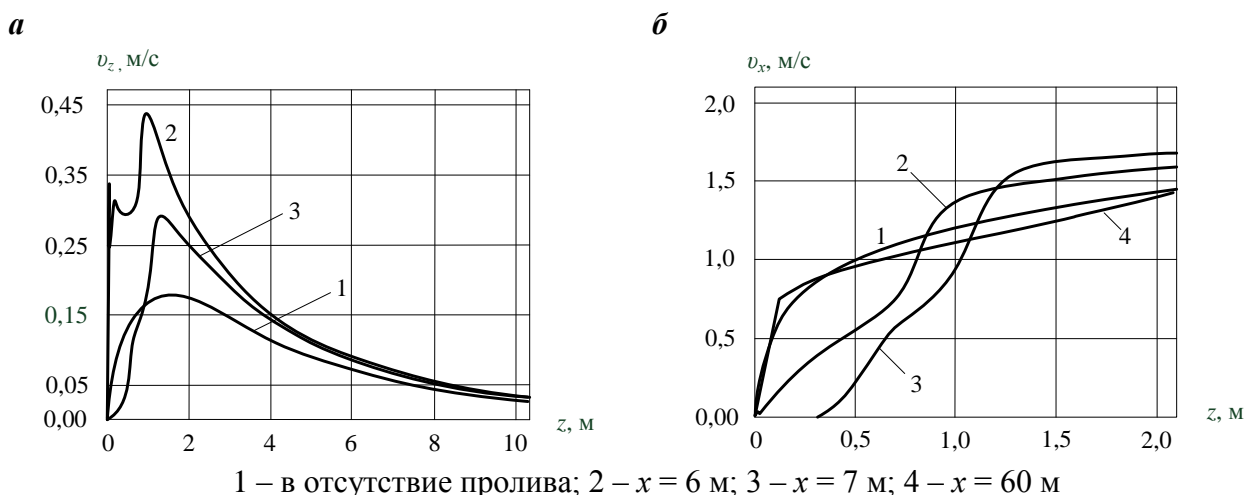


Рис. 2. Зависимость вертикальной (а) и продольной (б) составляющих скорости потока от высоты над поверхностью

Изменение скорости ветра сопровождается изменением распределения примеси в приземном слое: происходит снос примеси в направлении движения воздушного потока; изменяется концентрация примеси с ростом высоты над поверхностью почвы.

При расчете влияния температурного градиента на распределение значений концентрации примеси в приземном слое установлено, что имеет место достаточно слабое влияние изменения температуры воздуха на установившееся распределение значений концентрации примеси. Вместе с тем, имеет место значительное влияние температурного градиента в случаях, когда температура поверхности почвы превышает температуру воздуха.

На основе расчета параметров потока примеси, распространяющейся с поверхности пролива, основанном на решении уравнения турбулентной диффузии в двухмерной и трехмерной постановке был произведен прогнозный расчет глубины фактической зоны заражения в случаях проливов аммиака и хлора различной площади при различной скорости ветра [5].

Стационарные уравнения диффузии имеют вид

$$u(z) \frac{\partial n(x, z)}{\partial x} = D_t \frac{\partial^2 n(x, z)}{\partial z^2}, \quad (2)$$

$$u(z) \frac{\partial n(x, y, z)}{\partial x} = D_t \frac{\partial^2 n(x, y, z)}{\partial y^2} + D_t \frac{\partial^2 n(x, y, z)}{\partial z^2}, \quad (3)$$

где D_t – коэффициент турбулентной диффузии примеси, м²/с;

$u(z)$ – скорость ветра, м/с;

n – числовая плотность молекул примеси, 1/м³.

Полученные результаты были использованы при расчете значений глубины фактической зоны заражения аммиаком и хлором при различных значениях площади пролива и скорости ветра. Зависимость значений глубины фактической зоны заражения от площади пролива S_{st} и скорости ветра u отражена в таблице 1 [5].

Таблица 1. Глубина фактической зоны заражения в зависимости от площади пролива и скорости ветра

аммиак	$S_{st}, \text{ м}^2$	6	10	20	30	40	50	70	100	200	400	600	
	$u, \text{ м/с}$	2	190	230	300	350	390	420	480	545	705	915	1060
		5	155	185	240	275	305	335	375	430	555	720	835
	7 и выше	140	170	220	255	280	305	345	395	510	660	765	
хлор	$S_{st}, \text{ м}^2$	1	2	4	6	8	10	15	20	40	60	100	
	$u, \text{ м/с}$	2	270	380	450	540	620	700	870	1000	1400	1800	2600
		5	160	220	310	370	450	500	630	700	1050	1370	1900
	7 и выше	145	200	280	340	400	450	570	650	950	1250	1700	

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что особенности распространения воздушного потока вблизи источника выброса и потока, содержащего примесь, поступающую от источника выброса, зависят от целого ряда причин. Существенную роль здесь играют природа и мощность источника выброса, условия внешней среды, а именно, скорость ветра и особенности рельефа местности.

Под «условиями рельефа» следует понимать не только величину шероховатости поверхности, над которой происходит распространение потока зараженного воздуха, но и наличие естественных и искусственных препятствий. Естественные препятствия – здания и различные сооружения, искусственные – ограждения и завесы, применяемые для ограничения распространения опасной примеси.

В качестве таких препятствий в ходе ведения аварийно-спасательных работ в условиях чрезвычайных ситуаций с выбросом (проливом) опасных химических веществ, как правило, используются водяные завесы. Постановка завес приводит к уменьшению величины глубины фактической зоны заражения, которая может быть рассчитана с использованием коэффициента эффективности завесы [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ANSYS 14.0. FLUENT UDF Manual [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.sharcnet.ca/Software/Fluent14>. – Date of access: 29.10.2018.
2. Котов Г. В., Еремин А. П., Тищенко В. Г. Влияние водяных завес на снижение концентрации аммиака в воздухе / Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2007. – № 1. – С. 114–121.
3. Котов Г. В., Голуб О. В. Натурные испытания по определению эффективности влияния водяных завес на распространение хлора в приземном слое воздуха / Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2011. – № 1. – С. 23–31.
4. Котов Г. В., Фисенко С. П. Моделирование распространения облака примеси под действием ветра в приземном слое / Инженерно-физический журнал. – 2011. – Т. 84, № 3. – С. 535–539.
5. Котов Г. В., Сидорович Т. В. Закономерности распространения примеси вблизи источника загрязнения / Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2013. – № 1. – С. 13–23.
6. Котов Г. В. Чрезвычайные ситуации с выбросом (проливом) опасных химических веществ: использование завес при ликвидации последствий. – Минск: КИИ, 2015. – 232 с.
7. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте: РД 52.04.253–90. Введ. 01.07.90. – Л.: Гидрометеиздат, 1991.

УДК.666.11

А. А. Кузьмин¹, А. А. Кузьмин²

¹ФГБОУВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

²ФГБОУВО Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

ПРИМЕНЕНИЕ СЛЮДОСИТАЛЛА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТОКОВОДОВ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА

Аннотация: Проанализированы особенности применения различных материалов для герметизации одножильных и многожильных тоководов. Установлено, что при формировании стекляннo-металлических спаев целесообразно создавать в стеклянной массе напряжения сжатия. Показано, что слюдоситалл обладает необходимой прочностью и необходимыми диэлектрическими свойствами, а применение при изготовлении литейной технологии может обеспечить более значительную, по сравнению с керамикой вакуумплотность тоководов. Представлены результаты испытаний образцов припоечного стекла в виде дилатометрических кривых. Предложен состав припоечного стекла с улучшенными адгезионными свойствами и технология спаивания конструктивных элементов токовода.

Ключевые слова: кабель; токопроводящий стержень; припоечное стекло; ситаллы; прочность спая; влажность; герметизация; заливка; ситаллизация; нагрузочная способность.

THE USE OF MICUSITALLA TO ENSURE THE EFFICIENCY OF CURRENT LEADS IN FIRE CONDITIONS

Abstract: The features of the use of various materials for sealing single-core and multicore current leads are analyzed. It has been established that during the formation of glass-metal junctions it is advisable to

create compression stresses in the glass mass. It is shown that micaceous has the necessary strength and necessary dielectric properties, and the use in the manufacture of casting technology can provide a more significant, compared with ceramics, vacuum density of current leads. The results of testing samples of solder glass in the form of dilatometric curves are presented. The composition of the solder glass with improved adhesion properties and the technology of soldering the structural elements of the current lead are proposed.

Keywords: cable; conductive rod; solder glass; sitalls; bond strength; humidity; sealing; fill; sitalization; load capacity.

Процесс эксплуатации современного технологического оборудования и энергетических установок предполагает использование токовводов различных конструкций. Поддержание работоспособности токовводов в условиях пожара невозможно без обеспечения их прочности, герметичности, термостойкости, химической (коррозионной) стойкости и способности надежного обеспечения передачи требуемой электрической мощности. Возможные принципиальные схемы исполнения токовводов отображены на рисунке 1.

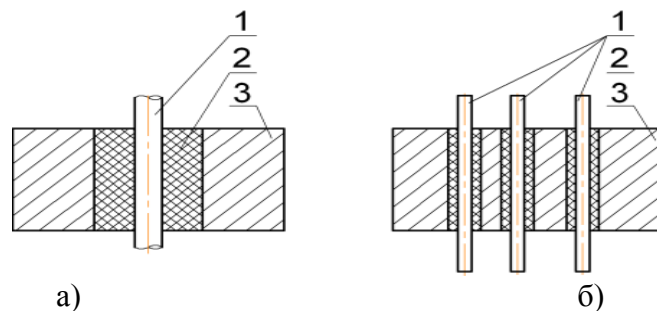


Рис. 1. Схемы токовводов: а) одножильного; б) многожильного.
1 - токопроводящий стержень; 2 – электроизоляция; 3 – втулка.

Передача значительных электрических мощностей осуществляется, как правило, при помощи одножильных токовводов, а многожильные являются элементами органов управления. Кроме условий, представленных выше, необходимо обеспечить устойчивость к короткому замыканию, высокую электропроводимость, минимальный уровень искажения электрических сигналов [9], а также сохранение этих свойств в случае повышения температуры и влажности [10]. Учитывая, что к диэлектрикам относятся пластические массы, стекло, керамика, то наиболее критическим моментом при конструировании токовводов является выбор изолятора, поскольку характеристики прочности и термостойкости перечисленных материалов уступают аналогичным характеристикам металлов [4].

Наиболее логичным решением было бы использование пластических масс, так как по сравнению с другими материалами они наиболее технологичны, однако для пластмасс характерна склонность к старению и возможности появления сквозных трещин [11]. В условиях повышенных температур для пластмасс характерна недостаточная прочность и влагостойкость в сравнении со стеклами, металлами и керамическими материалами. Полученные в результате применения новых технологий полимерные материалы в отдельных случаях позволяют произвести замену более дорогих стекол, керамики, фарфора, но при воздействии высоких температур и повышенной влажности, характерных для условий пожара, это не представляется возможным.

Газопроницаемость, фарфоровых и керамических изоляторов, обусловленная наличием в них пор, является следствием процесса спекания, которое происходит при их изготовлении. Процесс обработки фарфора и керамики требует исключительно абразивного инструмента и исключает процесс резания, что при производстве небольших серий, учитывая необходимость изготовления новых форм и специальной оснастки, увеличивает себестоимость готовых изделий.

Эти недостатки отсутствуют у стекла, которое можно использовать для спаивания втулки 1 с токопроводящим стержнем 3, когда залитая в пространство между ними стеклян-

ная масса обеспечивает герметизацию и достаточно надежное крепление (рисунок 1). Такое конструктивное решение оказывается особенно эффективным в процессе изготовления многожильных токовводов (рисунок 1 б), однако при этом, как показано в [9], необходимо соблюдение условия (1):

$$\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3, \quad (1)$$

где α_1 – температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) материала втулки;

α_2 – ТКЛР стеклянной массы,

α_3 – ТКЛР материала токопроводящего стержня.

Формализованное уравнением (1) условие обуславливается тем, что в ходе охлаждения стеклянного спая вероятно возникновение напряжения растяжения, при этом прочность стекла при сжатии значительно больше, чем при растяжении. Из этого следует, что при формировании стекло-металлических спаев целесообразно создавать в стеклянной массе напряжения сжатия. Поскольку в качестве материала втулки используют нержавеющей сталь, для которой ТКЛР равно $18 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$, а для стекла значение ТКЛР существенно меньше, то токопроводящие стержни изготавливают из кобальта [9], для которого величина ТКЛР находится в диапазоне $(5 \div 6) \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$. Значение ТКЛР для кобальта близко по своей величине ТКЛР припоечного стекла, что делает удобным организацию спая, однако удельное электрическое сопротивление кобальта, равное $0,15 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}\cdot\text{м}$, на порядок больше удельного электрического сопротивления меди, равного $0,17 \cdot 10^{-7} \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Из этого следует, что после наступления перегрузки электрической сети, или тем более короткого замыкания, произойдет перегрев стержня, изготовленного из кобальта, нарушении изоляции проводов и расплавление припоя в контактах. Величина перегрева в случае изготовления токопроводящих стержней из меди будет существенно меньше, а для изготовления втулок можно применять нержавеющей сталь. При этом в качестве материала электроизоляции предлагается применять слюдоситалл на базе фторфлогопита, после соответствующей механической обработки на металлорежущих станках [7, 12]. Такой материал обладает необходимой прочностью и необходимыми диэлектрическими свойствами, а применение при изготовлении литейной технологии может обеспечить более значительную, по сравнению с керамикой вакуумплотность. Применение силикатного состава обеспечивает надежную эксплуатацию электрического токоввода в широком температурном диапазоне. В [3] показано, что в ходе варьирования режимов термообработки возможно получение материала, свойства которого отражены в таблице 1:

Таблица 1. Свойства электроизоляционного материала токоввода на основе слюдоситалла

№ пп	Наименование параметра, единица измерения	Величина параметра
1	Модуль упругости при растяжении, МПа	$0,4 \cdot 10^5$
2	Разрушающее напряжение при сжатии, МПа	320
3	Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	54
4	Термостойкость на удар, $^\circ\text{C}$	750
5	Температурный коэффициент линейного расширения, $1/^\circ\text{C}$	$80 \cdot 10^{-7}$
6	Натекание по гелию, л·мм. рт. ст. /с, не более	10^{-7}
7	Удельное электрическое сопротивление, Ом·м	$2 \cdot 10^{13}$

В ходе выполнения опытно-конструкторских работ была произведена реализация схемы, отображенной на рисунке 1. Конструкция токоввода представлена на рисунке 2.

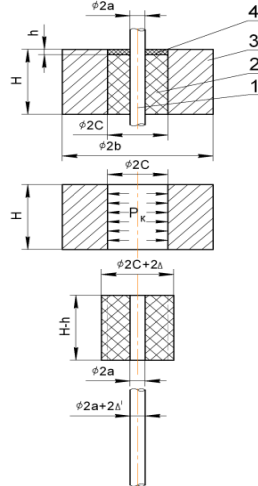


Рис. 2. Токоввод в сборе:

- 1 - медный токопроводящий стержень; 2 - втулка из слюдоситалла;
 3 - втулка из стали; 4 - стеклянная заливка;
 $2a=5\text{мм}$; $2b=35\text{мм}$; $2c=18\text{мм}$; $H=20\text{мм}$; $h=1\text{мм}$; $\Delta=40\text{мкм}$; $2\Delta^1 = 3,5\text{мкм}$.

Процесс сборки токоввода такой конструкции предполагает соблюдение определенной последовательности, при которой производится нагрев втулки 3 до температуры $300\text{ }^\circ\text{C}$, что предполагает увеличение радиуса c на величину $c \cdot \alpha \cdot \Delta T = 0,049\text{ мм}$ вследствие его теплового расширения, которое обеспечивает натяг величины $\Delta = 0,040\text{ мм}$ при учете значения поля допуска $IT = 0,009\text{ мм}$ применительно к линейным размерам в диапазоне $10\text{--}18\text{ мм}$ по 6-му качеству [6]. Значение натяга в $0,040\text{ мм}$ выбрано на основе того, что величина контактного давления P_k , вычисленного по формуле (2) для радиуса c должно составить примерно 20 МПа , а величина разрушающего напряжения на изгибе превышает значение эквивалентного напряжения по третьей теории прочности $\sigma_{\text{экв.}} = 2p / (1 - \kappa_2) = 44\text{ МПа}$.

$$P_k = \frac{\Delta}{\frac{c}{E_2} \cdot \left(\frac{1+k_2^2}{1-k_2^2} \right) + \frac{c}{E_3} \cdot \left(\frac{1+k_3^2}{1-k_3^2} + \mu_3 \right)}, \quad (2)$$

где $E_2 = 0.4 \cdot 10^5\text{ МПа}$ – величина модуля упругости ситалла;

$E_3 = 2,0 \cdot 10^5\text{ МПа}$ – величина модуля упругости стали;

$\mu_2 = \mu_3 = 0,3$ – значения коэффициентов Пуассона ситалла и стали;

$k_2 = d/c = 0,28$; $k_3 = c/b = 0.5$.

Таким образом, одним из условий повышения работоспособности ситалловой втулки является величина натяга, равная $\Delta = 0,040\text{ мм}$, при котором обеспечивается заведомо безопасный уровень напряжения в теле стальной втулки. Допускаемым напряжением ситалла принято значение разрушающего напряжения при изгибе σ_u , что объясняется действием на ситалл только сил сжатия, при этом при наличии каких-либо местных неточностей в процессе изготовления втулки тем не менее будет присутствовать некоторый запас прочности. Величину натяга Δ при этом максимизируют чтобы обеспечить постоянно сжатое состояние ситалла, что синхронизирует процесс теплового расширения ситалла с тепловым расширением стали, чье значение модуля упругости E значительно превышает аналогичный параметр ситалла. В случае подчинения процесса сжатия ситалла закону температурного расширения стали условие (1) автоматически выполняется, что дает возможность изготовить спай необходимой прочности. Если нагреть собранные по посадке с натягом втулки 2 и 3 на темпера-

туру Δt , величина этого натяга уменьшается на $c \cdot \Delta \alpha \cdot \Delta t$, где $\Delta \alpha$ - разность значений ТКЛР для стали и ситалла.

Уравнение (3) позволяет вычислить максимальное значение перепада температуры Δt , при котором натяг исчезает:

$$\Delta t = \frac{\Delta + IT/2}{c \cdot \Delta \alpha} = 500^\circ C. \quad (3)$$

Поэтому для температурного интервала $0 \div 500^\circ C$ характерно постоянно сжатое состояние ситалла, которое обеспечивает синхронность процесса его теплового расширения и процесса теплового расширения стали, и именно в этом интервале температур происходит структурирование спаев токовводов. При достижении охлажденного состояния стальная втулка и втулка, изготовленная из ситалла, объединяются в единую прочную конструкцию, которая может использоваться и без проведения специального процесса спаивания.

Следующий этап сборки токоввода предусматривает монтаж медного токопроводящего стержня, в ходе установки которого в ситалловую втулку образуется заготовка токоввода, процесс герметизации которой можно проводить применяя различные способы и используя разнообразные конструкционные материалы. Величина соответствующего натяга Δ^I выбирается исходя из соблюдения прочности ситаллового кольца 2, подвергающегося действию внутреннего давления P_k , которое возникает из за этого натяга:

$$\sigma_{\text{экв}}^{111} = \frac{2 \cdot P \cdot k}{1 - k_2} < \sigma_u. \quad (4)$$

Значение внутреннего давления P_k , которое вычисляется при помощи уравнения (4) не может быть более **16 МПа**. При этом удвоенная величина натяга $2\Delta^I$, для вычисления которой используется уравнение (2), должна достигать значения **3,5 мкм**, и это эквивалентно значению **0,5** поля допуска качества в интервале линейных размеров **3÷6 мм**. При нагреве заготовки на температуру **100°C**, ее внутренний диаметр **2a** увеличивается на значение **$2a \cdot \alpha_{\text{ст}} \cdot \Delta T = 4$ мкм**, что делает возможным монтаж медного токопроводящего стержня. Выше уже отмечалось, что после монтажа медного токопроводящего стержня образуется заготовка токоввода, которая обладает более высокими прочностными и изолирующими свойствами, а также большей термостойкостью по сравнению с токовводами с пластмассовыми изоляторами. Процесс герметизации такой конструкции может быть произведен и на основе использования таких же полимерных материалов, однако способы повысить эффективность использования таких материалов постоянно совершенствуются. Например, в [8] предлагается применение галогеносодержащих эластомеров, которые повышают адгезию и газонепроницаемость. Компенсацию неточности изготовления поверхностей сопряжения и обеспечение высокой прочности их соединения позволяет использование специальных синтетических клеев [2]. Так, клеи и покрытия, созданные на базе фенолформальдегидных смол, обеспечивают хорошие результаты при склеивании и защите металлических поверхностей, подвергающихся воздействию высоких температур и повышенной влажности [1].

При не самых высоких требованиях к характеристикам токоввода существует экономическая целесообразность использования конструкции, отображенной на рисунке 2. Такое конструктивное решение предполагает пропитку полимерной композицией ситалла и его сопряженных стальных и медных поверхностей с последующим, в случае необходимости, горячим отверждением, что делает схему сборки простой и доступной.

Целесообразность использования стекла возникает в случае повышенных технических требований в части обеспечения термостойкости и влагонепроницаемости к токовводу, что

предопределило необходимость обработки технологии его герметизации. Исходный состав стеклянной массы представлен в таблице 2.

Таблица 2. Исходный массовый состав припоечного стекла

Компонент	SiO ₂	B ₂ O ₃	TiO ₂	V ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O
Массовая доля, %	28,7	14,3	14,0	2,0	14,5	16,5
Компонент	Li ₂ O	BaO	CdO	MgO	ZnO	
Массовая доля, %	2,0	1,0	4,0	2,0	1,0	

При дополнительном вводе в исходный состав припоечного стекла некоторых компонентов можно улучшить его адгезионные свойства.

Таблица 3. Составы исследуемых припоечных стекол

Компонент	Вариант состава					
	1	2	3	4	5	6
	Массовая доля, %					
B ₂ O ₃	-	17,0	27,0	-	37,0	37,0
CoO	-	1,0	1,0	2,0	-	2,0

Процесс варки припоечного стекла продолжительностью один час осуществлялся в кварцевых тиглях размещенных в мазутной печи, температура в которой поддерживалась равной **1200 °C**. По окончании процесса варки производился отжиг 6 изготовленных образцов продолжительностью **2 часа** при температуре **400 °C**. Результаты, полученные в ходе проведения испытаний 6 изготовленных образцов припоечного стекла, представлены на рисунке 3.

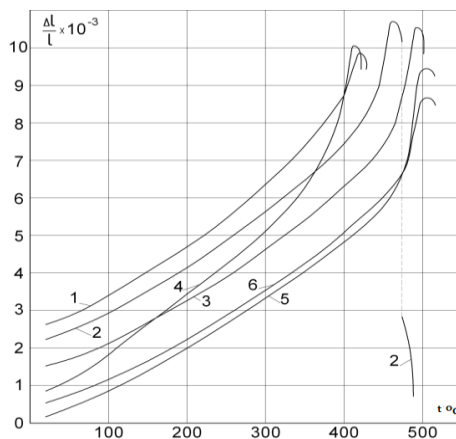


Рис. 3. Дилатометрические кривые.

Цифры у кривых соответствуют варианту состава, представленного в таблице 3.

Построение дилатометрических кривых и их последующая обработка позволила определить основные характеристики исследуемых образцов припоечного стекла, которые представлены в таблице 4.

Таблица 4. Свойства исследованных образцов припоечного стекла

Вариант состава	$\alpha_{100-300} \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$t_g, \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_{н.д.}, \text{ } ^\circ\text{C}$
1	162	400	435
2	135	425	465
3	125	445	490
4	161	378	425
5	121	450	493
6	117	450	493

Здесь: $\alpha_{100-300}$ – ТКЛР исследованных образцов припоечного стекла в интервале температур 100÷300 °С;

t_g – температура стеклования;

$t_{н.д.}$ – температура начала деформации.

Полученные результаты позволили отработать технологию спаивания конструктивных элементов токоввода:

- производится очистка поверхности токопроводящего стержня, а так же поверхностей втулок 2 и 3 (рисунок 2);
- осуществляется заливка шликера в свободное пространство токоввода;
- производится выдержка полученной конструкции в печи при температуре **780 °С** на протяжении **25** минут;
- осуществляется отжиг при температуре **400 °С** на протяжении двух часов;
- происходит медленное естественное охлаждение до температуры воздуха в производственном помещении.

В связи с тем, что для стекла сопротивление растяжению значительно меньше его сопротивления сжатию, оценка работоспособности изделий, которые содержат стекло-металлические спаи производилась на основе результатов испытания таких спаев на растяжение, для чего была изготовлена оснастка, представленная на рисунке 4.

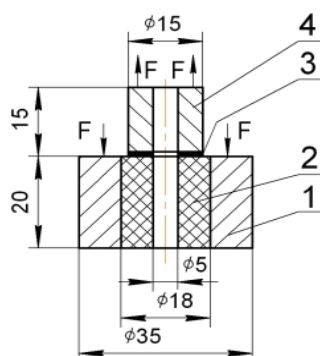


Рис. 4. Приспособление для испытаний стекло-металлического спая на растяжение:

- 1 - втулка из стали; 2 – специальная втулка из стали; 3 – припоечное стекло;
 4 – специальная втулка из стали; F- приложенные к образцу силы

В результате проведения испытаний на отрыв втулки 2 от втулки 4 было установлено, что наибольшую эффективность обеспечивает применение припоечного состава варианта №3, при котором прочность спая достигает **5,6 МПа**. Высокая работоспособность предлага-

емой конструкции токоввода в условиях пожара подтверждается полученными результатами на прочность при растяжении, в то время как ситаллы и припоечные стекла подвергаются в рабочем режиме только напряжениям сдвига или сжатия. Оптимальный вариант состава №3 объясняется согласованностью теплового расширения спая, поскольку процесс теплового расширения сжатого стальной втулкой ситалла усредняется между расширением стали и находящегося в недеформированном состоянии ситалла. (ТКЛР $\alpha_{100-300} = 125 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)

Таким образом, проведение экспериментальных работ позволили разработать технологию сборки токоввода с изолятором из ситалла. Предложены и практически реализованы две технологии процесса герметизации токоввода: пропитка полимерной композицией и герметизация при помощи припоечного стекла специально разработанного состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Амирсланова М.Н.* Лакокрасочные и клеевые композиции на основе фенольных олигомеров // Пластические массы. - 2014. - №11-12. - С.51-53.
2. *Кравцова Е.А., Феськов С.А.* Области применения клеящих веществ // Пластические массы. - 2016. - №3-4. - С.51-53
3. *Кузьмин А.А., Яблокова М.А.* Влияние режимов термообработки на свойства механически обрабатываемого слюдоситалла // Фундаментальные исследования. - 2017. - №1. - С.79-85.
4. *Лазаревский Н.А., Тепляков М.В.* Нормативные требования по величинам протечек для устройств уплотнения и результаты опытов с некоторыми уплотнительными материалами // Судостроение.—2013.- №3.- с.38-39.
5. *Писаренко Г.С.* Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев. – Киев: Наукова думка, 1975.—704с.
6. *Скороходов Е.А.* Общетехнический справочник / Е.А. Скороходов, В.П. Законников, А.Б. Пакнис, К.Ф. Скворцов, А.Н. Малов.-- 4-е изд. испр.- М.: Машиностроение, 1990.—496с.
7. *Сухарева К.В., Андриясян Ю.О., Михайлов И.А., Попов А.А.* Защитные покрытия на основе синтетических каучуков // Пластические массы.- 2015.-№11-12.- С.57-62.
8. *Тепляков М.В., Хазиева М.Д.* Гермоввод как элемент корабельной электроэнергетической системы // Новый университет. –2014.- №11.- с.37-42.
9. *Тепляков М.В., Селиванов А.В., Хазиева М.Д.* О расчете корабельных токовводов на устойчивость при пожаре // Приволжский научный вестник.—2014. №5.- с.46-57.
10. *Тепляков М.В.* О применении электроосмоса при изготовлении и ремонте токовводов в судовом электромонтажном производстве // Судостроение.- 2013.-№6.-с.80-84.
11. *Ушаков, Д.Ф.* Основы технологии ситаллов: текст лекций / Д.Ф. Ушаков. Л.: ЛТИ им. Ленсовета. – 1985. - 55 с.

УДК 691:699.86

С. С. Харченко

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА ВЯЖУЩЕГО ДЛЯ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Аннотация: Статья посвящена вопросу математического подхода при планировании эксперимента по оптимизации состава вяжущего бетонной смеси. Указывается влияние вяжущих материа-

лов на качество бетонов. Рассматриваются вопросы выбора математических методов планирования эксперимента и возможности их применения для оптимизации состава вяжущей компоненты бетонов. В результате предлагается использовать при моделировании равномер-ротatableльный композиционный план второго порядка, способный дать адекватное описание модели.

Ключевые слова: математическая модель, планирование эксперимента, бетонная смесь, вяжущее, эксперимент, план первого порядка, план второго порядка, уравнение регрессии, оптимизация, ротatableльный план.

S. S. Kharchenko

MATHEMATICAL APPROACH AT PLANNING OF EXPERIMENT ON OPTIMIZATION OF COMPOSITION ASTRINGENT FOR CONCRETE MIXTURE

Abstract: the Article is sanctified to the question of mathematical approach at planning of experiment on optimization of composition astringent to concrete mixture. Influence of astringent materials is specified on quality of concretes. The questions of choice of mathematical methods of planning of experiment and possibility of their application are examined for optimization of composition of astringent component of concretes. As a result it is suggested to use for the design of uniform-rotatable a composition plan the second order, able to give adequate description to the model.

Keywords: mathematical model, planning of experiment, concrete mixture, astringent, experiment, plan of first-order, plan the second order, equalization of regression, optimization, rotatable plan.

В сфере производства строительных материалов к вяжущим относят вещества, способные при определенных условиях образовывать пластичный, вязкий материал, так называемое тесто, которое со временем затвердевает, приобретая камнеподобное состояние.

Вяжущее как компонент бетонной смеси отвечает за прочностные характеристики будущего бетона. В качестве вяжущего могут применяться различные виды цементов, строительный гипс, строительная известь, глина, жидкое стекло и прочее. Свойства вяжущих определяются многими факторами, в том числе их составом, который может варьироваться с учетом условий эксплуатации. Задача по подбору и оптимизации состава вяжущего считается довольно сложной, так как его качество определяется многими факторами, поэтому необходимо установить верные критерии оптимизации и контролируемые величины.

Оптимизация, как известно, направлена на получение наилучших результатов при соответствующих условиях.

Любая научная работа, имеющая прикладной характер, не может проводиться без экспериментальных исследований. Поэтому справедливость выдвигаемой гипотезы исследователь проверяет экспериментальным путем, выявляя свойства изучаемых объектов и устанавливая возможность практического применения полученных данных, если это входит в состав задач научных исследований.

Определение термина «эксперимент» имеет множество вариаций, но, по сути, все они сводятся к тому, что эксперимент (лат. *experimentum* – проба, опыт) – это познавательный исследовательский процесс, осуществляемый в специально заданных условиях, воспроизводимых путем их контролируемого изменения.

Путем экспериментальных исследований определяются опытные показатели параметров, используемых для расчета коэффициентов математических моделей, подтверждение адекватности этих моделей и подтверждение лабораторных исследований.

Проведение подобных экспериментов требует четкого планирования и организации. Аналитический обзор имеющихся на данный момент времени данных по проведению подобных работ показал наличие довольно обширного материала: учебники, учебные пособия, рекомендации, научные разработки в теоретической и прикладной сферах. В данной работе учитывались рекомендации по применению методов математического планирования экстремального эксперимента в технологии бетонов, а также ряд других работ [1, 6, 9].

При планировании эксперимента устанавливаются условия проведения предстоящих исследований, количество опытов, оптимальное для достижения поставленной точности.

В состав условий эксперимента включается следующее:

- определение общих пределов измерений;
- интервал варьирования исследуемых величин;
- точность измерения;

- основной уровень исследуемых факторов (на основе предварительных опытов необходимо выбрать наилучшее значение).

По принятой классификации рассматриваемый эксперимент относится: по характеру – к технологическим, по способу формирования условий – к естественным, по целям исследования – к преобразующим, по временным затратам на эксперимент – к длительным, по организации эксперимента – к лабораторным, по характеру внешних воздействий на объект – к вещественным, по характеру взаимодействия средства экспериментального исследования с объектом исследования – обычный, по числу варьируемых факторов – многофакторный, по типу моделей, исследуемых в эксперименте – материальный, по контролируемым причинам – к активным.

Эксперимент, который ставится для решений задач оптимизации, называется *экстремальным*.

При выборе метода планирования учитывается: экономическая составляющая проведения эксперимента; число контролируемых факторов; вид поставленных задач; имеющаяся информация о значимости каждого фактора для исследуемого объекта.

Любое свойство вяжущей композиции может включать в себя целый ряд факторов, оказывающих воздействие на изучаемую систему сложным взаимосвязанным способом, исходя из чего эксперимент относится к многофакторным. Фактором называется измеряемая переменная величина, принимающая в некоторый момент времени определенное значение.

Многофакторный эксперимент позволяет сократить количество опытов, увидеть удельный вес каждого фактора в их взаимодействии, обеспечивает высокую степень достоверности получаемых данных.

Целью многофакторного эксперимента является нахождение модели процесса в виде полинома первой или второй степени. Соответственно будем иметь план первого или второго порядка.

Планы первого порядка позволяют находить линейные уравнения регрессии и нелинейные уравнения с членами, учитывающими эффекты взаимодействия факторов.

Планы первого порядка включают: полный факторный план; дробный факторный план; план случайного баланса.

После реализации плана первого порядка довольно часто найденное уравнение регрессии оказывается неадекватным.

Планы второго порядка позволяют найти уравнение регрессии в семействе полиномов второго порядка по результатам специально спланированных экспериментов.

План второго порядка включает: ортогональный центральный композиционный план; ротатабельный центральный композиционный план.

Для оценки достоверности и адекватности полученных результатов, установления связи между случайными величинами, а также характеристики этой связи зачастую используется регрессионный анализ.

Выбираемый математический метод планирования должен обеспечить создание регрессионной модели, предназначенной для оптимизации вяжущей композиции относительно выбранного критерия оптимизации, при минимальном количестве опытов.

Результаты проведенного эксперимента дают возможность получить уравнение регрессии как математической модели объекта.

В технологии бетона возможно применение математических методов, условно подразделяемых на три группы.

К первой относятся вероятностно-статистические методы. Эти методы включают теорию вероятностей, описательную статистику, проверку статистических гипотез, дисперсный и регрессионный анализы, математическую теорию экспериментов и прочее.

Во второй группе используются методы исследования операций, включающих программирование линейное, нелинейное, а также динамическое, теорию графов и сетей, теорию игр, теорию массового обслуживания и другие.

В третью группу входят методы математического анализа, где включены: дифференциальное, интегральное, векторное исчисления, дифференциальные уравнения.

С позиций математики задачи по оптимизации чаще всего формулируются как задачи поиска экстремальных значений функции отклика объекта (максимумов или минимумов).

При проектировании оптимального состава вяжущего для бетонной смеси по математической модели наряду с полными и дробными факторными планами достаточно часто останавливаются на центральных ротатабельных планах второго порядка. Ротатабельность плана подразумевает точность уравнения регрессии, полученного на основании результатов его реализации, одинаковой во всех точках факторного пространства.

Ротатабельный план – это композиционный план, содержащий полный факторный план в ортогональной части. В ротатабельном плане значения факторов ортогональной части находятся не на границах диапазонов их варьирования, а внутри этих диапазонов. Звездные точки, которые входят в состав ротатабельного плана, являются опытами, в которых один из варьироваемых факторов располагается на верхнем и нижнем уровнях, а другие находятся на основном уровне.

Значения факторов принято обозначать как +1 или -1, верхний и нижний уровни каждого фактора соответственно обозначаем как $-n$ и $+n$, при этом считается, что n – положительное число, большее 1, которое называется звездным плечом.

Дисперсия воспроизводимости определяется по опытам в центре плана.

Поверхности отклика дают возможность очертить первичную область состава вяжущего.

Дальнейшую оптимизацию состава вяжущего при необходимости можно проводить по результатам пассивного эксперимента.

Весь математический аппарат представлен общей теорией математических методов планирования эксперимента.

Таким образом использование униформ- ротатабельного композиционного плана второго порядка в целях оптимизации состава вяжущего для бетонных смесей позволит избежать дополнительных опытов для оценки дисперсии воспроизводимости, подтвердить правильность выбранных факторов и интервалов их варьирования, а полученные по результатам испытаний исследуемых показателей качества вяжущего уравнения регрессии, опираясь на критерий Фишера, смогут описать адекватно нашу математическую модель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов Ю.М. Способы определения состава различных видов бетона: учеб. пособие для вузов / Ю.М. Баженов. – М.: Стройиздат, 1975. – 268 с.
2. 28.ГОСТ 24026-80. Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 19 с.
3. Джонсон Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы планирования эксперимента / Н. Джонсон, Ф. Лион. – М.: Мир, 1981. – 520 с.
4. Слотин Ю.С. Композиционное планирование регрессионного эксперимента / Ю.С. Слотин. – М.: Знание, 1983. – 52 с.
5. Соловьев В. И., Рахимова Г. М., Рахимова А. Ж. Оптимизация составов тяжелого бетона с гидрофобизирующим органоминеральным модификатором ОМД-МС методом ма-

тематического планирования эксперимента // Молодой ученый. — 2018. — №42. — С. 21-25. URL <https://moluch.ru/archive/228/53185/> (дата обращения: 17.03.2019).

6. Ординарцева, Н. П. Планирование эксперимента в измерениях / Н. П. Ординарцева // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. № 03 (79). 2013.

7. Баженов М.Ю. Технология бетона: учебник. Ю.М. Баженов. – М.: Издво АСВ, 2003. – 500 с

8. Шмигальский В.Н. Оптимизация составов цементобетонов / В.Н. Шмигальский. – Кишинев: Мир, 1981. – 123 с.

УДК 667.6

М. В. Лосева, М. Е. Канаев, В. А. Каштанов

ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация: в современном мире коррозия металлов и защита их от коррозии является одной из важнейших научно-технических и экономических проблем. Развитие промышленности и, как следствие, растущее загрязнение атмосферного воздуха вызывает интенсивную коррозию металлоконструкций, поэтому встает вопрос антикоррозионной защиты. Металлоконструкции своим антикоррозионным «здоровьем» обязаны специальным защитным лакокрасочным материалам. Исходя из требований к покрытию, условий его эксплуатации и условий нанесения материалов, подбирают оптимальные по цене и защитным свойствам системы антикоррозионных лакокрасочных материалов.

Ключевые слова: коррозия, защита от коррозии, лакокрасочные материалы

M. V. Loseva, M. E. Kanaev, V. A. Kashtanov

PERSPECTIVE OF DEVELOPMENT OF PAINT MATERIALS

Abstract: In today's world of metal corrosion and protection against corrosion is one of the most important scientific, technical and economic problems. The development of industry and, as a consequence, increasing air pollution causes intense corrosion of metal, so there is a question of corrosion protection. Steel structures its anticorrosion "health" are required a special protective paints and varnishes. Based on the requirements to the coating, its operating conditions and conditions of application of materials selected for optimal protective properties and low system anticorrosion paints.

Keywords: corrosion, corrosion protection, paint materials

В современном мире коррозия металлов и защита их от коррозии является одной из важнейших научно-технических и экономических проблем. Развитие промышленности и, как следствие, растущее загрязнение атмосферного воздуха вызывает интенсивную коррозию металлоконструкций. Большинство компонентов окружающей среды, будь то жидкости или газы, способствуют разрушению поверхности металлов. Эта проблема заставляет специалистов задуматься о вопросе антикоррозионной защите поверхности металлоконструкций и произвести сравнение затрат на удорожание металла (замена или восстановление металлоконструкций) с затратами на их своевременную и качественную защиту. [1]

Не секрет, что металлоконструкции своим антикоррозионным «здоровьем» обязаны специальным защитным лакокрасочным материалам.

Как правильно выбирать антикоррозийные лакокрасочные материалы? Какие факторы необходимо учитывать?

Исходя из требований к покрытию, условий его эксплуатации и условий нанесения материалов, подбирают оптимальные по цене и защитным свойствам системы антикоррозионных лакокрасочных материалов.

Выбор лакокрасочных материалов производится в соответствии с задачами, выставляемыми потребителем и зависит от того, какое покрытие он хочет получить. Прежде всего, необходимо понимать, что требуется от покрытия и в каких условиях оно будет работать. Только найдя ответы на основные вопросы: какова возможная степень подготовки поверхности, коррозионная активность среды, необходимый срок эксплуатации и т. д., можно правильно выбрать необходимые лакокрасочные материалы [2].

Работая с антикоррозионными материалами, следует помнить о факторах, влияющих на качество покрытия: равномерная толщина покрытия; отсутствие острых кромок; величина шероховатости поверхности; выдержка покрытия до начала эксплуатации.

Неправильная эксплуатация покрытия приводит к появлению дефектов, износу металла и, как следствие, уменьшению срока службы покрытия. В связи с этим, пристального внимания требуют: подготовка поверхности; климатические условия; наличие высококвалифицированного персонала.

Срок хранения лакокрасочного материала не должен превышать рекомендованного периода с момента изготовления, согласно технической документации завода-изготовителя. Основное правило для обеспечения длительного срока службы любой высокоэффективной лакокрасочной системы – высокая степень подготовки поверхности.

Следует учитывать, что на рынке ЛКМ преобладают материалы на основе органических растворителей. Они имеют ряд преимуществ:

- отверждаются при низкой температуре и высокой влажности;
- образуют покрытие высокого качества на сложных подложках (плохо окрашенных или пыльных поверхностях);
- просты в нанесении.

В настоящее время особое внимание уделяется требованиям к безопасности и охране окружающей среды. Сокращения выбросов вредных веществ в атмосферу при изготовлении лакокрасочной продукции можно достичь с помощью инженерно-технических решений (оптимизация процесса окраски, автоматизация оборудования, модернизация систем рециркуляции и очистки отходов) или внедрением новых ЛКМ, отвечающих современным требованиям (с высоким сухим остатком, водоразбавляемые, порошковые и радиационно-отверждаемые) [3].

В промышленно развитых странах, начиная с 80-х гг. XX законодательно были введены ограничения на выброс промышленными предприятиями паров органических растворителей. Лакокрасочные материалы, удовлетворяющие этим требованиям, не должны содержать более 0,3 кг растворителя в 1 л ЛКМ при рабочей вязкости. Это стимулировало работы по созданию новых ЛКМ с ограниченным содержанием органических растворителей и привело к существенному изменению ассортимента лакокрасочной продукции: органоразбавляемые — 46 %; порошковые — 18; водоразбавляемые — 17; с высоким сухим остатком — 14; радиационного отверждения — 5 % .

На рынке России основу ассортимента все же составляют традиционные органоразбавляемые лаки и эмали, на производство которых ежегодно расходуется более 3 млн. т органических растворителей [4]. Столь высокое потребление дорогих и токсичных растворителей резко ухудшает экономические показатели производителей и потребителей ЛКМ и крайне отрицательно влияет на экологическую обстановку.

Решение проблемы охраны окружающей среды (воздушного и водного бассейнов) от загрязнений, предусматривается увеличением выпуска экологически безопасных ЛКМ.

Лакокрасочные материалы с высоким сухим остатком позволяют на 20-30 % сократить потребление органических растворителей, снизить расход ЛКМ при нанесении, а также в 1,5-2 раза увеличить срок службы покрытий. Благодаря этому, покрытия обладают улуч-

шенными декоративными и защитными свойствами. Однако эти материалы дороже традиционных и отверждаются медленнее.

Перспективными материалами с экологической, технологической и экономической точек зрения, являются водоразбавляемые, в т. ч. водно-дисперсионные ЛКМ. Основное их преимущество - использование воды вместо дорогих, горючих, токсичных и безвозвратно теряемых органических растворителей. Также они не имеют запаха, быстро высыхают, легко наносятся на поверхность, имеют хороший декоративный вид и широкий спектр цветовой гаммы [5].

Отсутствие в составе водных материалов органических растворителей значительно снижает количество вредных выбросов в атмосферу, уменьшает пожароопасное, токсичность и создает благоприятные условия труда при проведении окрасочных работ.

Из-за сложного состава и большого числа добавок водоразбавляемые материалы несколько дороже органоразбавляемых. Однако с учетом экономии на очистном и рециркуляционном оборудовании, отсутствия расходов на вентиляцию, окраска водоразбавляемыми ЛКМ обходится не дороже, а иногда даже дешевле, чем обычными составами.

Перечисленные достоинства водоразбавляемых ЛКМ способствуют тому, что в некоторых секторах потребления они потеснили органоразбавляемые. Это относится, прежде всего, к строительству, где доля используемых водоразбавляемых ЛКМ достигает 70-80% в общем ассортименте лакокрасочной продукции. Водно-дисперсионные материалы находят широкое применение в антикоррозионной защите металлов [6].

К основным недостаткам, сдерживающим их применение, можно отнести низкую морозостойкость (до -40°C), более легкую подверженность микробиологическому разрушению.

К водно-дисперсионным материалам относятся:

- коррозионно-стойкие лакокрасочные материалы на акриловой основе;
- эпоксиакриловые лакокрасочные материалы.

Покрытия из водно-дисперсионных лакокрасочных материалов по своим характеристикам не уступают покрытиям из традиционных материалов на органических растворителях, а по отдельным — значительно превосходят их. Такие покрытия сохраняют в процессе старения высокие физико-механические свойства, обладают стойкостью к воздействию кислот и щелочных моющих средств. Двухслойное покрытие из водно-дисперсионных ЛКМ на загрунтованной поверхности сохраняет защитную способность в течение 5 лет, что в 2 раза выше, чем у покрытия, выполненного по традиционной схеме алкидными материалами.

Технический прогресс в области органических покрытий, связанный с решением экологических и экономических проблем и повышением качества защиты изделий, привел к появлению принципиально нового вида ЛКМ — порошковых красок [7].

Принимая во внимание темпы роста российской экономики с одной стороны и динамику изменения мировых цен на нефть и компоненты лакокрасочных материалов с другой, можно предположить, что объемы потребления будут только увеличиваться. Причем рост объемов потребления в области промышленной окраски будет максимальным в секторе добычи, транспортировки и переработки углеводородного сырья. Основная часть объемов потребления придется на строительство новых объектов.

Развитие рынка антикоррозионных материалов напрямую связано с повышением качества выпускаемой продукции. Антикоррозионные материалы будут производиться экологически более полноценными и более сложными, с точки зрения химической и нанотехнологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по защите металлоконструкций от коррозии и ремонту лакокрасочных покрытий металлических пролетных строений эксплуатируемых автодорожных мостов», Росавтодор, М., 2003
2. СТО 001-2006 «Защита металлических конструкций мостов от коррозии методом окрашивания», Корпорация «Трансстрой», М., 2006

3. СТП 017-2004 «Защита бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений от коррозии», Корпорация «Трансстрой», М., 2004.

4. ISO 12944 «Лаки и краски. Антикоррозионная защита стальных конструкций от коррозии с помощью защитных лакокрасочных систем. Часть 5. Защитные лакокрасочные системы».

5. «Руководство по защите металлоконструкций от коррозии и ремонту лакокрасочных покрытий металлических пролетных строений эксплуатируемых автодорожных мостов» Министерства транспорта РФ - Государственной службы дорожного хозяйства (Росавтодор).

6. Шафран Л.М., Мураховская Л.И., Серди И.В. Проблема токсичных промышленных отходов в Одесском регионе и пути ее решения // Перспективные направления развития экологии, экономики, энергетики. Сб. научн. статей.-Одесса, 1997. - С.

8. Елисаветский А.М., Ратников В.Н. Экологические проблемы применения лакокрасочных покрытий.

7. Gnot W. Антикоррозионные лакокрасочные материалы нового поколения // Лакокрасочные материалы и их применение. 2005. № 6.

УДК 66.021.3

С. В. Натареев^{1,2}, Н. А. Лапшин¹, А. С. Калинин¹, С. В. Беляев²

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЧИСТКА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В КАСКАДЕ ЕМКОСТНЫХ АППАРАТОВ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Аннотация: предложено математическое описание процесса очистки водных растворов в каскаде емкостных аппаратов. При разработке математической модели использовали следующие допущения: равновесие адсорбции описывается уравнением Генри, скорость процесса лимитируется как внешней, так и внутренней диффузией, в каждом аппарате принимается идеальное перемешивание фаз. С помощью математической модели изучены процессы очистки раствора от пропилового спирта.

Ключевые слова: адсорбция, активный уголь, органические вещества, емкостной аппарат, математическая модель.

S. V. Natareev, N. A. Lapshin, A. S. Kalinin, S. V. Belyaev

PURIFICATION OF WATER SOLUTIONS FROM ORGANIC MATTER IN THE CASCADE OF CAPACITIVE DEVICES OF CONTINUOUS ACTION

Abstract: the mathematical description of the process of solution purification by means of adsorption in a cascade of capacitive devices of continuous action was developed. At the developing mathematical description the following assumptions were used: the adsorption equilibrium is described by Henry equation, the velocity of the process is limited by both internal and external diffusion, the flow pattern of the liquid phase in the apparatus is described by the perfect mixing model. The developed mathematical model is used to study the process of cleaning solutions from propyl alcohol.

Keywords: adsorption, active carbon, organic substances, capacitive apparatus, mathematical model.

При эксплуатации объектов химической промышленности не исключается возможность выброса жидких токсичных отходов в окружающую среду в результате аварии. Одним

из наиболее надежных методов очистки таких стоков является метод адсорбции, который осуществляют в аппаратах непрерывного и периодического действия. Методом адсорбции возможно практически полное удаление из растворов почти всех органических соединений. Наиболее универсальными из адсорбентов являются активные (активированные) угли, которые представляют собой пористые углеродные материалы с развитой внутренней поверхностью, состоящие из открытых пор и капиллярных каналов. Эффективность работы адсорбционного оборудования во много определяется выбранными режимными параметрами, для определения которых целесообразно использовать метод математического моделирования. При построении математического описания необходимо учитывать равновесные и кинетические характеристики процесса, гидродинамические особенности движения подвижных фаз в аппарате.

Рассмотрим непрерывный проточный процесс очистки раствора в каскаде емкостных аппаратов одинакового объема V (рис. 1). Общее количество аппаратов в каскаде равно m . В первый аппарат каскада поступают раствор с объемной скоростью Q м³/с и концентрацией $C_{\text{вх}}$ кг/м³, а также адсорбент с объемной скоростью \bar{Q} м³/с и с начальным содержанием целевого компонента $\bar{C}_{\text{вх}}$ кг/м³. Из каскада аппаратов выходит раствор с концентрацией вещества $C_{\text{вых}}$ кг/м³ и содержанием в адсорбенте поглощаемого вещества $\bar{C}_{\text{вых}}$ кг/м³.

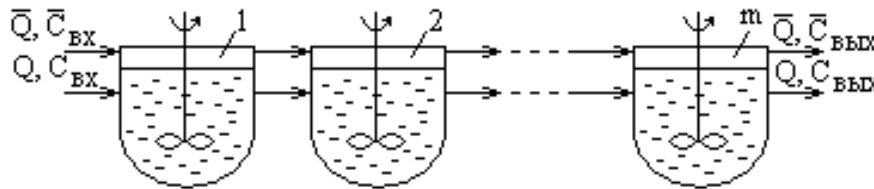


Рис. 1. Схема движения фаз в каскаде реакторов

При постановке математической модели сделаем следующие допущения: равновесие в системе адсорбент–раствор описывается уравнением линейной изотермы адсорбции, скорость процесса определяется смешенной диффузией, перемешивание жидкой и твердой фаз является идеальным, частицы адсорбента имеют сферическую форму со средним диаметром $2r_0$.

Для определения средней концентрации сорбируемого вещества в выходящем из реактора потоке воспользуемся уравнением:

$$\bar{C}_{\text{вых}} = \int_0^{\infty} f(\tau) \bar{C}(\tau) d\tau, \quad (1)$$

где τ – время процесса, с; $f(\tau)$ – функция, характеризующая структуру потока, кг/м³; $\bar{C}(\tau)$ – решение уравнения кинетики, кг/м³.

Введем в рассмотрение безразмерные величины:

$$\theta = \frac{\tau}{\tau_0}, \quad F(\theta) = \frac{\bar{C}_{\text{ср}}(\theta) - \bar{C}_{\text{вх}}}{a_0 - \bar{C}_{\text{вх}}}, \quad (2)$$

где a_0 – максимальное значение адсорбции, кг/м³; τ_0 – среднее время пребывания адсорбента в аппарате, с; \bar{C} – концентрация вещества в адсорбенте, кг/м³; индексы: вх – входящий; ср – средний.

Среднее время пребывания адсорбента в аппарате определяется по формуле:

$$\tau_0 = \frac{\bar{V}(1-\varepsilon)}{\bar{Q}}, \quad (3)$$

где \bar{V} – объем адсорбента в аппарате, м³; ε – порозность.

С учетом формул (1)–(3) запишем уравнение для расчета средней концентрации целевого компонента в адсорбенте на выходе из i -го аппарата:

$$F_{\text{вых.}i} = \int_0^{\infty} W(\theta) F_i(\theta) d\theta. \quad (4)$$

Для описания структуры потоков используем ячеечную модель. Функция распределения времени пребывания частиц адсорбента имеет вид:

$$W(\theta) = \frac{m^m}{(m-1)!} \theta^{m-1} \exp(-m\theta), \quad (5)$$

где m – число ячеек.

Уравнение кинетики получим путем решения задачи о поглощении целевого компонента зерном адсорбента сферической формы при равномерном начальном распределении концентрации и симметричных граничных условиях третьего ряда. Математическое описание кинетики может быть записано следующей системой уравнений.

Уравнение диффузии целевого компонента в зерне адсорбента:

$$\frac{\partial \bar{C}(r, \tau)}{\partial \tau} = \bar{D}_{\text{эф}} \left[\frac{\partial^2 \bar{C}(r, \tau)}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial \bar{C}(r, \tau)}{\partial r} \right] \quad (\tau > 0; \quad 0 \leq r \leq r_0); \quad (6)$$

Уравнение изотермы адсорбции:

$$\bar{C} = \Gamma C; \quad (7)$$

Начальные и граничные условия:

$$\bar{C}(r, 0) = \bar{C}_{\text{сп}}(0) = \bar{C}_{\text{сп.}0}; \quad (8)$$

$$C(0) = C_0; \quad (9)$$

$$\frac{\partial \bar{C}(0, \tau)}{\partial r} = 0; \quad \bar{C}(0, \tau) \neq \infty; \quad (10)$$

$$\bar{D}_{\text{эф}} \frac{\partial \bar{C}(r_0, \tau)}{\partial r} = \beta [C(\tau) - C_{\text{гр}}(\tau)]; \quad (11)$$

$$\bar{Q} \frac{d\bar{C}_{\text{сп}}(\tau)}{d\tau} = nS\bar{D} \frac{\partial \bar{C}(r, \tau)}{\partial r} \Big|_{r=r_0}, \quad (12)$$

где $\bar{D}_{\text{эф}}$ – коэффициент диффузии в адсорбенте, м²/с; n – количество частиц адсорбента, поступающих в аппарат; r – радиальная координата частицы, м; r_0 – радиус частицы, м; S – площадь поверхности одной частицы, м²; β – коэффициент массоотдачи в растворе, м/с; Γ – константа Генри; индексы: 0 – начальный; эф – эффективный.

Применив для решения краевой задачи (6)–(12) метод интегрального преобразования Лапласа [1], получим выражение для расчета средней концентрации целевого компонента в адсорбенте:

$$F_{\text{ВЫХ},i}(\theta) = \frac{\bar{C}_{\text{ВЫХ},i}(\theta) - \bar{C}_{\text{ВХ},i}}{a_0 - \bar{C}_{\text{ВХ},i}} = \frac{1}{1 + \Gamma \frac{\bar{Q}}{Q}} - \sum_{n=1}^{\infty} A_n \exp\left(-\frac{\mu_n^2 \bar{D}_{\text{эф}} \tau_{\text{ср},i}}{r_0^2} \theta\right), \quad (13)$$

$$\text{где } A_n = \frac{6Bi_m(\sin \mu_n - \mu_n \cos \mu_n)}{\mu_n^3 \left[\sin \mu_n \left(\mu_n - \frac{M Bi_m}{\mu_n} + \frac{2M Bi_m}{\mu_n^3} \right) - \cos \mu_n \left(\frac{2M Bi_m}{\mu_n^2} + Bi_m \right) \right]}, \quad M = 3\Gamma \frac{\bar{Q}}{Q},$$

μ_n – корни характеристического уравнения:

$$\operatorname{tg} \mu = \frac{Bi_m M - \mu^2}{\mu (Bi_m - 1)}. \quad (14)$$

Подставляя уравнения (5) и (13) в уравнение (4) и применяя формулу [2]

$$\int_0^{\infty} z^{k-1} e^{-pz} dz = \frac{(k-1)!}{p^k}, \quad (15)$$

получаем

$$F_{\text{ВЫХ},i}(\theta) = \frac{\bar{C}_{\text{ВЫХ},i}(\theta) - \bar{C}_{\text{ВХ},i}}{a_0 - \bar{C}_{\text{ВХ},i}} = \frac{1}{1 + \Gamma \frac{\bar{Q}}{Q}} - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{A_n m^m}{\left(\frac{\mu_n^2 \bar{D}_{\text{эф}} \tau_{0,i}}{r_0^2} + m \right)^m}. \quad (16)$$

Уравнение (16) позволяет рассчитать степень отработки зерна адсорбента на выходе из i -го аппарата каскада.

Замыкает математическое описание процесса уравнение материального баланса:

$$Q(C_{\text{ВХ},i} - C_{\text{ВЫХ},i}) = \bar{Q}(\bar{C}_{\text{ВЫХ},i} - \bar{C}_{\text{ВХ},i}). \quad (17)$$

С помощью разработанного математического описания был проведен расчет процесса очистки водного раствора от пропилового спирта в каскаде из трех емкостных аппаратов. В качестве адсорбента использовался активный уголь марки КАД. Для расчета были выбраны следующие параметры процесса: $C_{\text{ВХ}} = C_0 = 0,3 \text{ кг/м}^3$; $Q = 8 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3/\text{с}$; $\bar{Q} = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$; $V = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$; $\bar{V} = 9 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$; $\bar{D}_{\text{эф}} = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{с}$ [3]; $\Gamma = 60$; $r_0 = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}$.

Коэффициент массоотдачи в жидкой фазе находили по уравнению [4]:

$$Nu = 0,504 \left(\frac{\Psi d_3^4}{\nu^3} \right)^{0,206} Pr^{1/3}, \quad (18)$$

где $Nu = \frac{\beta d_3}{D}$ – критерий Нуссельта; $Pr = \frac{\nu}{D}$ – критерий Прандтля; $\Psi = \frac{N}{V\rho}$ – средняя скорость диссипации (рассеивания) энергии; D – коэффициент диффузии в растворе, $\text{м}^2/\text{с}$; d_3 –

диаметр зерна, m ; N – мощность, затрачиваемая на перемешивание; ν – коэффициент кинематической вязкости раствора, m^2/c ; ρ – плотность среды, kg/m^3 .

Результаты расчета, выполненные в системе Mathcad 15, приведены на рис. 2, которые показывают стационарное распределение концентрации пропилового спирта в активном угле и растворе по аппаратам каскада.

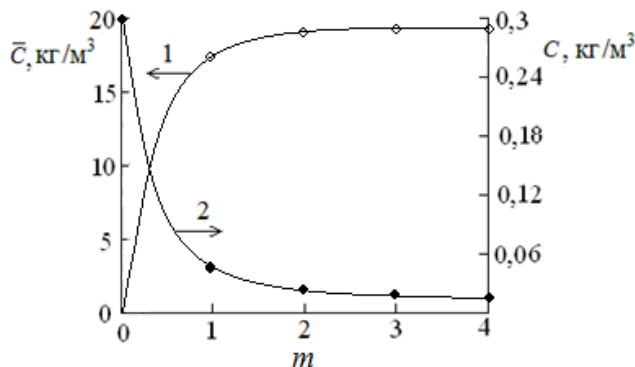


Рис. 2. Распределение концентрации пропилового спирта в активном угле (1) и растворе (2) по аппаратам каскада

Из рис. 2 видно, что процесс адсорбции наиболее интенсивно протекает в первом по ходу движения адсорбента и раствора аппарате каскада. Затем процесса адсорбции замедляется, а в остальных аппаратах каскада изменение концентрации сорбируемого вещества во взаимодействующих фазах является незначительным. Полученное решение может быть рекомендовано для расчета каскада емкостных аппаратов с мешалками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Диткин В.А., Прудников А.П. Справочник по операционному исчислению. М.: Высшая школа. 1965. 465 с.
2. Прудников А.П., Брычков Ю.А., Маричев О.И. Интегралы и ряды. Элементарные функции. М.: Наука, 1981. 800 с.
3. Когановский А.М., Клименко Н.А., Левченко Т.М., Рода И.Г. Адсорбция органических веществ из воды. Л.: Химия, 1990. 256 с.
4. Массообменные процессы химической технологии (системы с дисперсной твердой фазой) / П.Г. Романков, В.Ф. Фролов. Л.: Химия, 1990. 384 с.

УДК 691

И. В. Сусоева, Т. Н. Вахнина, А. А. Титунин, А. В. Куликов
ФГБОУ ВО Костромской государственной университет

ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Аннотация: В работе приведены результаты экспериментального определения коэффициента теплопроводности композиционных материалов из неиспользуемых отходов прядения льна и хлопка. Новые теплоизоляционные материалы на основе растительных отходов изготавливаются по технологии мягких древесноволокнистых плит мокрого способа производства. В качестве матрицы компози-

тов использованы синтетические терморепактивные или неорганические связующие. Результаты определения коэффициента теплопроводности композиционных плит на основе невозвратных пылевидных отходов прядения льна и хлопка показали, что разработанный материал может использоваться в качестве внутреннего теплоизоляционного слоя ограждающих конструкций.

Ключевые слова: композиционные плиты, отходы, лен, хлопок, связующее, стационарный метод, коэффициент теплопроводности.

I. V. Susoeva, T. N. Vakhnina, A. A. Titunin, A. V. Kulikov

THERMAL PROPERTIES OF BOARD MATERIALS FROM VEGETABLE WASTE

Abstract: The paper presents the results of experimental determination of the thermal conductivity of composite materials from unused waste spinning flax and cotton. New thermal insulation materials based on plant waste are manufactured using the technology of soft wood-fiber boards of wet production method. As a matrix of composites, synthetic thermosetting or inorganic binders are used. The results of determining the coefficient of thermal conductivity of composite plates on the basis of irrevocable dust-like waste spinning flax and cotton showed that the developed material can be used as an internal thermal insulation layer of enclosing structures.

Key words: composite boards, waste, linen, cotton, binder, stationary method, thermal conductivity coefficient.

Потенциальным сырьевым ресурсом для производства теплоизоляционных композиционных материалов с использованием растительных заполнителей являются неиспользуемые отходы текстильного производства. Возобновляемая сырьевая база однолетников, проблема утилизации растительных отходов, которые в производственных процессах прядения льняных и хлопковых волокон переходят в категорию неиспользуемых, все это служит основанием для разработки нового вида продукции. Практическая реализация разработки данных композиционных материалов позволит наряду с удовлетворением потребностей строительства в недорогих теплоизоляционных материалах решать также и экологическую задачу по очистке территорий от производственных отходов.

Над проблемой утилизации неиспользуемых растительных отходов работают ученые всего мира. Разрабатываются новые композиционные материалы, состоящих из шелухи кофе [8], древесных отходов [3, 7, 9, 11, 19], чайного дерева [12, 7], кокосовой шелухи [15, 16], багассы [17], хлопка [5], кенафа [12], льна и волокон пеньки [10]. Следует отметить, что при всем многообразии разработок композиционных материалов из растительных отходов, работы в области теплоизоляционных материалов из неиспользуемых (невозвратных) отходов прядения льна и хлопка в мировой и отечественной научной практике не проводятся.

Законодательное регулирование работ по повышению энергоэффективности началось в нашей стране более 10 лет назад – с введения в действие федерального закона № 261–ФЗ от 23.11.2009 г. «Об энергосбережении ...». Важность использования эффективных утеплителей, в числе прочих факторов, обусловлена тем, что на потери тепловой энергии через стены приходится до 30...49 %, в зависимости от этажности, типа здания и срока его эксплуатации [1].

По мнению многих исследователей, в будущем потребности в энергии будут только возрастать [2, 4, 6, 13, 20], работы по повышению эффективности конструкций для теплоизоляции зданий и сооружений будут все более актуальными с точки зрения энергосбережения. Рост цен на тепловую энергию также является существенным основанием для разработки новых теплоизоляционных материалов. Создание эффективных теплоизоляционных плитных материалов строительного назначения, в том числе из отходов местной промышленности, дает возможность снизить затраты на теплоизоляцию зданий. Хорошим основанием для данных работ являются низкие значения теплопроводности растительных материалов. По данным Zhou с коллегами, коэффициент теплопроводности плит из стеблей хлопка без связую-

щего имеет значения в диапазоне 0,0585...0,0815 Вт/м·К (в зависимости от плотности плит 150...450 кг/м³) [21].

В работе исследованы теплотехнические свойства композитов из невозвратных отходов прядения льна и хлопка на основе матрицы из синтетических и неорганических связующих. Образцы композита изготавливались по технологии древесноволокнистых плит мокрого способа производства путем смешивания растительного наполнителя с водой, связующим, формования, отжима и сушки при температуре 100°C. В качестве связующих использовались фенолоформальдегидное СФЖ–3014 (ФФС), карбамидоформальдегидное (КФС), жидкое стекло Na₂O(SiO₂)_n и алюмохромфосфат CrAl₃(H₂PO₄)_n.

Для определения теплофизических свойств композитов был использован стационарный метод, в котором через образец с течением времени формируется постоянный тепловой поток, в основе которого лежит применение закона Фурье.

Французский математик и физик Жан Батист Жозеф Фурье и французский физик и астроном Жан-Батист Био в 1822 г. разработали закон изотропной теплопроводности среды. Закон Фурье связывает температурный градиент окружающей среды с плотностями тепловых потоков:

$$q = -\lambda \frac{dT}{dx}, \quad (1)$$

где q – тепловой поток, Вт/м²;

λ – коэффициент теплопроводности Вт/м·К;

dT/dx – градиент температуры на изотермической плоской поверхности, К/м.

Градиент температуры может быть определен путем измерения разности температур между горячей и холодной поверхностями пластин:

$$\Delta T = T_{\text{гор}} - T_{\text{хол}}, \quad (2)$$

где $T_{\text{гор}}$ – температура горячей поверхности пластины, К;

$T_{\text{хол}}$ – температура холодной поверхности пластины, К.

Средний температурный градиент определяется как

$$\frac{dT}{dx} = \frac{-\Delta T}{\Delta x}, \quad (3)$$

где ΔT – разница между температурой горячей и холодной поверхностями плит, К;

x – толщина образца, м.

Исследования коэффициента теплопроводности композиционных материалов на основе растительных отходов проводились с помощью измерителя теплопроводности ИТП–МГ–4 в соответствии с ГОСТ 7076–99 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме». Внешний вид электронного измерителя теплопроводности ИТП–МГ–4 представлен на рис. 1.

Сущность метода испытания заключается в создании теплового потока, направленного перпендикулярно к наибольшей стороне образца определенной толщины, измерении плотности стационарного теплового потока и температур на противоположных гранях образца.

Для испытаний изготавливались образцы с размерами 100×100× h мм. Высота образцов h составляла 20...30 мм. Коэффициент теплопроводности определялся на образцах, высушенных до постоянной массы при температуре 100 °С согласно методике ГОСТ 7076–99. Перед испытанием образцы выдерживались в помещении лаборатории в течение двух часов.

Температура помещения лаборатории составляла 22 °С. В установку для нагрева укладывали образец. Далее на клавиатуре электронного блока вводили высоту образца. Длительность нагрева установки составила 80...120 мин. Усредненные показания прибора коэффициента теплопроводности λ , Вт/м·К представлены в таблице 1.

В работе экспериментально определен коэффициент теплопроводности композиционных материалов из невозвратных отходов прядения льна и хлопка, производимых по технологии мягких древесноволокнистых плит. Для всех видов композитов значения коэффициента теплопроводности отображают способность эффективно тормозить прохождение тепла через плитный материал. Композиты на основе отходов льна как на основе термореактивных связующих, так и неорганических, имеют большее значение теплового сопротивления и более низкий коэффициент теплопроводности в сравнении с плитами из отходов хлопка.

Таблица 1. Результаты определения коэффициента теплопроводности

Расход связующего, в % от массы наполнителя	Коэффициент теплопроводности, Вт/м ⁰ С плит на связующем (над чертой для плит из хлопка, под чертой для плит из льна)			
	СФЖ-3014	Na ₂ O(SiO ₂) _n	CrAl ₃ (H ₂ PO ₄) _n	КФС
0	0,081/0,050	0,081/0,050	0,081/0,050	0,081/0,050
2	0,084/0,051	0,084/0,051	0,084/0,051	0,084/0,051
4	0,084/0,052	0,084/0,052	0,084/0,052	0,084/0,052
8	0,085/0,053	0,085/0,053	0,085/0,053	0,085/0,053
12	0,086/0,054	0,086/0,054	0,086/0,054	0,086/0,054
16	0,087/0,055	0,087/0,055	0,087/0,055	0,087/0,055
20	0,088/0,056	0,088/0,056	0,088/0,056	0,088/0,056
24	0,089/0,057	0,089/0,057	0,089/0,057	0,089/0,057
30	0,090/0,058	0,090/0,058	0,090/0,058	0,090/0,058



Рис. 1. Электронный измеритель теплопроводности ИТП-МГ-4

Материалы с коэффициентом теплопроводности 0,035...0,16 Вт/м·К являются теплоизоляционными [14]. Значения коэффициентов теплопроводности традиционно используемых материалов:

- минеральная вата 0,033...0,055 Вт/м·К;
- древесина лиственных пород 0,16 Вт/м·К;
- древесина хвойных пород 0,12 Вт/м·К;
- древесноволокнистая плита 0,04...0,06 Вт/м·К.

Таким образом, исследование показало, что разработанные композиционные материалы из неиспользуемых отходов прядения льняных и хлопковых волокон можно использовать в качестве теплоизоляционного элемента конструкций зданий и сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голованова Л. А. Энергосбережение в жилищном строительстве. Хабаровск: Хабар. гос. техн. ун-та, 2005. 146 с.
2. Abubakar M., et al. Comparative study of thermal insulation boards from leaf and bark fibres of camel's foot // Nigerian Journal of Technology. 2018. Vol. 37. No. 1. Pp. 108–114.
3. Akgul M., et al. The haphazard wooden material converted to healthy MDF product // Pak. J. Biol. Sci. 2007. Vol. 10. Pp. 607–611.
4. Aktacir M. A., Buyukalaca O., Yilmaz T. A case study for influence of building thermal insulation on cooling load and air-conditioning system in the hot and humid regions // Applied Energy. 2010. Vol. 87. Pp. 599–607.
5. Alma M. H., et al. Properties of cotton carpel-based particleboards // Ind. Crops Prod. 2005. Vol. 22. Pp. 141–149.
6. Al-Rabghi O. M., Akyurt M. M. A survey of energy efficient strategies for effective air conditioning // Energy Convers. Manage. 2004. Vol. 45. Pp. 1643–1654.
7. Azizi M., Faezipour M. Consumption forecasting of iran plywood industry with respect to its substitution rate in building applications // J. Applied Sci. 2006. Vol. 6. Pp. 1040–1046.
8. Bekalo S. A., Reinhardt H. W. Fibers of coffee husk and hulls for the production of particleboard // Mat. Struct. 2010. Vol. 43. Pp. 1049–1960.
9. Kawasaki T., Kawai S. Thermal insulation properties of wood-based sandwich panel for use as structural insulated walls and floors // J. Wood. Sci. 2006. Vol. 52. Pp. 75–83.
10. Kymalainen H. R., Sjoberg A. M. Flax and hemp fibres as raw materials for thermal insulations // Build. Environ. 2008. Vol. 43. Pp. 1261–1269.
11. Loh Y. W., et al. Properties of particleboard produced from admixture of rubberwood and mahang species // Asian J. Applied Sci. 2010. Vol. 3 Pp. 310–316.
12. Shi J. S., et al. Preparation and properties of waste tea leaves particleboard // For. Stud. China, 2006. Vol. 82. Pp. 41–45.
13. Singhadej T., Supreya K. Particle boards from papyrus fibers as thermal insulation // Journal of Applied Sciences. 2011. Vol. 11. Pp. 2640–2645.
14. Thermal Conductivity of some common Materials. [Электронный ресурс] URL: <http://www.engineeringtoolbox.com>
15. Van Dam J. E. G., Van Den Oever M. J. A., Keijsers E. R. P. Production process for high density high performance binderless boards from whole coconut husk // Ind. Crops Prod. 2004. Vol. 20. Pp. 97–101.
16. Viswanathan R., Gothandapani L., Kailappan R. Water absorption and swelling characteristics of coir pith particle board // Bioresour. Technol. 2000. Vol. 71. Pp. 93–94.
17. Widyorini R., et al. Manufacture and properties of binderless particleboard from bagasse I: Effects of raw material type, storage methods and manufacturing process // J. Wood. Sci. 2005. Vol. 51. Pp. 648–654.
18. Xu J., et al. Manufacture and properties of low-density binderless particleboard from kenaf core // J. Wood Sci. 2004. Vol. 50. Pp. 62–67.
19. Yalinkilic M. K., et al. Biological, physical and mechanical properties of particleboard manufactured from waste tea leaves // Biodeterior. Biodegrad. 1998. Vol. 41. Pp. 75–84.
20. Yamtraipat N., et al. Assessment of Thailand indoor set-point impact on energy consumption and environment // Energy Policy. 2006. Vol. 34. Pp. 765–770.
21. Zhou X. Y., et al. An environment-friendly thermal insulation material from cotton stalk fibers // Energy Build. 2010. Vol. 42. Pp. 1070–1074.

УДК 532.783

Т. В. Пашкова^{1,2}, А. И. Александров², А. С. Баженов²

¹ ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

² ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УФ-ПОЛИМЕРИЗОВАННЫХ ПЛЁНОК КРАСИТЕЛЯ

Аннотация: Проведены спектральные исследования водных растворов красителя кубового алого КД и пленок, сформированных на стеклянных подложках осаждением молекул красителя из раствора. Предварительное текстурирование поверхности подложек позволило получить ориентированные пленки со степенью ориентации молекул, равной 0,57. Показана возможность стабилизации структуры ориентированной пленки красителя путем УФ полимеризации. Обнаружено, что продолжительное воздействие УФ излучения на пленку разрушает молекулярную ориентацию.

Ключевые слова: органические красители, растворы, тонкие пленки, УФ полимеризация, спектральный анализ, структура.

T. V. Pashkova, A. I. Alexandrov, A. S. Bagenov

THE SPECTRAL INVESTIGATIONS OF THE DYE FILMS POLYMERIZED BY UV IRRADIATION

Abstract: The spectral investigations of the water solutions of the vat dye (scarlet KD) and of the films formed on glass substrates by a sedimentation of molecules of the dye from the solution were carried out. Preliminary texturing of substrates surfaces gave a possibility to receive oriented films. The degree of molecular orientation in the films is equal to 0,57. The possibility of a stabilization of oriented film structure of the dye by means of UV polymerization was shown. Besides, as it was established, the prolonged UV irradiation destroys molecular orientation in the film.

Keywords: organic dyes, solutions, thin films, UV polymerization, spectral analysis, structure

Одним из направлений использования лиотропных жидких кристаллов (ЛЖК) красителей является формирование на их основе тонких анизотропных пленок, которые могут найти применение в оптоэлектронике. Установление связи между структурой и свойствами дает возможность получать материалы, обладающие необходимыми свойствами. Одним из способов стабилизации структурной организации в пленках является полимеризация под действием ультрафиолетового (УФ) излучения. Для получения качественных пленок необходимы сведения о структуре (на уровне моделей) как самих пленок, так и растворов, из которых формируется пленка.

При исследовании растворов и пленок на их основе, применяются методы абсорбционного спектрального анализа. Спектры поглощения в видимой и УФ областях позволяют изучать основное и возбужденные электронные состояния молекул, и переходы между ними. Для целей идентификации соединений и решения структурных проблем обычно используются характерные полосы поглощения, связанные с поглощением хромофорных групп, входящих в состав молекулы. Кроме того, спектры поглощения позволяют оценить степень оптической прозрачности органических веществ, которая является основной характеристикой, определяющей их использование в качестве оптических материалов. Ранее пленки, сформированные из ЛЖК фаз органических красителей, исследовались дифракционными методами [1-3]. В представленной работе для исследования пленок применяется спектральный метод. Интересным представляется, во-первых, установление связи между поведением молекул

красителя в растворе, из которого формируется пленка, и структурой пленки, и, во-вторых, получение стабильных анизотропных пленок путем УФ полимеризации.

В работе методами спектрального анализа исследовались водные растворы красителя сульфированного кубового алого КД, смесь изомеров (концентрация варьировалась от 0,0625 до 1%).

Структурные формулы и внешний вид молекул красителя, построенный в пакте Nureg Chem, показан на рис.1.

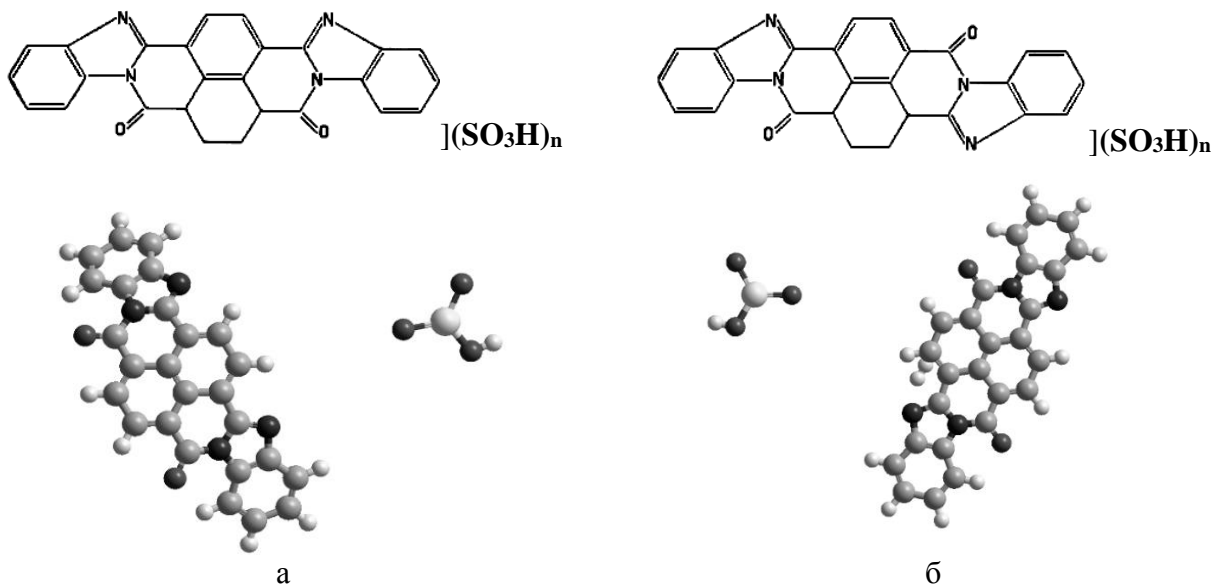


Рис. 1. Структурные формулы и внешний вид молекул красителя сульфированного кубового алого КД: а-цис-изомер, б- транс-изомер

Пленки красителя формировали осаждением раствора на стеклянных подложках. Для получения ориентированных плёнок использовалось ориентирующее влияние поверхности. Придание поверхности ориентирующих свойств осуществлялось методом механического текстурирования (метод Шатлена). Стабилизацию структуры пленок проводили УФ облучением (время облучения менялось от 15 минут до 1 часа), использовалось излучение ртутной лампы.

Спектры поглощения растворов исследуемых соединений и пленок на их основе получены на спектрофотометре СФ-56.

Оценка степени ориентации молекул в пленках S проводилась по дихроизму полос поглощения поляризованного света по формуле [4]

$$S = 1 - \frac{3}{2} \sin^2 \alpha.$$

Исследовались растворы красителя сульфированного кубового алого КД (концентрация варьировалась от 0,0625 до 1%). Спектры поглощения растворов представлены на рис.2. Спектры поглощения растворов получены в диапазоне длин волн от 200 до 1200 нм. При этом наиболее информативной оказалась область от 220 до 600 нм.

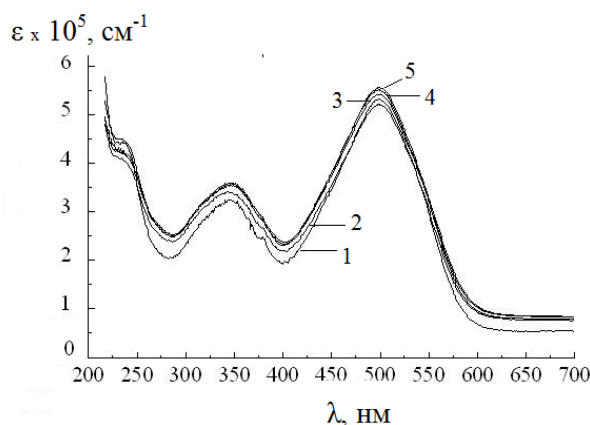


Рис. 2. Спектры поглощения водных растворов красителя сульфированного кубового алого КД с концентрациями 1 - 0,0625%, 2 - 0,13%, 3 - 0,25%, 4 - 0,5%, 5 - 1%.

Спектры поглощения растворов содержат несколько максимумов в видимой и ультрафиолетовой частях спектра, обусловленных поглощением как молекул красителя в целом (максимум на длине волны $\lambda=497$ нм), так и отдельных атомных групп в молекуле (полосы поглощения на длинах волн 227 нм и 345 нм). Интенсивная полоса поглощения на длине волны 227 нм ($\epsilon \sim 35000$ см⁻¹), по-видимому, связана с поглощением C=N связей, присутствующих в молекулах обоих изомеров. Концевые бензоимидазольные атомные группировки приводят к появлению интенсивной полосы поглощения на длине волны 345 нм ($\epsilon \sim 25000$ см⁻¹), на длинноволновом склоне которой проявляется максимум поглощения ($\lambda=378$ нм). Появление этого максимума может быть связано с возникновением межмолекулярных водородных связей, вызывающих батохромный сдвиг полос $\pi \rightarrow \pi^*$ переходов [4]. Интенсивность полос поглощения уменьшается с уменьшением концентрации раствора.

Известно, что водные растворы красителей склонны к образованию агрегатов (J-агрегатов), вызывающих появление в спектрах поглощения высокоинтенсивной полосы поглощения, смещенной в коротковолновую область. J-агрегаты – объединение органических молекул в более сложные группы. Это подтверждают и проведенные ранее исследования подобных красителей, растворы которых даже малых концентраций оказываются сильно агрегированными [3,4]. Появление агрегатов молекул в растворах приводит к деформации полос поглощения. Объединение молекул в агрегаты очень часто осуществляется при помощи водородных связей. Возможность их возникновения определяется структурой взаимодействующих молекул и свойствами окружающей среды. Присутствие атомов кислорода и азота на краях скелета молекул красителя свидетельствует о том, что молекулы данного соединения склонны к образованию агрегатов за счет водородных связей между соседними молекулами. Поскольку полоса поглощения молекулы на длине волны 497 нм является гладкой в спектрах растворов практически всех исследованных концентраций, по-видимому, агрегаты в данных растворах, несмотря на образование водородных связей (о чем свидетельствует деформация полосы поглощения с $\lambda=345$ нм), не образуются в количестве, дающем заметную полосу поглощения. Известно, что при возникновении димеров молекул в растворах спектры растворов пересекаются в так называемой изобестической точке, [4]. В нашем случае имеет место пересечение спектров поглощения растворов трех концентраций 1%, 0,5 % и 0,25% на длине волны 474 нм, что также является подтверждением возникновения агрегатов в растворах красителя.

Спектры поглощения пленок красителя получали в поляризованном свете. Поляризационные спектры пленок в видимой области спектра приведены на рис. 3.

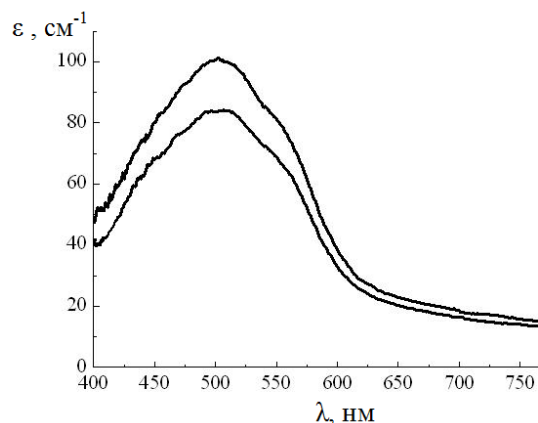


Рис. 3. Поляризационные спектры пленки красителя, подвергнутой УФ облучению в течение 15 минут, при двух взаимно перпендикулярных положениях поляризатора.

Следует заметить, что на длинноволновом склоне полосы поглощения молекул в спектре пленки присутствует заметный максимум в отличие от соответствующей полосы поглощения красителя в растворе, рис.3. То есть при образовании пленки из раствора в ней образуются агрегаты молекул. Изменение интенсивности полосы поглощения при изменении направления колебаний в падающем плоскополяризованном свете на 90 градусов свидетельствует о том, что пленка, полученная осаждением на текстурированную подложку, является ориентированной, степень ориентации составила 0,57. Ориентация сохраняется и в пленке, подвергнутой воздействию ультрафиолетового излучения. После 15 минут воздействия УФ излучения пленка остается ориентированной, при этом степень ориентации уменьшается незначительно (0,54). Таким образом, полимеризация молекул красителя в пленке под действием УФ лучей стабилизирует структуру пленки, не разрушает ориентацию молекул в ней. Дальнейшее увеличение времени облучения пленки до 30 минут приводит к тому, что исчезает дихроизм полос поглощения в поляризационных спектрах, отличающихся взаимно перпендикулярным направлением колебаний в падающем свете, но положение полосы поглощения сохраняется. Таким образом, увеличение продолжительности УФ облучения приводит к разрушению ориентированной структуры пленки. При более продолжительном воздействии ультрафиолетовыми лучами (1 час) на пленку спектр поглощения пленки сохраняется, но полоса поглощения становится шире, что можно связать с увеличением дефектности структуры пленки. Следовательно, для получения стабильных анизотропных пленок красителя сульфированного кубового алого КД достаточно воздействия ультрафиолетового излучения ртутной лампы в течение 15 минут.

В результате проведенных спектральных исследований растворов красителя сульфированного кубового алого КД, и пленок, полученных осаждением раствора на механически текстурированные стеклянные подложки, установлено, что:

- в водных растворах красителя с концентрациями 0,0625 -0,13% не образуются молекулярные агрегаты;
- пленка красителя, полученная на механически текстурированной подложке, является ориентированной, степень ориентации составила 0,57;
- ультрафиолетовое облучение пленки в течение 15 минут не разрушает ориентацию молекул, стабилизируя ее структуру;
- увеличение продолжительности облучения до 30 минут разрушает ориентацию молекул в пленке, в дальнейшем приводя к образованию дефектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *A.I. Alexandrov, V.A. Bykov, T.V. Pashkova.* Structure and films formed from lyotropic liquid crystal phases of dyes. 1. bensopurpurin – 4B// Mol.Cryst. Liq.Crust.1992. Vol.215.PP 169-177
2. *А.И. Александров, В.А. Быков, Т.В. Пашкова.* Дифракционные исследования структуры пленок, сформированных из лиотропных жидкокристаллических фаз некоторых красителей.// Известия Академии Наук. Серия физическая. 1995. Т.59, № 3. с. 37-44.
3. *А.И. Александров, Т.В. Пашкова, В.А. Быков.* Особенности структурной организации тонких пленок, сформированных из лжк фаз красителей: дисульфоиндантрон, прямой желтый светопрочный.// Abstract. IV International meeting on lyotropic liquid crystals/ September 25-28. 2000. Ivanovo. Russia. P.87
4. *Вилков Л.В., Пентин Ю.А.*//Физические методы исследования в химии. Структурные методы и оптическая спектроскопия, М.: Высшая школа. 1987., 367 с

УДК 66.022.389

Е. Н. Черезова, Л. Ю. Яшина, А. Н. Медведев, М. Е. Черезова, Г. Ф. Гараева
ФГБОУ ВО Казанский национальный исследовательский технологический университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЛИГОАЛКИЛ(АЛКОКСИ)СИЛОКСАНА В КАЧЕСТВЕ ТЕРМОСТАБИЛИЗАТОРА ДЛЯ КАБЕЛЬНОГО ПВХ-ПЛАСТИКАТА

Аннотация: Приведены результаты термических исследований ПВХ-композиций, которые содержат термостабилизатор олигоалкил(акокси)силоксан. Показано, что предлагаемый термостабилизатор может эффективно заменять трехосновный сульфат свинца.

Ключевые слова: олигоалкил(акокси)силоксан, поливинилхлорид, деструкция, термический анализ

E. N. Cherezova, L. Yu. Yashina, M. E. Cherezova, G. F. Garaeva

EFFICIENCY OF THE USE OF OLIGOALKYL (ALKOXY) SILOXANE AS A THERMAL STABILIZER FOR CABLE PVC-PLASTICATE

Abstract: The results of thermal studies of PVC composites filled with oligodimethylsiloxane. The results of thermal studies of PVC composites that contain the oligodialkylsiloxane thermal stabilizer are presented.

Keywords: oligoalkil(alkosi)siloksane, PVC, thermal analysis.

ПВХ-материалы являются многокомпонентными системами, в которых наряду с полимерной основой присутствуют добавки различного назначения: наполнители, модификаторы, термостабилизаторы, пластификаторы, антиоксиданты и др. [1]. В связи с невысокой термической стабильностью ПВХ, важную роль в ПВХ-материалах играют термостабилизирующие добавки. Крупнейшей группой термостабилизаторов для ПВХ являются соли свинца [2]. Это обусловлено тем, что $PbCl_2$, образующийся в ходе связывания выделяющегося HCl , в отличие от хлоридов некоторых других металлов, не оказывает дестабилизирующего действия на ПВХ [3].

Однако, обладая высокой эффективностью действия, соли свинца не безопасны для здоровья человека. В связи с этим снижение количества свинцовых термостабилизаторов в полимерной композиции, поиск менее токсичных термостабилизирующих добавок являются

важными направлениями исследований. В последние годы поиск термостабилизаторов ведется в ряду органических и неорганических соединений кремния [4, 5]. Однако кремнийорганические соединения достаточно дороги. Обзор Российского рынка малотоннажных добавок показал присутствие на внутреннем рынке продуктов, получаемых путем химической деструкции отходов силоксановых полимеров и композитов. В состав деструктатов входят олигоалкил(алкокси)силоксаны [6]. Целью данной работы явилось изучение термической стабильности ПВХ-композитов, содержащих олигоалкил(алкокси)силоксаны, полученные путем деструкции отходов силоксановых резин.

В составе ПВХ-композиций использованы следующие ингредиенты: суспензионный ПВХ-С-7058-М [7]; пластификатор диоктилфталат высшего сорта (ДОФ, число омыления 284-290мг КОН/г) [8]; термостабилизатор трехосновный сульфат свинца ($2\text{PbO}\cdot\text{PbSO}_4\cdot 4\text{H}_2\text{O}$, ТОСС, марка Б, ТУ 2492-004-10269039-05, содержание свинца 83%), термостабилизатор двухосновный стеарат свинца ($2\text{PbO}\cdot\text{Pb}(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2$, ДОСС, производитель “Dansuk Industrial”, Корея, массовая доля свинца 51%), термостабилизатор кальциевая соль стеариновой кислоты ($\text{C}_{36}\text{H}_{70}\text{O}_4\text{Ca}$, СтСа, соединений $\text{C}_{18}+\text{C}_{16}$ не менее 90% масс., свободных жирных кислот 1,3—2,3% масс., ТУ У 24.1-14308351-003-2003), антиоксидант 4,4'-дигидрокси-2,2-дифенилпропан (Бисфенол А технический,ДФП) [9]; наполнитель карбонат кальция CaCO_3 [9]; деструктат отходов силоксановых резин (производство ООО «Весто», состав представлен в таблице 1).

Таблица 1. Состав использованного олигосилоксана (Si-3) (ООО «Весто»)

Расчетное содержание компонентов без учета наполнителей, мас. %		Расчетное содержание компонентов, мас. %		Вязкость, мПа*сек
Олигодиметилсилоксан	Олигоэтоксисилоксан	Органическая часть	Неорганич. часть	
33,46	66,54	70,7	29,3	17,7

Для оценки термостабильности ПВХ-композиций использовали определение времени до начала дегидрохлорирования. Испытания проводили при температуре $170\pm 2^\circ\text{C}$ по ГОСТ 14041-91 («конго-рот»).

Термический анализ ПВХ-композиций проводили на совмещенном дифференциально-термическом и термогравиметрическом анализаторе STA6000 фирмы «Perkin Elmer, Inc.», (США, 2011) в динамическом режиме в токе несущего газа – азота. Скорость нагрева $5^\circ\text{C}/\text{мин}$. Навеска образца 20-25 мг. Нагрев проводили до 600°C . Результаты обрабатывались в программном обеспечении «Pyris STA6000».

Для выявления способности предлагаемой добавки Si-3 выполнять функцию термостабилизатора для ПВХ было оценено время до начала дегидрохлорирования полимера. В качестве стабилизатора сравнения использован ТОСС. Было установлено, что термостабильность ПВХ в присутствии добавки Si-3 в количестве 1-12 мас.ч. на 100 мас.ч. ПВХ линейно возрастает с увеличением ее количества. При дальнейшем увеличении содержания добавки Si-3 эффект сглаживается (рисунок 1). При этом было установлено, что время до начала дегидрохлорирования ПВХ, обеспечиваемое 1 мас.ч. ТОСС соответствует времени термостабильности ПВХ, обеспечиваемом 4 мас.ч. добавки Si-3.

Для дальнейших испытаний были составлены композиции, в которых использованы ингредиенты, рекомендуемые для кабельного ПВХ-пластиката [1] (таблица 2). Количество ТОСС для кабельных ПВХ-пластикатов составляет от 1 до 5 мас.ч. на 100 мас.ч. ПВХ [1].

Анализ литературных данных показал, что достаточно часто в качестве термостабилизаторов используют смесевые композиции ТОСС и ДОСС, что объясняется появлением сверхаддитивного стабилизирующего эффекта. В связи с этим была оценена эффективность термостабилизирующего действия смеси ТОСС, ДОСС. Количество ДОСС составило 1

мас.ч. на 100 мас.ч. ПВХю Было зафиксировано сверхаддитивное возрастание индукционного периода до начала выделения HCl в композициях термостабилизаторов (таблица 2). Эксперимент показал, что максимальный темостабилизирующий эффект наблюдается при соотношении термостабилизаторов (мас.ч.) ТОСС:ДОСС:Si-3=1:1:16.

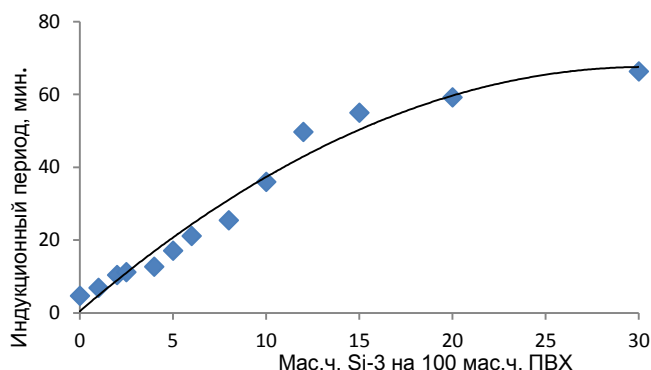


Рис. 1. Влияние количества термостабилизатора Si-3 на время до начала дегидрохлорирования ПВХ (метод «конго-рот», температура испытания 170 °С)

Таблица 2. Влияние количества термостабилизаторов ТОСС и Si-3 на термостабильность ПВХ-композиций

№ образца	Варьируемые ингредиенты*, мас.ч		Инд. период, мин.
	ТОСС	Si-3	
1	1	0	50
2	2	0	75
3	0	8	95
4	2	12	127
5	1	16	257
6	0	20	174
7	0	0	25

* В состав всех композиций входили ПВХ – 100 мас.ч.; ДОФ – 50 мас.ч.; CaCO₃ – 10 мас.ч.; Бисфенол А – 0,3 мас.ч.; СтСа – 1 мас.ч.; ДОСС – 1 мас.ч.

Данные термогравиметрического анализа, приведённые на рисунке 2, свидетельствуют о том, что потеря массы полимером в интервале температур 0 – 600°С происходит в 2 стадии. На температуре начала потери массы образцом состав термостабилизирующей композиции отражается незначительно.

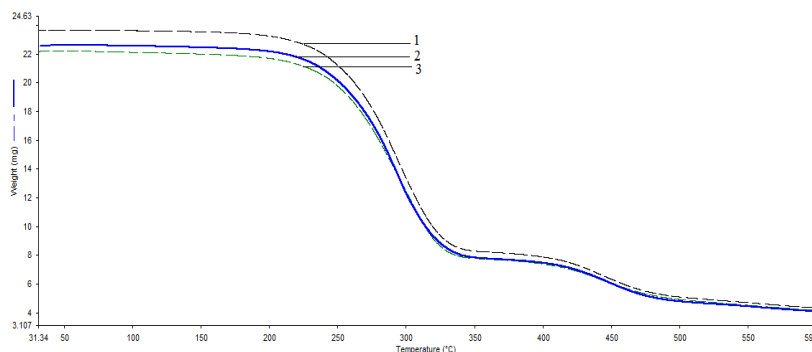


Рис. 2. ТГА-кривые образцов ПВХ: 1 – образец 5; 2 – образец 6; 3 – образец 4

В большей степени прослеживается влияние состава термостабилизаторов на скорость деструкции, о чем свидетельствует снижение площади теплового потока (рисунок 3) в композициях, включающих кремнийсодержащий олигомер. Зависимость ДТГ от температуры характеризует скорость процессов термического, термоокислительного и окислительного разложения. На кривых ДТГ прослеживаются два значения максимумов температур, соответствующих максимальной скорости потери массы: 295-305 и 445-450°C. При нагревании образцов выше 300-350°C развивается термоокислительная деструкция, приводящая к потере массы образцов примерно до 65%.

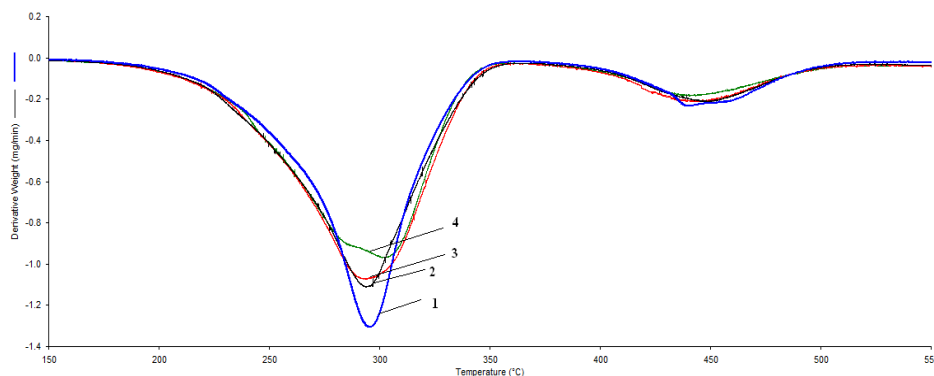


Рис. 3. Дифференциал термогравиметрических кривых (в мг/мин) ПВХ-образцов:
1 – образец 7, 2 – образец 6, 3 – образец 5, 4 – образец 4

В ходе исследования термических характеристик ПВХ-композиций выявлено, что термостабильность ПВХ-композиций линейно возрастает с увеличением содержания предлагаемого взамен трехосновного состава свинца олигоалкил(алкокси)силоксана Si-3, производимого ООО «Весто». Показано, что исследованный термостабилизатор Si-3 может быть эффективно использован для частичной замены трехосновного сульфата свинца в композициях, предназначенных для кабельных изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гроссман Ф. Руководство по разработке композиций на основе ПВХ / Пер. 2 изд. с англ. под ред. В.В. Гузеева – СПб.: ЦОП "Профессия", 2009. – 608 с.
2. Fang L., Song Y., Zhu X., Chen S., Du P. Influence of lanthanum stearate and calcium/zinc stabilizers on stabilization efficiency of dibutyltin dilaurate to polyvinyl chloride. // Chinese Journal of Polymer Science. – 2010 – V. 28. – I. 4. – P. 637-645.
3. Цвайфель Х., Маер Р.Д., Шиллер М. Добавки к полимерам. Справочник. / Перевод с англ. 6-го изд. (PlasticAdditivesHandbook), под. ред. В.Б. Узденского, А.О. Григорова. – СПб.: Профессия, 2010. – 1144 с.
4. Gordin C., Delaite C., Bistac S., Rusu D. DSC studies of poly(vinyl chloride)/poly(ϵ -caprolactone)/poly(ϵ -caprolactone)-b-poly(dimethylsiloxane) blends // Journal of Applied Polymer Science– 2009.–V. 63. – I. 4. – P. 517- 529
5. Gorelova M. M., Pertsin A. J., Volkov I. O., Filimonova L. V., Makarova L. I., Zhdanov A. A. Surface behavior of dilute blends of poly(vinyl chloride) with siloxane–urethane–ethyleneoxide oligomers // Journal of Applied Polymer Science– 1995.–V. 57. – I. 2. – P. 227–231.
6. Садыков Р.А., Бескровный Д.В., Рахматуллина А.П., Войлошиников В.М. Исследование деструкции отходов силоксановых резин и свойств полученных деструктатов // Вестник технологического университета, 2016. – Т.19. – №.21. – С.45-48.
7. ГОСТ 14332-78. Поливинилхлорид суспензионный. Технические условия. Взамен ГОСТ 14332-69. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1998.

8. ГОСТ 8728-88. Пластификаторы. Технические условия. С изменениями 1-9. Взамен ГОСТ 8728-77. –М.: ИПК Издательство стандартов, 1988.
9. Маслова И.П. Химические добавки к полимерам: Справочник. М.: Химия, 1981.

УДК 544.164, 544.174.2

Н. В. Первухина, М. С. Федоров

ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет

ОСОБЕННОСТИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОННОГО СТРОЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ И КАТИОННОЙ ФОРМ 1-(N-ФЕНИЛ)АМИНОНАФТАЛИН-8-СУЛЬФОКИСЛОТЫ

Аннотация: рассмотрены особенности геометрического и электронного строения катионной и молекулярной форм производного нафталина: 1-(N-фенил)аминонафталин-8-сульфокислоты (DFT/B3LYP). Для них получены теоретические электронные спектры поглощения и испускания (TDDFT). Показано значительное отличие положения полос в полученных спектрах молекулярной и катионной форм.

Ключевые слова: квантово-химические расчеты, TDDFT, производные нафталина, электронные спектры.

N. V. Pervukhina, M. S. Fedorov

FEATURES OF THE GEOMETRIC AND ELECTRONIC STRUCTURE OF THE MOLECULAR AND CATION FORM OF 1-(N-PHENYL)AMINONAPHTHALENE-8-SULFONIC ACID

Abstract: the features of the geometric and electronic structure of the cationic and molecular forms of the naphthalene derivative (1-(N-phenyl)aminonaphthalene-8-sulfonic acid) have been considered (DFT / B3LYP). Theoretical electronic absorption and emission spectra (TDDFT) were obtained for them. The significant difference in the position of the bands in the spectra of the molecular and cationic forms was shown.

Keywords: quantum chemical calculations, TDDFT, naphthalene derivatives, electronic spectra.

Одним из актуальных направлений современной химии является поиск и исследование веществ, способных к флуоресценции, так как эти соединения находят широкое применение в различных областях (например, используются для связывания с белками, ферментами и аминокислотами с целью идентификации в методах оптического биоимиджинга и др.). В частности, класс производных нафталина дал большое количество соединений, способных к флуоресценции, благодаря особенностям геометрического и электронного строения соединений данного класса [1-6]. Кроме того, они также находят широкое применение в синтезе важных объектов медицинской химии, проявляющих высокую биологическую активность. Например, 1-(N-фенил)аминонафталин-8-сульфокислота используется в качестве ингибитора фибрил белка транстиретина (TTR), обеспечивающего транспорт тироксина и ретинола, что позволяет бороться с амилоидозом (нарушением обмена белка) [7]. В то же время, 1-аминонафталин-3,8-дисульфокислота ингибирует фермент метилтрансферазу, служащий связующим звеном при метилировании аргинина [8].

Анализ научной литературы показал, что среди производных нафталина, одним из наиболее широко исследованных соединений с точки зрения оптических свойств является 1-(N-фенил)аминонафталин-8-сульфокислота. Так в работе [9] спектроскопически изучена 1-(N-фенил)аминонафталин-8-сульфокислота в рамках исследований способности его связывания с

ферментом химопапаином. Показана зависимость спектров флуоресценции от величины pH растворов. Максимальная интенсивность флуоресценции соединения наблюдалась при pH 1,0. Отмечено, что при относительно высоких значениях pH (7,4 и 3,0) происходит резкое понижение интенсивности флуоресценции.

В работе [10] исследовался процесс связывания 1-(N-фенил)аминонафталин-8-сульфоукислоты с аминокислотами и их производными. Представлена зависимость спектра флуоресценции соединения от величины pH растворов. Показано, что при увеличении pH максимум флуоресценции смещается в длинноволновую область, при этом интенсивность уменьшается.

Авторы работы [7] представляют исследование электронных спектров 1-амино-5-нафталинсульфоната и 1-(N-фенил)аминонафталин-8-сульфоукислоты в рамках изучения их связывания с белком транстиретином. Показано, что поглощение 1-(N-фенил)аминонафталин-8-сульфоукислоты устанавливается на длине волны равной 360 нм, а испускание – 475 нм.

Влияние типа растворителя на спектры поглощения и испускания так же исследовано в работе [11] для аммонийной соли 1-(N-фенил)аминонафталин-8-сульфоукислоты кислоты. Были зарегистрированы электронные спектры в разных по полярности растворителях. Авторы получили следующие результаты: максимум спектра флуоресценции для каждого из растворов варьируется от 400 нм до 650 нм (длина волны возбуждения - 372 нм). Авторы приходят к выводу, что полярность растворителя, как правило, не сильно влияет на положение максимальной длины волны флуоресценции, однако, интенсивность довольно сильно отличается: минимальная интенсивность наблюдается в водной среде.

Таким образом, анализ научной литературы показал, что исследование физико-химических свойств 1-(N-фенил)аминонафталин-8-сульфоукислоты является актуальным в связи с перспективой ее практического использования. Основное внимание в связи с этим в экспериментальных исследованиях уделяется влиянию кислотности среды и типа растворителя на оптические свойства соединения, при этом полученные результаты не связываются с особенностями строения соединений и их изменению при варьировании кислотности и смене растворителя. Например, электронные спектры соединения сильно отличаются в кислой и нейтральной средах, что может быть связано с различными формами существования соединения (молекулярная, ионная или цвиттер-ионная). Очевидно, что каждая из форм обладает особенностями электронного строения, и как следствие, отличающимися оптическими свойствами.

Таким образом, основной целью данной работы является квантово-химическое исследование геометрического и электронного строения, а также электронных спектров поглощения и испускания 1-(N-фенил)аминонафталин-8-сульфоукислоты (ФАНСК). При этом будут сравниваться характеристики молекулярной и катионной форм ФАНСК. Исходя из этого, поставлены следующие задачи исследования:

1. Квантово-химический расчет геометрического и электронного строения основного и возбужденного состояний ФАНСК в молекулярной и катионной формах.
2. Анализ изменения геометрических параметров и электронного строения при переходе от молекулярной в катионную форму и от основного к возбужденному электронному состоянию.
3. Моделирование электронных спектров поглощения и испускания двух форм ФАНСК.

В данной работе были использованы теоретические методы: квантово-химические расчеты уровня DFT и TDDFT (B3LYP) с базисными наборами 6-311++G** и cc-pVTZ. Расчеты были выполнены с использованием программного пакета Gaussian-09. Для всех стационарных точек на поверхности потенциальной энергии основного и возбужденного электронных состояний исследуемых соединений выполнена полная оптимизация геометрических параметров и расчет частот колебаний. При расчетах электронных спектров определялась длина волны поглощения и испускания для шести низкоэнергетических электронных переходов. Визуализация геометрических структур выполнена с помощью программы ChemCraft [12].

Выполнены расчеты геометрического строения молекулярной и катионной форм соединения ФАНСК. Их геометрическое строение приведено на рисунке 1. Причем для молекулярной формы рассматривается только наиболее энергетически выгодный конформер.

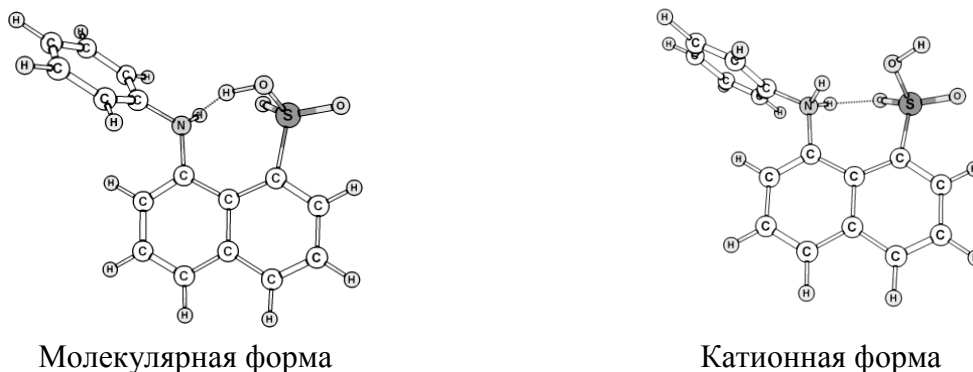


Рис. 1. Геометрическое строение молекулярной и катионной форм ФАНСК в основном электронном состоянии

Отметим, что в исследуемых соединениях присутствуют внутримолекулярные водородные связи разных типов между атомами amino- и сульфогруппы. Данный факт может отражаться на особенностях электронных спектров, так как может быть связан со значительным перераспределением электронной плотности в молекуле.

Некоторые геометрические параметры молекулярной и катионной форм ФАНСК (как в основном, так и в возбужденном состояниях) приводятся в таблице 1. Следует отметить, что при переходе из основного в возбужденное состояние значительно меняются величины некоторые длины связей (например, C–S, S–O, N–C_{Ph}) и торсионных углов. Во всех случаях плоскость нафталинового остова искажается при переходе в возбужденное состояние ($\varphi(\text{C} \dots \text{C}-\text{C})_{\text{Naph twist}}$), также значительно меняется пирамидальность при атоме азота для молекулярной формы ($\varphi(\text{C}_{\text{Naph}}-\text{C}_{\text{Ph}}-\text{H}-\text{N})$) и относительное расположение структурных фрагментов.

Таблица 1. Геометрические параметры ФАНСК для катионной и молекулярной форм основного и возбужденного состояния

Параметр	Молекулярная форма		Катионная форма	
	Основное состояние	Возбужденное состояние	Основное состояние	Возбужденное состояние
(C–C) _{cp Naph}	1.406	1.408	1.405	1.412
(C–C) _{cp Ph}	1.395	1.406	1.392	1.393
C _{Naph} -N	1.432	1.451	1.506	1.489
C–S	1.813	1.721	1.791	1.766
S=O1	1.466	1.476	1.469	1.467
S=O2	1.449	1.460	1.459	1.467
S–O	1.618	1.476	1.609	1.611
O–H	0.992	0.967	0.973	0.972
N–H	1.019	1.027	1.033	1.038
N–C _{Ph}	1.427	1.325	1.034	1.034
$\varphi(\text{C}-\text{C} \dots \text{C}-\text{C})_{\text{Naph twist}}$	-179.7	170.8	-179.4	-171.0
$\varphi(\text{C}_{\text{Naph}}-\text{C}_{\text{Ph}}-\text{H}-\text{N})$	-25.8	5.7	-	-
$\varphi(\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{S})$	-176.5	-166.3	-179.8	167.4
$\varphi(\text{C}-\text{S}-\text{O}-\text{H})$	-64.9	84.3	-116.0	-96.7

Основным отличием молекулярной от катионной форм является расположение группы –OH относительно связи C–S ($\varphi(\text{C}-\text{S}-\text{O}-\text{H})$).

Для полученных структур было проведено моделирование электронных спектров поглощения и испускания. Полученные поглощения приведены на рисунке 2. Теоретические модели спектров построены на основании первых трех электронных переходов с использованием уширения полос, реализованных в программе ChemCraft (Gaussian broadening).

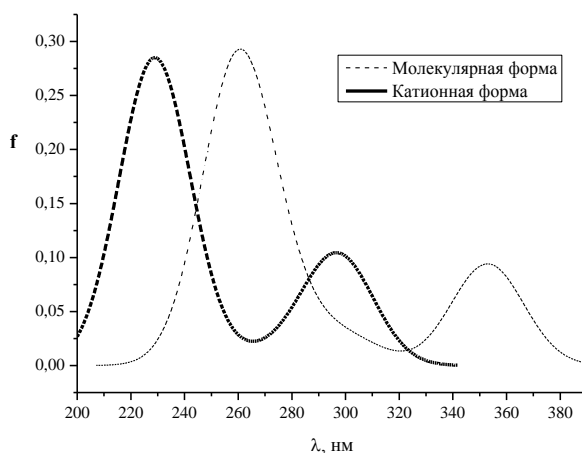


Рис. 2. Электронные спектры поглощения молекулярной и катионной форм ФАНСК

Из рисунка видно, что положение полос в спектрах поглощения для катионной и молекулярной форм значительно отличаются друг от друга. Так полоса с максимальной длиной волны поглощения смещена примерно на 60 нм в длинноволновую область спектра для молекулярной формы относительно катионной. Подобный эффект может быть связан с различным электронным строением двух форм соединения (рис. 1). Для молекулярной формы возможно сопряжение π -систем фенильного и нафталинового фрагментов через неподеленную пару атома азота. Для катионной формы такое сопряжение невозможно в связи с наличием дополнительного атома водорода на атоме азота. Данная особенность может ярко проявляться в экспериментальных спектрах и позволить идентифицировать форму ФАНСК.

Аналогичный эффект наблюдается и в теоретических спектрах испускания двух форм ФАНСК. Полосы в спектре испускания молекулярной формы значительно сдвигаются в длинноволновую область относительно полос в спектре катионной формы, при этом силы осциллятора (f), которые могут быть аналогом интенсивности полос в экспериментальных электронных спектрах, заметно уменьшаются.

В результате проведенных работ получены данные по геометрическому и электронному строению молекулярной и катионной форм ФАНСК. Показано значительное отличие геометрического строения основного и возбужденного состояний исследуемых структур: при переходе в возбужденное состояние значительно искажается плоскость нафталинового остова, изменяются длины связей, уменьшается пирамидальность при атоме азота, изменяются торсионные углы.

Показано, что различия в геометрическом и электронном строении двух исследуемых форм ФАНСК приводит к различию их физико-химических свойств. Рассчитаны их электронные спектры поглощения и испускания. Полосы в спектрах молекулярной формы ФАНСК значительно сдвинуты в длинноволновую область спектра по сравнению с катионной формой (для спектров поглощения этот сдвиг составляет около 60 нм). Полученные данные могут быть использованы для интерпретации экспериментальных электронных спектров, полученных в средах с различным значением pH.

Перспективой работы является проведение подобных исследований для других возможных форм существования ФАНСК и её производных; выполнение и интерпретация экспериментальных электронных спектров соединений исследуемого ряда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Rijun G., Hui J., Xiangning B., Yongxin F., Zonghua W., Qingyun L.* Recent advances in dual-emission ratiometric fluorescence probes for chemo/biosensing and bioimaging of biomarkers // *Coordination Chemistry Reviews.* - 2019. - Vol. 383. - P. 82-103.
2. *Sueishi Y., Fujita T., Nakatani S., Inazumi N., Osawa, Y.* The Enhancement of Fluorescence Quantum Yields of Anilino Naphthalene Sulfonic Acids by Inclusion of Various Cyclodextrins and Cucurbit[7]Uril // *Molecular and Bio-molecular Spectroscopy.* - 2013. - P. 344-349.
3. *Himri S., Lafifi I., Guendouzi A., Cheriet M., Nouar L., Madi F.* Density functional theories study of the interactions between host β -Cyclodextrin and guest 8-Anilino-naphthalene-1-sulfonate: Molecular structure, HOMO, LUMO, NBO, QTAIM and NMR analyses // *Journal of Molecular Liquids.* - 2018. - Vol. 280. - P. 218-229.
4. *Chaichan K., Phutlaprungrueang N., Chaicharoenwimolkul L., Promkatkaew M., Kongsriprapan S.* A selective fluorescence probe based on naphthalene for the detection of barium(II) // *Spectrochimica Acta Part A Molecular and Biomolecular Spectroscopy.* - 2018. - Vol. 207. - P. 118-122.
5. *Timir Baran Sinha, Dipti Singharoy, Himadri Sekhar Das, Suvroma Gupta, Pijus Kanti Khatua.* 1-Anilino-naphthalene-8-sulfonic acid in different solvents and its quantum chemical investigation // *Journal of Molecular Structure.* - 2019. - Vol. 1179. - P. 462-468.
6. *Wang J., Cai C., Xu S., Zhao F., Xia H., Wang Y.* Modulation of photophysical properties of copper(I) complexes containing pyridyl-imidazole (PyIm) ligands functionalized by naphthyl, phenanthryl, and anthryl groups. // *Inorganica Chimica Acta.* - 2019. - Vol. 484. - P. 237-244.
7. *Lima L.M., Silva V de A, Palmieri L de C, Oliveira M.C., Foguel D, Polikarpov I.* Identification of a novel ligand binding motif in the transthyretin channel // *Bioorg. Med. Chem.* - 2010. - P.100-110.
8. *Feng Y., Li M., Wang B., Zheng Y.* Discovery and Mechanistic Study of a Class of Protein Arginine Methylation Inhibitors // *Journal of Medicinal Chemistry.* - 2010. - P. 6028-6039.
9. *Qadeer A., Rabbani G., Zaidi N., Ahmad E., Khan J.M., Khan R.H.* 1-anilino-8-naphthalene Sulfonate (ANS) is a Desirable Probe for Determining the Molten Globule State of Chymopapain // *PLoS One.* - 2012. - Vol. 7. - P. 2.
10. *Gasymov O. K., Glasgow B. J.* ANS fluorescence: Potential to augment the identification of the external binding sites of proteins // *Biochim. Biophys. Acta.* - 2007. - Vol. 1774. - P. 403-411.
11. *Barghouthi S. A, Perrault J., Holmes L. H.* Effects of solvents on the fluorescence emission spectra of 1-anilino-8-naphthalene sulfonic acid: a physical chemistry experiment // *The Chemical Educator.* - 1998. - P. 1-10.
12. *G. A. Zhurko and D. A. Zhurko,* Chemcraft Program. <http://www.chemcraftprog.com>.

УДК 616.071.8

Т. В. Чеснокова, С. А. Логинова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРИБКОВОЙ КОРРОЗИИ БЕТОНА С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

Аннотация: Изучены процессы грибковой коррозии бетона с помощью специальной лабораторной установки с применением модельной среды. На основе полученных данных обосновываются оптимальные методы защиты материалов от грибковой коррозии.

Ключевые слова: биологическая коррозия, грибковая коррозия, специальная лабораторная установка, модельная среда, бетон

T. V. Chesnokova, S. A. Loginova

STUDY OF FUNGARY CORROSION OF CONCRETE BY MEANS OF MODEL ENVIRONMENT

Abstract: The processes of fungal corrosion of concrete were studied using a special laboratory installation. On the basis of the data obtained, optimal methods for protecting materials from fungal corrosion are substantiated.

Keywords: biological corrosion, fungal corrosion, special laboratory installation, concrete

Процессы коррозии бетона наносят значительный экономический ущерб. По подсчетам специалистов около 10 % случаев коррозии бетона приходится на биологическую коррозию [5]. Особенно агрессивным и разрушительным воздействием на материалы обладает грибковая коррозия. Поэтому, целью представленного исследования, явилось изучение процессов грибковой коррозии бетона с помощью специальной лабораторной установки с использованием модельной среды.

Исследования грибковой коррозии материалов показали, что в результате жизнедеятельности грибов выделяются органические кислоты, такие как, лимонная, уксусная, щавелевая и др. В результате взаимодействия бетона с кислотами происходит вымывание гидроксида кальция из тела бетона в виде растворимых солей и, как следствие, образование пор. На последних этапах коррозии, тело грибов проникает в образовавшиеся поры и расширяет их, приводя к дальнейшему разрушению структуры бетона и потере им прочности [6]. Для изучения характера процессов грибковой коррозии бетонных образцов были проведены исследования изменений pH среды, водопоглощения по массе и выполнен расчет плотности образцов [1,2].

Одним из основных условий возникновения грибковой коррозии бетона является наличие влаги [3]. При неправильной эксплуатации бетонных конструкций чаще всего возникает подъем капиллярной влаги от грунта до фундамента здания и далее к конструкциям стен. Для моделирования описанного процесса в лабораторных условиях была собрана специальная установка, в которой образцы бетона подвергались воздействию влаги через синтепоновую подкладку. Подкладка имитировала влажные грунт и конструкции. Влажность подкладки поддерживалась на постоянном уровне с помощью специального сосуда. Сосуд наполнялся модельным раствором органических кислот согласно методу [7]. Таким образом, имитировался процесс грибковой коррозии бетона в лабораторных условиях. В качестве контрольных образцов были использованы образцы, подвергавшиеся воздействию дистиллированной воды в этой же установке и интактные образцы. Образцы бетона обеих групп подвергались воздействию капиллярной влаги разного состава (раствор кислот и дистиллированная вода) в течение 3 месяцев. Полученные результаты в обеих опытных группах сравнивались друг с другом и у интактных образцов (без воздействия капиллярной влаги). Экспериментальные данные подвергались статистической обработке с помощью критерия Стьюдента [4].

В ходе эксперимента получены следующие результаты. Водопоглощение образцов бетона, подвергавшихся воздействию модельного раствора, было самым значительным по сравнению с контрольной группой (24 % по массе). Полное водопоглощение образцов достигалось уже на вторые сутки (рис.1). Эти же образцы имели самую низкую плотность (1.46 г/см³) по сравнению с образцами других групп (рис.2). Следовательно, образцы бетона этой группы имеют более значительную пористость, по сравнению с образцами других групп. Из рисунка 1 видно, что водопоглощение образцов, подвергавшихся воздействию дистиллированной воды, было менее значительным, чем у группы при воздействии раствора

кислот (21 % по массе), но выше, чем у контрольной группы, водопоглощение в которой составило 13 % по массе и протекала медленней, достигая устойчивого максимума лишь на четвертые сутки (рис. 1).

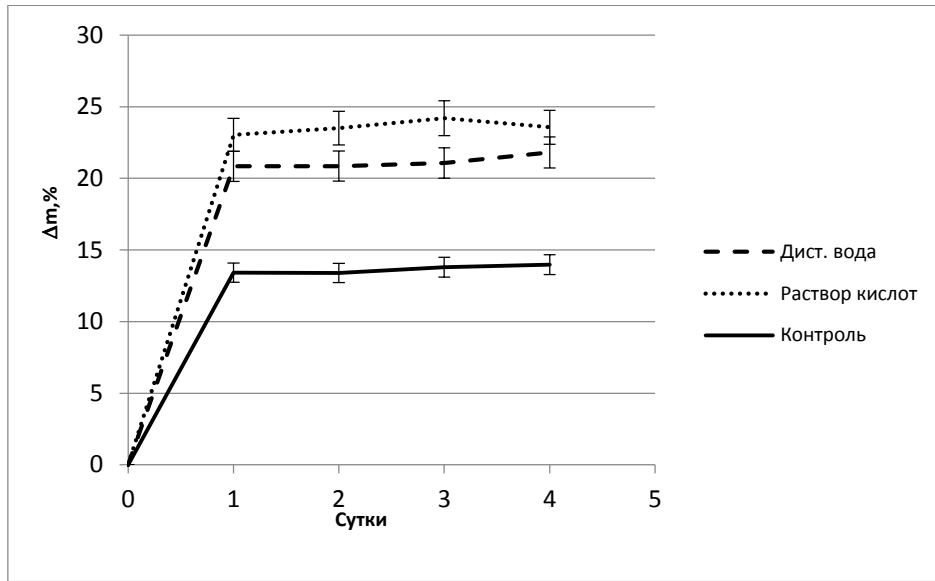


Рис. 1. Изменение водопоглощения по массе бетонных образцов

На рисунке 2 показано изменение плотности бетонных образцов при воздействии капиллярной влаги. Бетонные образцы, подвергавшиеся влиянию капиллярной влаги, имели меньшую плотность, чем контрольные образцы, что свидетельствует о начале их разрушения и потере прочности.

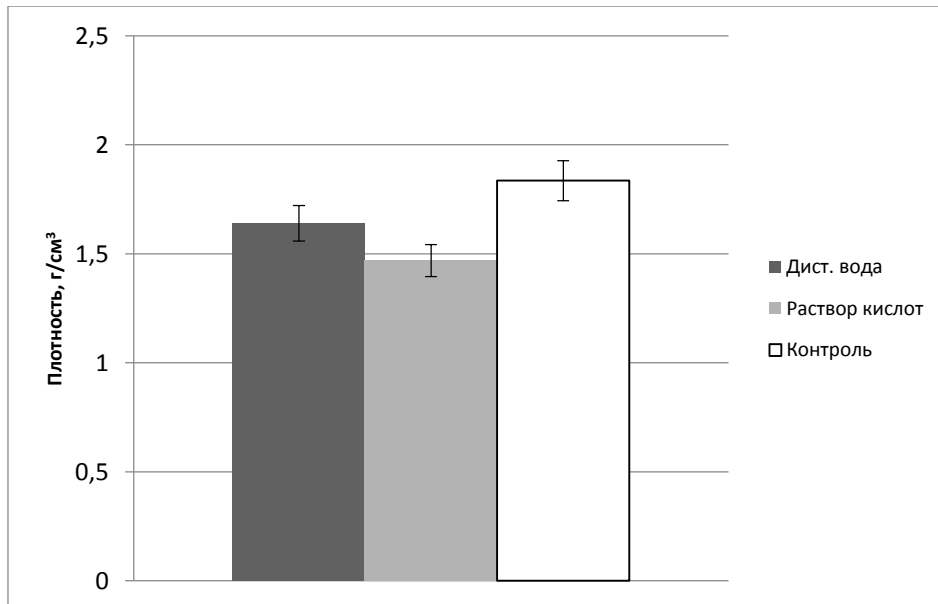


Рис. 2. Изменение плотности бетонных образцов

Имитация грибковой коррозии в эксперименте вызвала самые значительные изменения структуры бетонных образцов. Предположительно, процессы, сопровождающие жизнедеятельность грибов, сразу вызывают активное выщелачивание бетона за счет воздействия органических кислот и образованию пор в теле бетона.

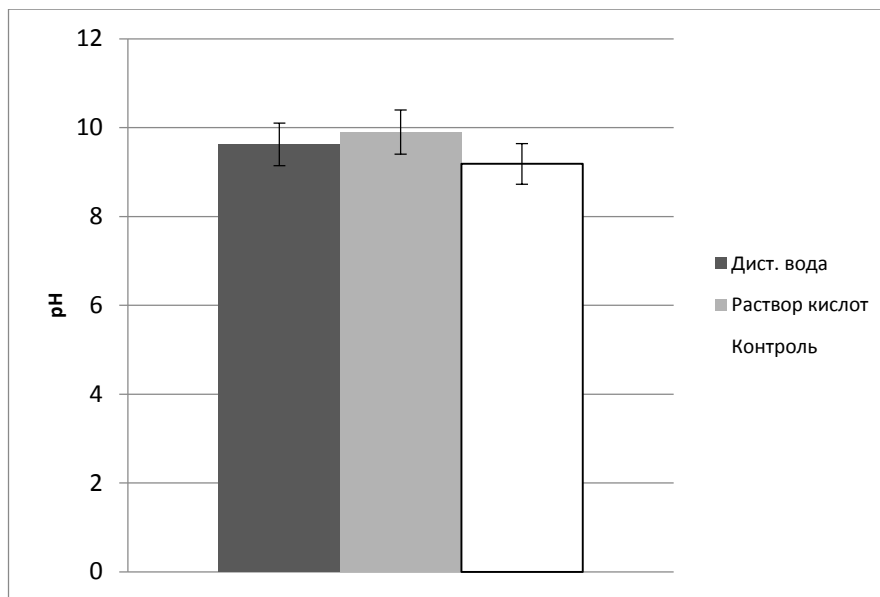


Рис. 3. Изменение рН водной вытяжки бетонных образцов при водопоглощении

Далее процесс выщелачивания приводит к расширению пор, снижению плотности и потере прочности бетона [8].

Вышеуказанные особенности грибковой коррозии бетона подтверждаются изменениями рН водной вытяжки бетонных образцов. На рисунке 3 показаны изменения рН водных вытяжек образцов, полученных во время водопоглощения. Самое высокое значение рН (рН=9,9) получено у образцов, подвергавшихся действию модельного раствора кислот, что свидетельствует об активном процессе выщелачивания.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что причиной разрушения исследуемых образцов бетона явилась коррозия под воздействием органических кислот, а также последующее механическое воздействие, выражающееся в увеличении пористости материала и снижении его плотности. Образцы бетона, подвергавшиеся воздействию дистиллированной воды в опытной установке, также подвергались выщелачиванию, но в значительно меньшей степени, чем образцы, подвергавшиеся воздействию агрессивной модельной среды. Следовательно, модель грибковой коррозии бетонных образцов показала активные процессы выщелачивания и порообразования в теле бетона и, как следствие, снижение его плотности с потерей прочности.

Механизмы грибковой коррозии бетона, подтвержденные в ходе эксперимента, позволяют предположить, что наиболее эффективными методами антикоррозионной защиты будут: обработка поверхности материала, предотвращающая проникновение капиллярной влаги в тело бетона, и получение бетонов высокой плотности с последующим соблюдением условий их эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боме Н.А., Рябикова В.Л. Почвоведение (краткий курс и лабораторный практикум). Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2012. 216 с.
2. ГОСТ 12730.3-78 Бетоны. Метод определения водопоглощения
3. Дергунова А.В., Светлов Д.А., Ерофеев В.Т., Смирнов В.Ф. Микробиологическая стойкость строительных материалов // Приволжский научный журнал – Н.Новгород: ННГА-СУ, №2(10), 2009. - С. 108-113.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 350 с.

5. Семенов С.А. Биоповреждения материалов и изделий техники // Вестник МИХТ. – 2007. – Т.2. - №6. – С.3-26.
6. Соломатов, В.И. Микроорганизмы разрушители материалов и изделий / В.И. Соломатов, В.Т. Ерофеев, Е.А. Морозов // Изв. вузов. Строительство.- 2001. - №8. - С. 4 – 12.
7. Строганов В.Ф. Метод испытания минеральных строительных материалов на биостойкость в модельных агрессивных средах / В.Ф.Строганов, Д.А.Куколева, Л.Р. Бараева // Вестник Казанского государственного архитектурно-строительного университета.- 2011. - №3. - С. 153 – 161.
8. Чеснокова Т.В., Киселев В.А. Оценка влияния различных видов биологической коррозии на бетон // Сб материалов III Всеросс.научно-практич.конф. с междунар .участием «Актуальные вопросы естествознания» Иваново, ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная Академия ГПС МЧС России, 2018, С.68.

УДК 537.525

Н. С. Николаенко, С. А. Смирнов

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ КАК МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТЕЙ ВЫДЕЛЕНИЯ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ ТРАВЛЕНИЯ ПОЛИМЕРОВ

Аннотация: Перечислены основные преимущества и недостатки метода масс – спектрометрии. Представлена методика расчета скоростей выделения газообразных продуктов травления полимерных материалов в плазме. Приведены скорости поглощения кислорода и образования газообразных продуктов плазмохимического травления поликарбоната на начальном не стационарном участке процесса.

Ключевые слова: масс-спектрометрия, газообразные продукты, плазмохимическое травление, скорость образования, полимеры, эффект загрузки.

N. S. Nikolaenko, S. A. Smirnov

MASS SPECTROMETRY AS A METHOD FOR DETERMINING GASEOUS PRODUCTS

Abstract: The main advantages and disadvantages of the method of mass spectrometry are listed. A method for calculating the rate of formation of gaseous products of etching polymer materials in plasma is presented. The rates of oxygen consumption and the formation of gaseous products of plasma-chemical etching of polycarbonate at the initial non-stationary part of the process are given.

Keywords: mass spectrometry, gaseous products, plasma-chemical etching, formation rate, polymers.

Масс-спектрометрия является одним из самых распространённых и универсальных методов анализа веществ. В ядерной физике с помощью масс - спектрометрии производятся изотопные измерения, определяется состав продуктов деления ядер, устанавливается точное значение масс ядер. В молекулярной физике определяется молекулярная масса вещества, элементный состав и строение молекул, измеряется энергия связи атомов в молекуле и другие её характеристики. Возможность определения массы, элементного состава и строение молекул делает масс- спектрометрию уникальным аналитическим методом. Масс - спектрометрия широко используется для определения состава различных сложных по составу газовых сред. Благодаря своей высокой чувствительности и быстройдействию масс- спектромет-

рия оказалась очень эффективной при изучении кинетики химических процессов; процессов, протекающих в плазме, атмосфере.

Основные достоинства масс - спектрометрии:

- относительно высокая чувствительность;
- высокая точность измерения;
- относительно высокая скорость определения (быстродействие);
- определение всех компонентов газовой смеси одним методом и в одной пробе.

Основные недостатки масс – спектрометрии:

- высокая цена масс-спектрометров;
- необходимость в квалифицированном управлении и обслуживании.

Неравновесная плазма представляет значительный интерес как источник активных частиц для модифицирования поверхности полимерных материалов с целью повышения гидрофильности, придания адгезионных свойств, регулирования транспортных характеристик мембран, улучшения биосовместимости изделий из синтетических полимеров и т.д. Взаимодействие активных агентов плазмы с полимерами неизбежно сопровождается образованием газообразных продуктов, которые изменяют состав плазмы и набор протекающих в ней элементарных процессов. Как следствие, состав и физические характеристики плазмы, само ее состояние, оказываются тесно связанными с кинетикой инициируемых плазмой гетерогенных реакций.

Таблица. Газообразные продукты взаимодействия неравновесной плазмы с полимерами

Полимер	Плазмообразующий газ	Продукты
Полиэтилен	He, Ar, Kr	H ₂
Докозан, полипропилен, полиизобутилен	Ar	H ₂ , CH ₄
Поливиниловый спирт, поликарбонат	Ar	H ₂ , H ₂ O, CO
Арамид	Ar	H ₂ , H ₂ O, CO, N ₂
Полиакриловая кислота	Ar	H ₂ , H ₂ O, CO, O ₂
Политетрафторэтилен	He He, He + O ₂	CF ₄ , C ₂ F ₄ , C ₂ F ₆ , C ₃ F ₆ , C ₃ F ₈ , COF ₂ , C ₂ F ₄ , CF ₄ , C ₂ F ₆ , C ₃ F ₆ , C ₃ F ₈ , CO ₂ , CO
Докозан, полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен, поливиниловый спирт, полиакриловая кислота, полиэтилентерефталат, поликарбонат	O ₂	CO ₂ , CO, H ₂ O, H ₂
Поливинилхлорид	O ₂	CO ₂ , CO, H ₂ O, H ₂ , HCl
Полихлорбифенил	O ₂ H ₂	CO ₂ , CO, H ₂ O, H ₂ , HCl, Cl ₂ , ClO ₂ HCl, бутан, этан, пропан, изобутан, 1-пентен
Фоторезист на основе изопрена	O ₂	CO ₂ , CO, H ₂ O
Полиимид Kapton-H	O ₂ , SF ₆ , O ₂ +SF ₆ O ₂ O ₂ + CF ₄	CO, CO ₂ , H ₂ O, CF ₄ , HF, COF ₂ , CO ₂ , CO, H ₂ O, H ₂ , NO CO ₂ , CO, H ₂ O, COF ₂ , COF, HF

При плазмохимическом травлении полимерных материалов наблюдается так называемый «эффект загрузки» - уменьшение удельной скорости травления материала с увеличением его количества реакторе. Данный эффект обусловлен влиянием газообразных продуктов гетерогенных реакций и изменением граничных условий для химически активных частиц плазмы [2]. При этом изменяются электрофизические параметры плазмы, скорости генера-

ции активных частиц, их концентрации в объеме плазмы и их потоки на поверхность [3]. Особенности проявления этого эффекта определяются многими факторами, в том числе составом плазмообразующего газа [4], исходным химическим составом, а также структурой полимера [5]. Например, авторы работы [6] показали, что увеличение площади пленки полиимида, обрабатываемой в разряде постоянного тока в кислороде, приводит к уменьшению удельных скоростей травления. Измерения, проводимые методом масс - спектрометрии показали, что с увеличением площади полимера уменьшается скорость расходования кислорода и образования кислородсодержащих продуктов.

Цель данной работы – показать, что метод масс – спектрометрии позволяет не только определять концентрации газообразных продуктов в газовой фазе, но и скорости выделения продуктов деструкции полимеров как на начальном, так и стационарном участке процесса травления.

Образец обрабатываемого материала располагался в виде кольца по образующей на внутренней поверхности реактора в области положительного столба тлеющего разряда. Температура образца задавалась внешним теплообменником и измерялась с помощью медь - константановой термопары, проходящей вдоль стенки реактора, с целью минимального возмущения плазмы. Температура пленки составляла 328 ± 5 К. Давление в реакторе измеряли U-образным масляным манометром. Вакуумная система позволяла производить дифференциальную откачку реактора и ионизационной камеры масс-спектрометра.

Масс-спектральный метод позволяет с достаточной точностью определить количественное содержание в газовой фазе продуктов плазмохимического травления полимеров. Удельную (отнесенную к единице поверхности полимера S_p) скорость W_p реакции выделения газообразных продуктов реакции можно определять из:

$$W_p \cdot S_p = W = n \cdot S \cdot V, \quad (1)$$

где n - концентрация частиц, S - площадь образца, V – линейная скорость потока газа, S_p – площадь поперечного сечения разрядника.

Для надежных количественных измерений необходима калибровка масс-спектрометра по индивидуальным газам (зависимости ионного тока от парциального давления каждого компонента в датчике масс-спектрометра). Калибровку датчика масс-спектрометра как правило, проводят при комнатной температуре [1], и необходимо учесть соответствующие поправки следующим образом:

$$V = \frac{T}{T_0} V_0, \quad n = n_0 \frac{T_0}{T}, \quad (2)$$

где скорость V_0 , температура T_0 и концентрация n_0 соответствуют температуре газа в условиях калибровки измерительной системы.

Следовательно, измеряя кинетическую зависимость $n_0 = f(\frac{1}{V_0})$, можно определить величину W_p в стационарном режиме воздействия частиц плазмы на поверхность полимеры.

Плазмоокислительная деструкция полимеров является многоканальным и многостадийным процессом. Если инициирование протекает по нескольким каналам, то кинетические данные, полученные в условиях установившегося процесса, недостаточно информативны. Впервые авторы работы [7] предложили метод определения скоростей образования газообразных продуктов взаимодействия плазмы с полимерами в нестационарном режиме, который имеет место при зажигании разряда.

Изменение концентрации частиц в плазмохимическом реакторе связано не только с протеканием химических реакций, но и обусловлены явлениями переноса. Уравнение непрерывности позволяющее определить плотность потока газообразного продукта реакции, усредненное по сечению реактора, имеет вид:

$$\frac{\partial n}{\partial t} = D \frac{\partial^2 n}{\partial x^2} - V \frac{\partial n}{\partial x} + f(x, t), \quad (3)$$

где x – координата вдоль оси реактора, t – время, n – концентрации, D – коэффициент диффузии, V – линейная скорость потока газа, $f(x, t)$ – плотность источников (сумма скоростей образования и гибели частиц данного компонента).

Решая однородное уравнение (3) и обозначая через $W(\tau)$ число частиц, образующихся в единицу времени в пределах объема, ограниченного полимером, получаем

$$n(x, t) = \int_0^t \frac{W(\tau)}{S} \frac{1}{2\sqrt{\pi D(t-\tau)}} \exp\left\{-\frac{[x-V(t-\tau)]^2}{4Dt}\right\} d\tau, \quad (4)$$

где S – площадь поперечного сечения реактора.

Воспользовавшись теоремой о среднем значении интеграла, имеем

$$n(t) = \frac{W(t')}{SV} \left[\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{v\sqrt{t}}{2\sqrt{D}}} \exp(-\alpha^2) d\alpha \right], \quad (5)$$

где $W(t')$ – значение скорости в некоторой точке t' из интервала $0 - t$.

При обработке результатов необходимо учитывать то, что система регистрации масс-спектра имеет свое временное разрешение, определяемое характеристиками усилителей, транспортными характеристиками системы откачки и диафрагмы.

Уравнение (4) это интегральное уравнение Вольтера первого рода. Его решение с экспериментально измеренными зависимостями $n(x, t)$ позволяет найти скорости $W(\tau)$.

Результаты масс-спектральных измерений показали, что в плазме технического Ar (даже в отсутствие полимера в реакторе) имеются примеси O_2 , N_2 , H_2O и CO , связанные как с чистотой исходного газа, так и с десорбцией со стенок реактора.

Основными газообразными продуктами воздействия плазмы аргона на полимеры являются молекулы водорода, воды и монооксида углерода. На рис. 1 представлены скорости выделения газообразных продуктов в зависимости от количества полимера в реакторе. Скорость образования CO_2 существенно зависит от площади обрабатываемого материала в реакторе. Это указывает на то, что изменение состава газовой фазы в результате выделения газообразных продуктов деструкции полимера существенно сказывается на скоростях генерации активных частиц плазмы. Эксперименты показали также, что, несмотря на увеличение полного потока продуктов в газовую фазу с ростом давления, суммарная мольная доля продуктов снижается или остается неизменной. Суммарный поток продуктов гетерогенных реакций в газовую фазу увеличивается медленнее, чем линейно с увеличением площади обрабатываемого материала. При обработке поликарбоната в плазме воздуха основными газообразными продуктами являются CO_2 , H_2 , H_2O и CO .

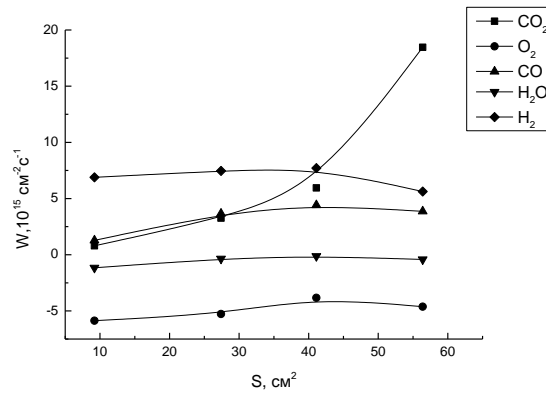


Рис. 1. Скорость расходования кислорода и образования газообразных продуктов при деструкции поликарбоната в плазме аргона.

Ток разряда 80 мА, давление 100 Па, температура полимера 328 ± 5 К.

Кинетические зависимости скорости образования газообразных продуктов и расходования кислорода при различных значениях загрузки отличаются на стадии иницирования (рис. 2). Это говорит либо об изменении механизма иницирования процесса травления полимера, либо об изменении

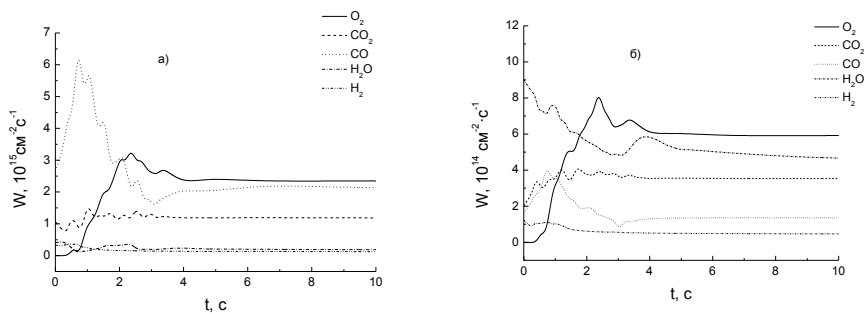


Рис. 2. Скорости расходования кислорода и образования газообразных продуктов при обработке в плазме воздуха поликарбоната марки Lexan 8010.

Давление 100 Па. Ток разряда 80 мА. Суммарная площадь образца а) $9,22 \text{ см}^2$, б) $55,32 \text{ см}^2$.

Таким образом, экспериментальные данные позволяют предположить существование некоторого механизма обратных связей между иницированными плазмой гетерогенными реакциями и кинетикой генерации активных частиц. Этот механизм, по-видимому, обеспечивает стабилизацию состояния плазмы через сведение к минимуму ее возмущения за счет выделения продуктов гетерогенных реакций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыбкин В. В., Титов В. А. Кинетика и механизмы взаимодействия окислительной плазмы с полимерами // Энциклопедия низкотемпературной плазмы. Т. VIII-I. Химия низкотемпературной плазмы / Отв. редакторы Ю. А. Лебедев, Н. А. Платэ, В. Е. Фортов. М.: Янус-К, 2005 С. 130 – 170.
2. Максимов А. И., Рыбкин В. В., Кувалдина Е. В. Химия высоких энергий. 1995. Т. 29. № 1. С. 60.
3. Смирнов С. А., Титов В. А., Рыбкин В. В. Химия и химическая технология. 2012. Т. 55. № 4. С. 12 – 20.
4. Титов В. А., Смирнов С. А., Рыбкин В. В. Химия высоких энергий. 2009. Т. 43. № 3. С. 218 – 226.

5. Титов В. А., Кувалдина Е. В., Смирнов С. А., Иванов А. Н., Рыбкин В. В. Химия высоких энергий. 2002. Т. 36. № 2. С. 148 – 152.

6. Максимов А. И., Рыбкин В. В., Кувалдина Е. В. Химия высоких энергий. 1995. Т.29. № 1. С.60 – 62.

7. Иванов А. Н., Рыбкин В. В., Кувалдина Е. В., Смирнов С. А., Титов В. А. Материалы 9 Школы по плазмохимии для молодых ученых России и стран СНГ. – Иваново: ИГХТУ, 1999. С.113-116

УДК 620.18

И. В. Холодков, Н. В. Холодкова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет
ФГБУН Институт химии растворов им. Г. А. Крестова РАН

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Аннотация: В статье приведена сравнительная характеристика возможностей различных методов сканирования атомно-силового микроскопа. Предложены методические аспекты проведения исследований поверхности полимерных материалов с помощью атомно-силового микроскопа. Показано влияние наличия статического заряда на поверхности полимерных образцов на качество получаемых изображений.

Ключевые слова: поверхность, атомно-силовая микроскопия, кантилевер, зонд, полуконтактный метод, полимер.

I. V. Kholodkov, N. V. Kholodkova

FEATURES OF THE RESEARCH OF POLYMER MATERIALS BY ATOMIC FORCE MICROSCOPY

Abstract: The article presents a comparative description of the capabilities of different scanning methods of atomic force microscope. The methodical aspects of the research of the surface of polymeric materials using an atomic force microscope are proposed. The influence of the presence of a static charge on the surface of polymer samples on the quality of the images is shown.

Keywords: surface, atomic force microscopy, cantilever, probe, semi-contact method, polymer.

В настоящее время одной из задач исследования при разработке новых полимерных и композиционных материалов является информация о структуре и свойствах их поверхности в микроскопическом масштабе. Возможности традиционных аналитических методов в ряде случаев недостаточны и требуются новые инструменты исследования свойств материалов. Одним из таких инструментов является атомно-силовой микроскоп, позволяющий изучать структуру полимеров во всех масштабах от атомного до супрамолекулярного [2, 3, 6]. В дополнении к высокому разрешению атомно-силовой микроскоп может обеспечить количественные измерения разнообразных механических, химических и электрических свойств поверхности с пространственным разрешением до долей нанометра. По сравнению с другими методами микроскопии высокого разрешения (СЭМ и ПЭМ) атомно-силовая микроскопия (АСМ) предоставляет истинное трехмерное изображение поверхности исследуемых объектов. В свою очередь, АСМ, как и любой другой метод исследования требует учета ряда методологических факторов при проведении исследований.

Зонд атомно-силового микроскопа представляет собой тонкую иглу с радиусом кривизны менее 10 нм, закрепленную на конце гибкой консоли (кантилевере) [1]. При приближении острия зонда к поверхности на расстояние, соизмеримое с размером атома, между зондом и образцом возникает взаимодействие, обусловленное в первую очередь силами Ван-дер-Ваальса. Наиболее часто энергию взаимодействия двух атомов, находящихся на расстоянии r друг от друга, аппроксимируют степенной функцией – потенциалом Леннарда-Джонса:

$$U_{LD}(r) = U_0 \left(-2 \left(\frac{r_0}{r} \right)^6 + \left(\frac{r_0}{r} \right)^{12} \right).$$

Первое слагаемое в данном выражении описывает дальнедействующее притяжение обусловленное диполь-дипольным взаимодействием атомов. Второе слагаемое учитывает отталкивание атомов на малых расстояниях. Параметр r_0 – равновесное расстояние между атомами, U_0 – значение энергии в минимуме потенциальной кривой (рис. 1, а).

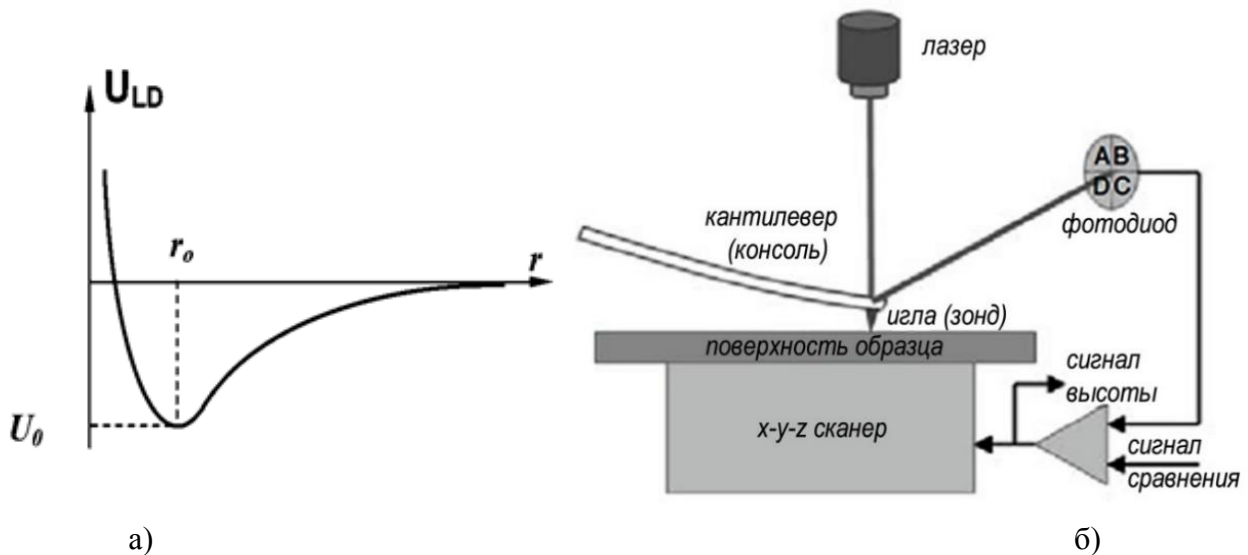


Рис. 1. Потенциальная кривая Леннарда-Джонса (а) и схема работы АСМ в контактном режиме измерений (б).

В зависимости от степени контакта между зондом и образцом возможны следующие режимы сканирования:

- 1) контактный,
- 2) бесконтактный,
- 3) полуконтактный.

В контактном режиме на протяжении всего сканирования кантилевер постоянно находится в контакте с поверхностью, удерживаясь менее чем в нескольких ангстремах от поверхности образца ($r < r_0$), а межатомная сила между острием зонда и образцом – отталкивающая. В результате при сканировании происходит изгиб кантилевера, контролируя который за счет изменения положения объекта относительно зонда, можно получить сигнал, представляющий рельеф поверхности (рис. 1, б). Особенностью данного режима является возможность появления «артефактов» на изображении, обусловленных повреждением исследуемой поверхности и (или) зонда [5].

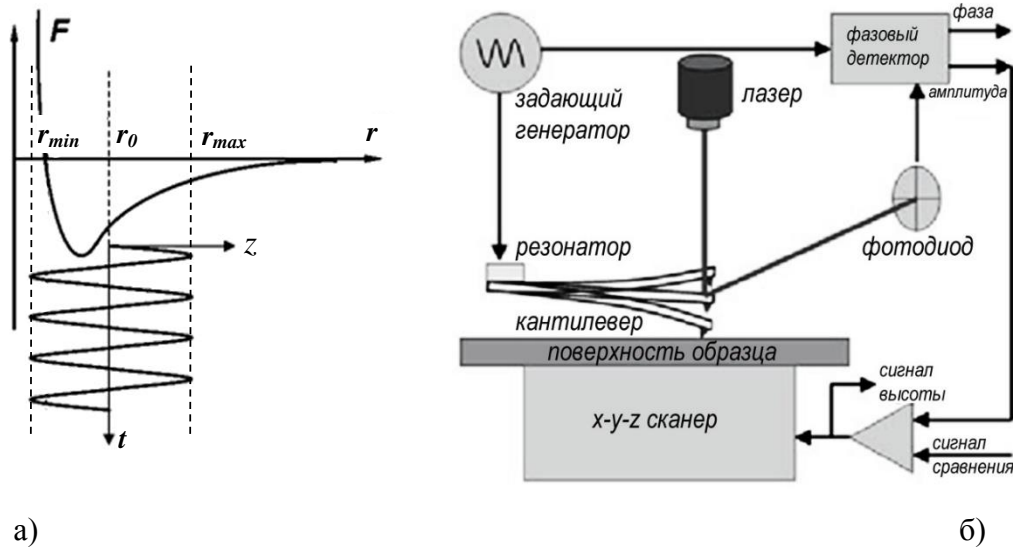


Рис. 2. Изменение расстояния «зонд-поверхность» на потенциальной кривой (а) и схема работы атомно-силового микроскопа в полуконтактном режиме измерений (б).

В бесконтактном и полуконтактном режимах зонд осциллирует на высокой частоте и низкой амплитуде в непосредственной близости от поверхности образца (рис. 2, а). Возможны два способа проведения измерений:

- 1) с постоянной амплитудой колебаний кантилевера при изменяемом положении образца,
- 2) постоянным положением образца при переменной амплитуде колебаний кантилевера.

В бесконтактном режиме осциллирующий зонд удерживается на расстоянии порядка десятков-сотен ангстрем от поверхности образца, межатомная сила между иглой и образцом является притягивающей (во многом результат дальних Ван-дер-Ваальсовых взаимодействий). В результате исключаются погрешности, связанные с повреждением образца зондом (причина появления артефактов при контактном режиме), а также боковые силы (трение или сопротивление) между зондом и образцом. В этом случае математическая модель системы колеблющийся зонд – поверхность является наиболее простой для описания, что позволяет легко получить количественную информацию о силах взаимодействия между поверхностью образца и зондом [7]. Особенностью данного режима являются высокие требования к системе модуляции и обработки сигналов, так как требуется измерение слабых взаимодействий.

В полуконтактном режиме (прерывисто-контактная АСМ) расстояние между вибрирующим зондом и поверхностью (рис. 2, а) выбирается таким, чтобы он находился как в области отталкивательных сил (r_{min}), так и в области притяжения (r_{max}). Таким образом, в нижней части его хода он касается образца, при этом амплитуда колебаний кантилевера будет изменяться в зависимости от расстояния между зондом и поверхностью образца. Путем контроля изменений получается изображение, представляющее рельеф поверхности.

Особенность прерывисто-контактной АСМ заключается в возможности одновременно с сигналом о высоте регистрировать дополнительный сигнал, пропорциональный разности фаз колебаний кантилевера и задающего генератора (режим фазового контраста). В процессе колебаний на разных участках поверхности, отличающихся силой взаимодействия с иглой зонда, скорость приближения свободного конца кантилевера будет изменяться, что приводит к фазовому сдвигу сигнала, регистрируемого фотодетектором (рис. 2, б). Таким образом, данный сигнал будет отражать изменение природы поверхности и практически не зависеть от ее рельефа [4]. Режим фазового контраста также позволяет более четко показать микро-

структуру поверхности, так как в данном случае изменения в рельефе практически не регистрируются. На рис. 3 показана топология поверхности пленки хитозана (а) и изображение ее в режиме фазового контраста (б), на котором можно выделить области кристаллизации, расположенные в объеме данного полимера (светлые участки на рис. 3, б).

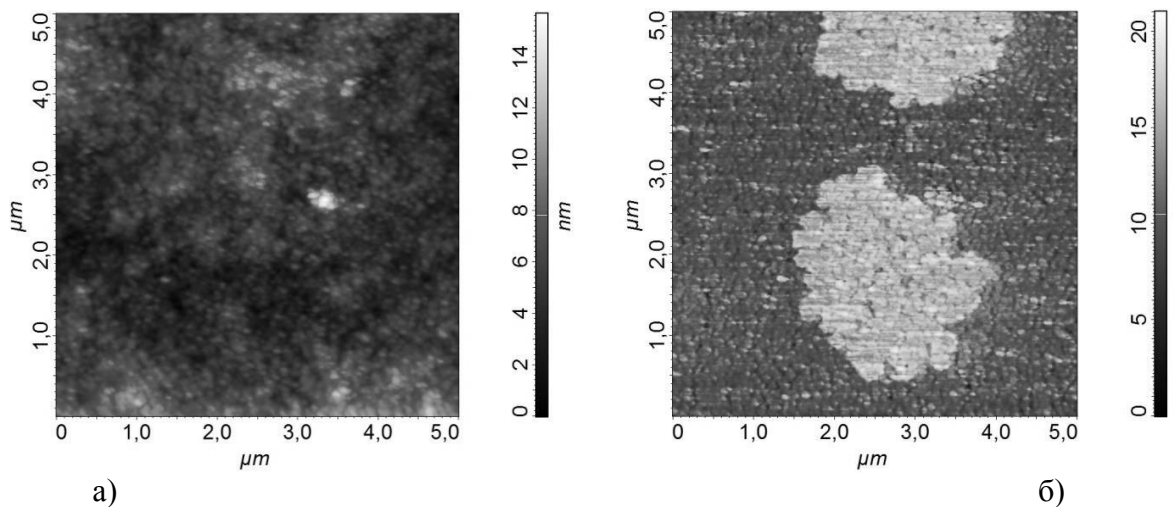


Рис. 3. Пленка хитозана: а – топология поверхности, б – изображение в режиме фазового контраста.

Широкие возможности данный метод предоставляет при исследовании структуры композитных полимерных материалов, а также поверхности полимерных пленок и синтетических тканей, модифицированных путем нанесения различных функциональных покрытий [9]. Использование полуконтактного режима сканирования позволяет не только получить информацию о структуре поверхности таких покрытий, но и оценить степень однородности их нанесения на отдельные волокна ткани.

Важным преимуществом АСМ является возможность исследования поверхности диэлектриков, в частности полимерных и биологических материалов, изучение которых с помощью методов электронной микроскопии в большинстве случаев сопряжено с необходимостью нейтрализации образующегося на поверхности материала отрицательного заряда [8]. В процессе сканирования. Тем не менее, экспериментально было обнаружено, что в случае использования полуконтактного и бесконтактного режимов сканирования наличие на поверхности образца статического заряда может привести к невозможности обеспечить требуемую степень четкости изображения (рис. 4).

Данный факт обусловлен существенно большим расстоянием, на котором действуют силы кулоновского отталкивания и притяжения. Фактически в процессе сканирования зонд взаимодействует с одной из эквипотенциальных поверхностей слоя объемного заряда на поверхности. В этом случае, мы можем видеть только крупные объекты, тогда как основная топологическая структура поверхности как бы закрыта и недоступна для наблюдения.

Решением данной проблемы является обязательное заземление образца перед началом и в процессе сканирования. Несмотря на непроводящий характер поверхности полимерных материалов этого достаточно для обеспечения нейтрализации статического заряда на поверхности. Следует отметить, что эффективность удаления заряда зависит от множества факторов: природы поверхности, процессов ее обработки, способа фиксации образца на подложке. В результате для каждого образца необходимо различное время предварительной выдержки в заземленном состоянии перед сканированием, которое может изменяться от нескольких дней до нескольких недель.

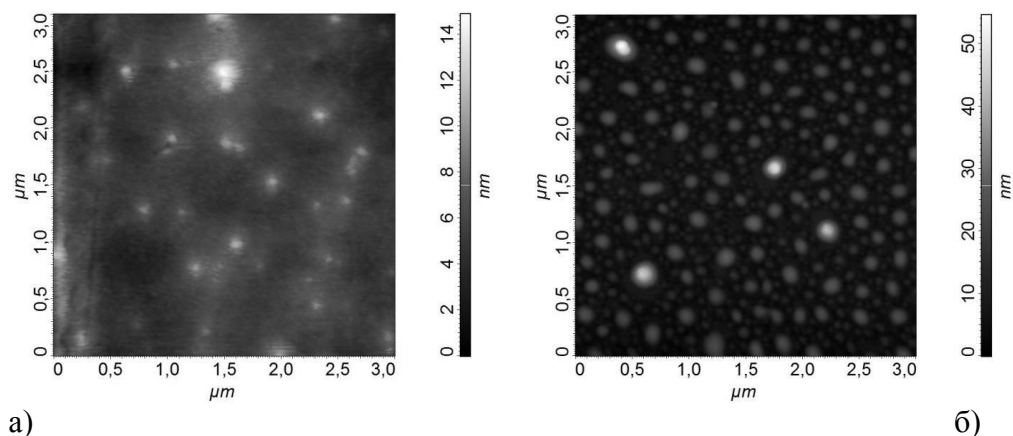


Рис. 4. Изображение поверхности пленки ПЭТФ: а – при наличии статического заряда, б – при отсутствии статического заряда.

Методом АСМ удалось непосредственно зарегистрировать процесс удаления заряда с поверхности. В качестве образца были использованы полиэфирные пленки, закрепленные с помощью двухстороннего скотча. На рис. 5 виден путь «стекания» заряда (а) накопленного в области, где расположены частицы нанометрового размера, и его дальнейшее отсутствие при повторном сканировании по истечении 1 минуты (б).

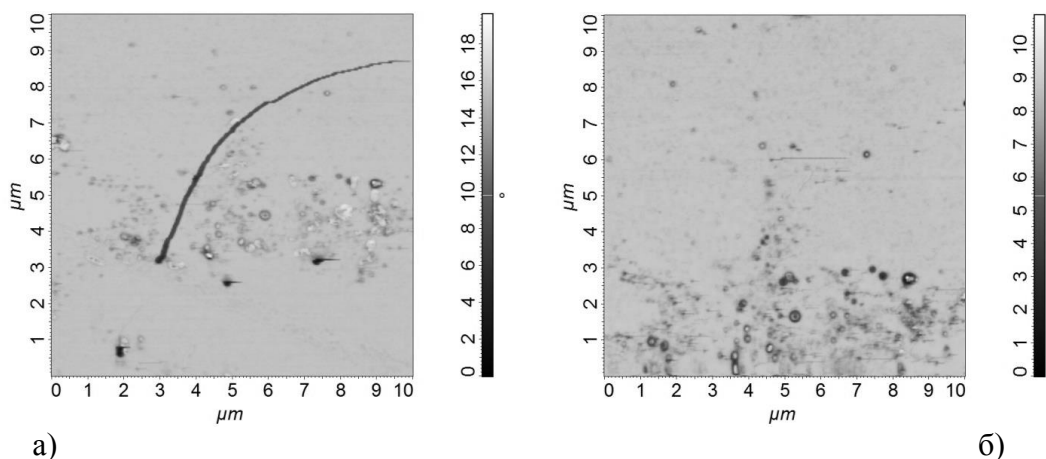


Рис. 5. Изображение поверхности пленки ПЭТФ в режиме фазового контраста: а – видна траектория «стекания» заряда (заземленный контакт находится в верхней части образца), б – заряд полностью нейтрализован, артефакты на изображении отсутствуют.

В заключение следует отметить, что наиболее эффективным при исследовании полимерных образцов является полуконтактный режим сканирования, поскольку при выполнении условия отсутствия статического заряда на поверхности образца он обеспечивает большую степень контрастности изображения, а также позволяет исследовать особенности строения поверхности полимерных и композиционных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Bhushan B.* Springer Handbook of Nanotechnology (3rd edition). – New York: Springer, 2010. – 1964 p.
2. *Binnig G., Quate C. F., Gerber Ch.* Atomic force microscope// *Jpn. Phys. Rev. Lett.* – 1986. – Vol. 56, No. 9. – P. 930-933.

3. Butt H. J., Cappella B., Kappl M. Force measurements with the atomic force microscope: Technique, interpretation and applications // J. Surf. Sci. Rep. – 2005. – Vol. 59. – P. 1-152.
4. Garcia R., Tamayo J., Calleja M., Garcia F. Phase contrast in tapping-mode scanning force microscopy // Appl. Phys. A. – 1998. – Vol. 66. – P. S309-S312.
5. Magonov S. N. Surface Analysis with STM and AFM: experimental and theoretical aspects of image analysis / S. N. Magonov, M.- H. Whangbo. Weinheim; New York; Basel; Cambridge; Tokyo: VHC. 1996. – 318 p.
6. Peter E., Paul W. Atomic Force Microscopy. – NY: Oxford University Press, 2010. – 256 p.
7. Rabe U., Janser K., Arnold W. Vibrations of free and surface coupled atomic force microscope cantilevers: Theory and experiment // Rev. Sci. Instrum. – 1996. – Vol. 67, No. 9. – P. 3281-3293.
8. Weilie Zhou. Scanning Microscopy for Nanotechnology (Techniques and Applications). / Weilie Zhou (Ed.) Zhong Lin Wang (Ed.) Springer. – 2006. – 522 p.
9. Холодков И. В., Кумеева Т. Ю., Холодкова Н. В. Топографические характеристики покрытий на основе теломеров тетрафторэтилена, обработанных в тлеющем разряде постоянного тока // VIII Международный симпозиум по теоретической и прикладной плазмохимии: сборник трудов/ Иван. гос. хим.-технол. ун-т. - Иваново, 2018. – С. 72.

УДК 625.748.56

В. И. Цапков, С. С. Малькова

ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОВАРИКАПОВ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА

Аннотация: Описан измерительный генератор с фотоварикапом для обнаружения пожара, выполненный на цифровой микросхеме.

Ключевые слова: Генератор, фотоварикап, пожар, цифровая микросхема.

V. I. Tsapkov, S. S. Malkova

THE USE OF PHOTOVARICAPS FOR FIRE DETECTION

Abstract: Describes the measuring generator with photovaricap for fire detection is performed on the digital chip.

Keywords: Generator, photovaricap, fire, digital chip.

Принцип действия фотоварикапа (ФВ) основан на зависимости электроемкости p - n перехода фотодиода от интенсивности падающего на него светового излучения.

Одной из отличительных особенностей описываемых в работах [1-9] устройств для обнаружения пожара является применение в качестве фотоварикапа не фотодиода, а светодиода, который (как показали наши исследования) может работать и в режиме фотоварикапа. Преимуществом светодиода является то, что он работает как узкополосный фотоприёмник. Это позволяет обойтись без дополнительных монохроматизирующих элементов.

Принцип действия устройств на основе ФВ заключается в следующем.

ФВ является элементом частотоподающей цепи измерительного генератора, в качестве которого в работах [1-9] применялся LC генератор. Под действием оптического излучения, падающего на ФВ, его емкость изменяется, что приводит к изменению частоты измеритель-

ного генератора. Далее изменение частоты тем или иным способом преобразуется в сигнал тревоги. К надежности и стабильности работы измерительного генератора предъявляются повышенные требования.

Целью настоящей статьи является разработка измерительного генератора на цифровых микросхемах. В качестве измерительного генератора мы использовали генератор, выполненный на широко распространенной отечественной цифровой микросхеме К155ЛА3. Схема генератора приведена на рисунке 1.

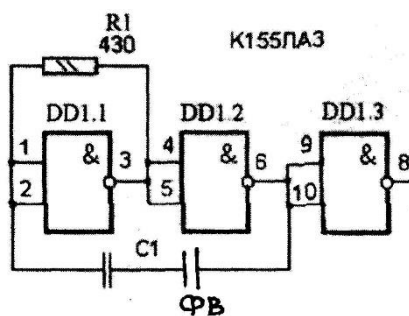


Рис. 1. Схема измерительного генератора.

Она состоит из микросхемы, резистора R1 сопротивлением 430 Ом, конденсатора C1 емкостью 6800 пФ и соединенного последовательно с конденсатором C1 фотоварикапа ФВ. В качестве фотоварикапа был применен отечественный светодиод АЛ307.

Как показали измерения, частота генератора при освещении ФВ пламенем спички изменялась на 130 кГц.

Структурная схема всего устройства для обнаружения пожара состоит из измерительного генератора, кварцевого генератора, синхронного детектора, триггера Шмидта и выходного каскада. Рассмотрим принцип работы устройства. Кварцевый генератор является источником прямоугольных импульсов стабильной частоты. К измерительному генератору подключен датчик – фотоварикап. Выходные сигналы обоих генераторов (измерительного и кварцевого) поступают на входы синхронного детектора, который на своем выходе формирует сигнал разностной частоты. Этот сигнал имеет приблизительно пилообразную форму. Для удобства дальнейшей обработки сигнал синхронного детектора преобразуется с помощью триггера Шмидта в сигнал прямоугольной формы. Выходной каскад предназначен для формирования из сигнала разностной частоты с помощью пьезоизлучателя сигнала тревоги. В схеме использованы отечественные электронные компоненты.

Схему измерительного генератора на отечественной цифровой микросхеме К155ЛА3 можно с успехом использовать в устройствах на основе фотоварикапов для обнаружения пожара.

В качестве дальнейшего направления исследований следует попытаться применить светодиоды в режиме фотоварикапа, чувствительные в ультрафиолетовой области спектра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боос Е. А. Цапков В. И. Детектор светового излучения на основе фотоварикапа. Материалы 3-й международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности – 2014». М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. С. 14-15.
2. Копылова Е. А., Цапков В. И. Фотоприемник сигнализатора пламени на основе светодиода. Материалы 2-й международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности – 2013». М.: Академия ГПС МЧС России, 2013. С. 4-5.

3. Фёдорова Т. Ю., Цапков В. И. Применение светодиодов в качестве малоинерционных монохроматических детекторов светового излучения. Материалы V международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности – 2016». М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. С. 194-197.

4. Цапков В. И., Гришина Г. Н. Дымовой извещатель на основе фотоварикапа и туннельного диода. Сб. материалов XI Международной научно-практической конференции, Иваново, 24–25 ноября 2016 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2016. С. 194-195.

5. Цапков В. И., Кузьмин В. В. Устройство на туннельном диоде и фотоварикапе для дистанционного контроля интенсивности инфракрасного излучения. Сб. статей по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции 15-16 декабря 2015 г. Воронеж: Воронежский институт ГПС МЧС России, 2015. Ч. 1. С. 201-202.

6. Цапков В. И., Кузьмин В. В. Дистанционный пожарный извещатель. Сб. статей по материалам VII Всероссийской научно-практической конференции 28-29 апреля 2016 г. Воронеж: Воронежский институт ГПС МЧС России, 2016. Ч. 1. С. 295-296.

7. Цапков В. И., Михалкин В. Н. Газовый пожарный извещатель на основе светодиода. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов» 18 апреля 2017 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 248-249.

8. Цапков В. И., Михалкин В. Н. Оптический датчик на основе фотоварикапа для раннего обнаружения пожара. Сб. статей по материалам VI Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций» 26 дек. 2017 г. Воронеж: Воронежский институт - филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, 2017. С. 544 - 546.

9. Цапков В. И., Михалкин В. Н. Устройство для раннего обнаружения пожара на основе фотоварикапа. Сб. статей по материалам IX Всероссийской научно-практической конференции «Пожарная безопасность: проблемы и перспективы» 27 сент. 2018 г. Воронеж: Воронежский институт - филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, 2018. С. 972 – 973.

УДК 699.8

В. В. Кондрашов, В. А. Кондрашов, В. Н. Крыжановский, И. В. Кондрашова
ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет

ПЛАСТИКОВЫЕ ЗАПОЛНЕНИЯ ДВЕРНЫХ И ОКОННЫХ ПРОЕМОВ, КАК ОДНА ИЗ ПРИЧИН НЕОБРАТИМЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ, ПРИ ВЗРЫВАХ БЫТОВОГО ГАЗА В МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ

Аннотация: Стремительное развитие новых технологий в современном строительстве происходит зачастую в условиях сокращения сроков от периода экспериментальной разработки до практического внедрения продукта в реализованной конструкции. При этом бывает непросто оценить суммарный эффект от внедренных новшеств – материалов, технологических приемов и т. п., из-за малых сроков наблюдений в различных условиях эксплуатации, реалистично прогнозировать их дальнейшую эксплуатационную безопасность и пригодность. В этой связи обращает на себя внимание всеобъемлющий процесс вытеснения традиционно используемых строительных материалов, таких как камень, древесина, металлы и пр. материалами искусственного синтетического происхождения: пластиками, смолами, композитами и изделиями из них. В то же время, отсутствие достоверных данных

мониторинга приводит к ошибкам в проектировании и непредсказуемому процессу эксплуатации конструкций с применением таких материалов.

Ключевые слова: пластиковые окна; легкосбрасываемые конструкции; вентиляция; температурно-влажностный режим; взрывоопасные объемы; газоздушная смесь.

V. V. Kondrashov, V. A. Kondrashov, V. N. Kryzhanovsky, I. V. Kondrashova

PLASTIC FILLING OF DOOR AND WINDOWS, AS ONE OF THE REASONS, IRREVERSIBLE CONSEQUENCES, AT EXPLOSIONS OF HOUSEHOLD GAS IN APARTMENT HOUSES

Abstract: the rapid development of new technologies in modern construction often occurs in terms of reducing the time from the period of experimental development to the practical implementation of the product in the implemented structure. In this case, it is not easy to estimate the total effect of the innovations introduced - materials, technological methods, etc., due to the short observation times in various operating conditions, it is realistic to predict their future operational safety and suitability. In this regard, the comprehensive process of extrusion of traditionally used building materials, such as stone, wood, metals, and other materials of artificial synthetic origin: plastics, resins, composites, and products from them, draws attention to itself. At the same time, the lack of reliable monitoring data leads to design errors and an unpredictable process of operating structures using such materials.

Keywords: plastic windows; easy reset designs; ventilation; temperature and humidity conditions; explosive volumes; gas-air mixture.

Участившиеся аварийные ситуации, возникающие на эксплуатируемых промышленных и гражданских строительных объектах, зачастую напрямую связаны с недостатком информации об опыте использования и допускаемых условиях применимости новых технологий и материалов в строительных конструкциях.

Широкое применение в строительстве полимеров в наибольшей степени затронуло материалы для изготовления ограждающих конструкций зданий, внутридомового оборудования, проведения отделочных работ.

В настоящее время, особенно широкое применение, нашли конструкции пластиковых оконных заполнений, пластиковых дверей, трубопроводов коммуникаций наряду с отсутствием исследований и мониторинга поведения таких конструкций в реальном времени эксплуатации (пусть даже и не слишком длительным на текущий момент).

Участившиеся в последнее время аварийные ситуации с возгораниями и взрывами бытового газа требуют самого пристального внимания к выявлению причин их возникновения, а главное – к причинам образования на газопотребляющих строительных объектах взрывоопасных объемов газоздушной смеси и источником возгораний.

Статистика таких происшествий свидетельствует, что учащаются они с наступлением отопительного сезона вне зависимости от региона застройки, конструктивных различий строительных объектов.

Называемая в качестве главной аргументация об утечках из газового оборудования на газопотребляющих объектах представляется верной лишь отчасти.

Очевидно, что до 90% оконных и балконных блоков в домах жилого фонда и в общественных зданиях к настоящему времени заполнены пластиковыми конструкциями, которые не только не являются легкосбрасываемыми (при взрыве), но и обладают рядом качеств, негативных в отношении их безопасного использования.

Значительный опыт проведения нами обследований эксплуатируемых зданий различного назначения, вопросов промышленной безопасности (и аварийных ситуаций, в том числе) позволяет сделать следующие выводы:

1. Пластиковые окна с однокамерными и двухкамерными стеклопакетами создают условия:

- затрудняющие или прекращающие постоянное действие приточно-вытяжной вентиляции за счет блокирования притока воздуха в помещения – нарушение нормативных требований [Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления (приказ Ростехнадзора №542 от 15 ноября 2013 г.)];

- отсутствия легкобрасываемых ограждающих конструкций, т. е. не обеспечивают сброс избыточного взрывного давления;

- при воздействии ударной взрывной волны или высоких температур стекольное заполнение в них разрушается с образованием многочисленных мелких осколков с высокой травмирующей способностью;

- нарушения температурно-влажностного режима помещений – «парниковый эффект»;

- при воздействии солнечной радиации выделение в воздух внутренних помещений вредных веществ различной концентрации.

2. Пластиковые двери балконов и внутренних помещений:

- блокируют вытяжку воздуха из помещений через устройства естественной вентиляции из-за отсутствия у дверей жалюзийных приточных решеток и щелевых продухов;

- нарушение температурно-влажностного режима внутренних помещений: повышенная влажность и температура воздуха – «парниковый эффект».

3. В целом, наличие пластиковых ограждающих конструкций (окон, дверей) при нерегулярном их открывании создают условия для скапливания во внутренних помещениях взрывоопасных объемов бытового газа.

Очевидно, что в таких условиях достаточно любого источника возгорания, чтобы в помещении произошел пожар или взрыв скопившейся газовой смеси.

Технические характеристики природного газа используемого на объектах жилого фонда и объектах непромышленного назначения представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные технические характеристики природного газа используемого в Волгоградской области

№ п/п	Название вещества	Состав, %		Общие данные			Данные о взрывопожаробезопасности			
		Основной продукт	Примеси	Молекулярный вес	Тем-ра кипения, °С (при давлении 101 кПа)	Плотность при 20°С, кг/м³	Тем-ра вспышки, °С	Тем-ра самовоспламенения, °С	Тем-ра воспламенения, °С	Пределы взрываемости, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Газ природный	Метан 93,9-96,2	Этан 3,04-1,58 Пропан 0,52-0,18 CO ₂ 1,20-0,89 Азот 1,00-1,03	16,1	-160	0,6985	540	650	640-800 метан	4,5-14,5 в смеси с воздухом

• Данные о токсической опасности:

- ПДК в воздухе рабочей зоны 300 мг/м³;

- ПДК в атмосферном воздухе 50 мг/м³;

- Реакционная способность: в химические реакции в рабочих условиях не вступает.

• Запах: Не имеет запаха, если не применен одорант.

Следует отметить, что острота проблемы утечек газа из газопотребляющего оборудования в настоящее время не только не снижается, но, скорее возрастает.

Этому способствуют, прежде всего, изменения в количестве и составе используемого газового оборудования и его технического исполнения.

Не секрет, что, к примеру, на смену устройству внутридомовой газовой сети выполняемой из специальных «газовых» стальных бесшовных труб оснащенных запорной фурнитурой из бронзы и латуни, пришла замена в виде гибких элементов («шлангов») и фурнитура из композитных сплавов, изготовленных способом «порошковой» металлургии (способных, кстати, к мгновенному хрупкому разрушению).

Использование таких «новшеств», зачастую не сопровождаемых вообще какими-либо сертификатами, неизбежно способствует возникновению аварийных ситуаций и является их первопричиной.

В то же время, отсутствуют «по умолчанию» сведения о токсичности и количестве химических веществ, выделяемых из пластиковых окон и дверей при воздействии солнечной радиации, процессов полимеризации и т. п.

Очевидно, что перечисленные проблемы требуют не только привлечения к ним внимания, но и оперативного реагирования на всех уровнях участников – проектировщиков, производителей и пользователей газового оборудования, контролирующих и эксплуатационных служб.

Вопросы безопасного газопотребления, являются, на сегодняшний день, наиболее острыми, не отделимы от всего комплекса аспектов безопасной эксплуатации в строительстве.

Злободневность их сегодня можно без преувеличения сказать «зашкаливает».

На наш взгляд, первоочередными следует считать проведение мероприятий:

- экспертная оценка и типизация всех аварийных ситуаций;
- паспортизация по безопасности используемого и устанавливаемого газового оборудования (в том числе, гибких элементов подводящих трубопроводов);
- разработка нормативов, регламентирующих установку в жилых помещениях пластиковых окон;
- поэтапная замена пластиковых окон в жилых помещениях на окна с деревянными переплетами;
- ввести в нормы проектирования помещений, предназначенных для установки отопительного газового оборудования, требования:
 - по высоте помещения – не менее 2,5 метров;
 - устройство естественной вентиляции с расчетными параметрами вытяжных и приточных устройств;
 - устройство оконных проемов с площадью остекления из расчета 0,03 м² на 1 м³ объема помещения и ограждающие от смежных помещений конструкции с пределом огнестойкости не менее REI 45 [Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления (приказ Ростехнадзора №542 от 15 ноября 2013 г.)];
 - ввести норматив устройства в конструкциях внутриквартирных дверей вентиляционных решеток и щелевых проемов, обеспечивающих приток воздуха к вытяжным устройствам естественной вентиляции (в помещениях кухонь, душевых комнат, туалетов).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. №384-ФЗ Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
2. №123-ФЗ Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. ПБ 12-529-03 Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления.
4. СП 54.13330.2011 Здания жилые многоквартирные.
5. СанПиН 2.1.2.1002-00 Санитарноэпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям.

6. ГОСТ 12.1.004-91* ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

7. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.

УДК 620.18

И. В. Холодков, Н. В. Холодкова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет
ФГБУН Институт химии растворов им. Г. А. Крестова РАН

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Аннотация: В статье описаны общие принципы работы и причины возможных методических ошибок при проведении исследований с помощью атомно-силового микроскопа. Проанализированы особенности работы системы сканирования и влияние ее параметров на формируемое изображение поверхности. Рассмотрены основные виды и причины возникновения псевдоизображений поверхности. Предложена простая тестовая структура в виде тонкой пленки олова, полученной методом термического испарения в вакууме. Показана возможность ее использования для проверки состояния и удаления загрязнений с поверхности зонда атомно-силового микроскопа.

Ключевые слова: поверхность, атомно-силовая микроскопия, кантилевер, зонд, микроманипулятор, пьезокерамика, ползучесть, тестовая структура.

I. V. Kholodkov, N. V. Kholodkova

PRACTICAL ASPECTS OF THE USE OF ATOMIC FORCE MICROSCOPY IN RESEARCH

Abstract: The article describes the general principles of operation and the causes of possible methodological errors in research using an atomic force microscope. The features of the scanning system and the influence of its parameters on obtaining image of the surface are analyzed. The main types and causes of surface pseudo-images are considered. A simple test structure in the form of a thin tin film obtained by thermal evaporation in vacuum is proposed. It is shown that it can be used to check and remove dirt from the surface of the atomic force microscope probe.

Keywords: surface, atomic force microscopy, cantilever, probe, micromanipulator, piezoelectric ceramics, creep, test structure.

Традиционно, область микроскопии была сосредоточена на создании сильно увеличенных изображений объектов, которые недоступны взгляду человека. Это, безусловно, имело место и в случае сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ), которая появилась около 30 лет назад, продемонстрировав возможность отображения отдельных атомов. Большая часть ценности СЗМ сегодня проистекает из ее способности обнаруживать и измерять широкий спектр специфических взаимодействий между сканирующим зондом и образцом. По мере развития технологий зондовой микроскопии, акцент смещается со способности отображать эти сигналы в виде изображений на способность количественно оценивать и измерять их. Сегодня СЗМ – это гораздо больше, чем микроскоп, это действительно микро-зонд в самом полном смысле этого слова, предоставляющий исследователям универсальный инструмент, который может регистрировать и измерять широкий диапазон специфических свойств материала в нанометровом пространственном масштабе [5].

Одной из разновидностей СЗМ является атомно-силовая микроскопия (АСМ). Атомно-силовой микроскоп был изобретен в 1986 году как модификация сканирующего туннельного микроскопа [1]. Исследование поверхности в АСМ осуществляется с помощью острой иглы, расположенной на свободном конце гибкой консоли (кантилевера) длиной от 100 до 200 мкм, которая при сканировании отклоняется в ответ на усилия, приложенные между зондом и образцом. Размеры и форма консоли кантилевера определяют его функциональное назначение применительно к методике АСМ. Консоль закреплена на прямоугольном основании (стандартный размер основания – длина 3,4 мм, ширина 1,6 мм и толщина 0,3 мм), необходимым для фиксации зонда в процессе измерений (рис. 1).

Регистрируемым сигналом может быть отклонение свободного конца кантилевера, напряжение управления сканером, требуемое для поддержания постоянного изгиба консоли (силы прижатия иглы зонда к поверхности), сдвиг фазы или амплитуды, когда кантилевер колеблется на резонансной частоте над поверхностью образца, или множество других сигналов, набор которых определяется выбранным режимом сканирования.

Метод контроля положения кантилевера с помощью туннельного тока, предложенный основателями метода [1] на практике оказался недостаточно эффективным. Ограничения обусловлены низкой стабильностью поддержания туннельного тока, поскольку с течением времени происходит миграция атомов в области туннельного контакта.

В настоящее время в большинстве современных атомно-силовых микроскопов положение кантилевера контролируется оптическими системами, включающими полупроводниковый лазер в качестве источника излучения и полупроводниковый четырехсекционный детектор, сигнал с которого определяется смещением отраженного от поверхности кантилевера пятна лазерного излучения (рис. 1). На сторону кантилевера, противоположную игле зонда, для усиления отраженного лазерного сигнала напыляют тонкий слой металла, как правило, золота. Другой вариант оптического детектирования изгиба кантилевера предусматривает использование оптоволоконного интерферометра. Такой метод обладает большей чувствительностью (менее 0,1 Å), а использование оптоволокна позволяет легко встроить АСМ в криостат или высоковакуумную камеру.

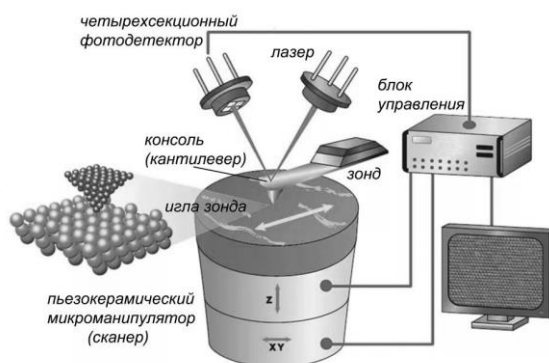
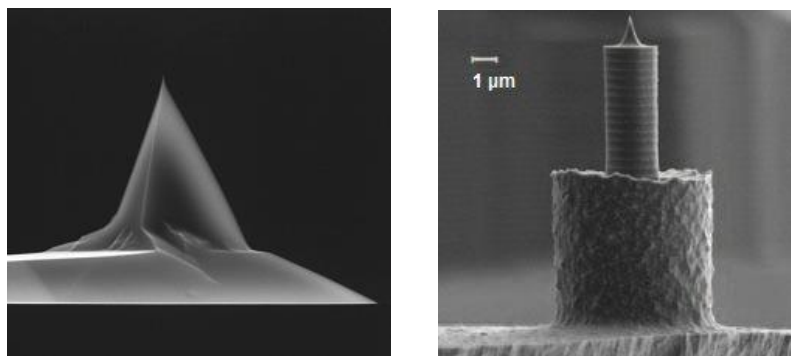


Рис. 1. Схема работы атомно-силового микроскопа

Основными техническими параметрами кантилеверов для атомно-силовой микроскопии являются: жесткость, резонансная частота, добротность, радиус кривизны и форма острия (иглы зонда), которая может значительно изменяться в зависимости от способа изготовления и назначения зонда (рис. 2-3). Радиус острия современных зондов для АСМ составляет от 1 до 10 нм. Как правило, вся конструкция, за исключением в ряде случаев иглы, является кремниевым монокристаллом. Процесс производства зондов основан на технологических методах изготовления полупроводниковых интегральных микросхем. Для проведения

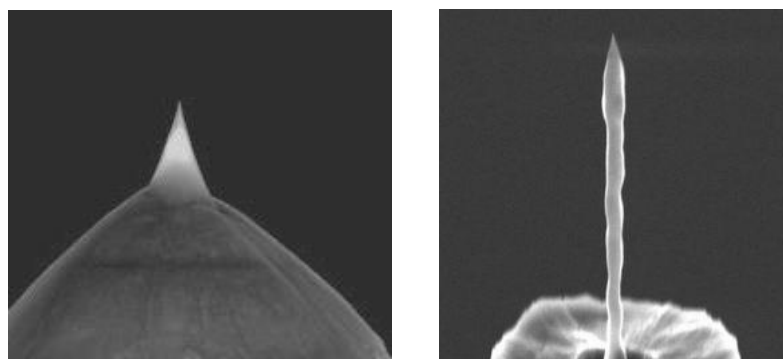
особых видов исследований на поверхность острия может быть нанесено проводящее, магнитное или защитное покрытие [6, 7].



а)

б)

Рис. 2. Игла зонда из монокристаллического (а) и поликристаллического (б) кремния.



а)

б)

Рис. 3. Суперострые зонды в виде алмазной иглы, выращенной на конце стандартного зонда с большим радиусом кривизны (а) и полученные методом ионной фрезеровки на основе поликремнивых зондов (б).

Важной составляющей любого сканирующего микроскопа является система перемещения зонда во время сканирования. В АСМ для этих целей используются пьезоэлектрические микроманипуляторы (сканеры). Конструктивно процесс сканирования может осуществляться как перемещением зонда по неподвижному образцу, так и изменением положения образца, закрепленного на микроманипуляторе, относительно неподвижного зонда. Последний способ является наиболее простым в реализации, так как в процессе сканирования не требуется компенсировать изменения в сигнале, возникающие в результате смещений зонда относительно неподвижного лазера.

Хотя все методики АСМ потенциально чувствительны к одним и тем же взаимодействиям, для точных измерений требуется ряд конкретных условий: параметры острия зонда, качество работы системы контроля за изгибом консоли и характеристики пьезоэлектрического сканера, наиболее важными из которых являются: гистерезис, ползучесть и старение пьезокерамики.

Пьезосканеры атомно-силовых микроскопов изготавливаются на основе пьезокерамических материалов (цирконат-титанат свинца – PZT) в форме цилиндров или как штабелированные элементы, для того чтобы обеспечить сканирование в осях X, Y, и Z. Самым серьезным ограничением этого материала является его тенденция продолжать расширяться после подачи на него напряжения. Это явление, называется ползучестью или дрейфом.

Пьезокерамический материал неоднороден и состоит из миллионов зерен, внутри которых находятся области со случайной ориентацией, емкость которых также изменяется случайным образом. В электронной аналогии, пьезокерамический сканер может быть представ-

лен как большая сетка резисторов и конденсаторов, номиналы которых изменяются случайным образом, соединенных между 2 контактами. Когда приложено управляющее напряжение, градиенты потенциала в первый момент времени определяются емкостным реактивным сопротивлением материала. После начала деформации сканера распределение потенциала будет определяться объемным сопротивлением материала, которое напрямую не связано с емкостью. Ползучесть, таким образом, будет определяться в том числе процессом релаксации эквипотенциальных поверхностей, которые изменяются для того чтобы соответствовать общему сопротивлению материала, а также переходными процессами, возникающими в цепи в результате перезарядки емкостных элементов.

Ползучесть приводит к различиям в степени отклонения пьезосканера при равных значениях напряжения. В процессе работы этот эффект наиболее заметен при изменении площади сканирования. Из-за непрерывной ползучести при изменениях в площади сканирования наблюдается искажение изображения в виде смазанного участка в начале развертки (рис. 4, а).

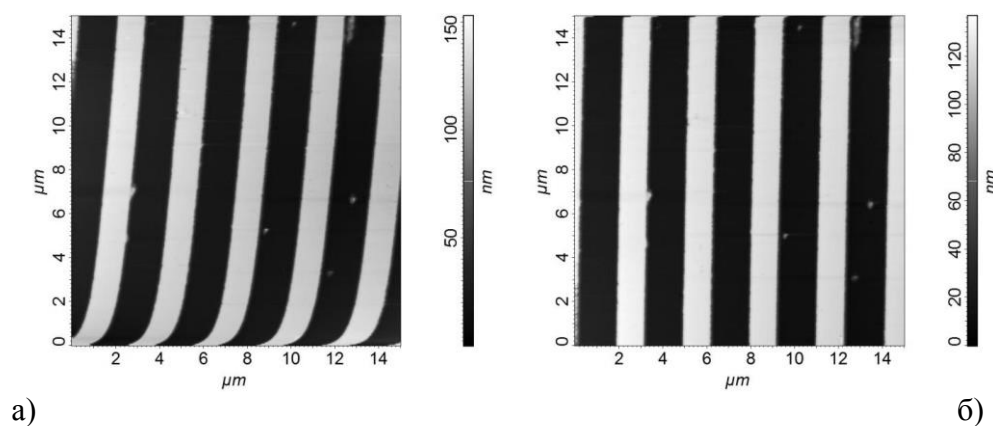


Рис. 4. Изображение тестовой структуры без компенсации (а) и с компенсацией (б) эффекта ползучести пьезокерамического сканера.

Кроме того, ползучесть и гистерезис пьезокерамики является причиной различий в величине отклонения для разных направлений сканирования. Ось Z реагирует на сигналы от секунд до миллисекунд. Ось быстрого сканирования реагирует на сигналы от секунд до десятых долей секунды, а ось медленного сканирования – от сотен секунд до секунд. На осях X и Y калибровка между осями может отличаться на 20%. Изменение направления сканирования на 90 градусов, таким образом, вызовет 40% искажение при сканировании. В результате нелинейная коррекция изображения и предварительная калибровка непосредственно связаны с конкретными параметрами развертки: скоростью, направлением и полем сканирования [8].

Способом решения проблемы ползучести является использование независимых способов определения позиции пьезосканера, что позволяет подавать напряжение, обеспечивающее необходимое положение. В тоже время реализация данного способа требует решения ряда технических вопросов. Так, если использовать тензометрические датчики, то сигнал такого датчика составляет около 5 милливольт и достаточное соотношение сигнал/шум возможно только при больших интервалах сканирования на малых скоростях. Емкостные датчики обеспечивают более высокие уровни сигнала. Использование систем компенсации позволяет получить позиционирования менее 1%. Такие системы позволяют изменять направление сканирования, не вызывая грубых искажений изображения, и широко используются при проведении нанолитографических процессов [3]. В практическом плане, если не требуется использовать атомно-силовой микроскоп для манипулирования в субмикронном масштабе, эффект ползучести можно минимизировать за счет увеличения скорости развертки и повторного сканирования выбранного участка. Для микроскопа Solver 47 Pro без системы обратной

связи влияние ползучести на изображение практически не наблюдается (рис. 4, б) при скоростях сканирования 5-10 мкм/с.

Другой важной причиной наличия методических ошибок при проведении исследований с помощью атомно-силового микроскопа является неконтролируемое изменение формы иглы зонда во время сканирования [4]. Причинами таких изменений являются частицы, слабо закрепленные на исследуемой поверхности и способные налипать на зонде, а также повреждения зонда при исследовании твердых поверхностей (рис. 5).

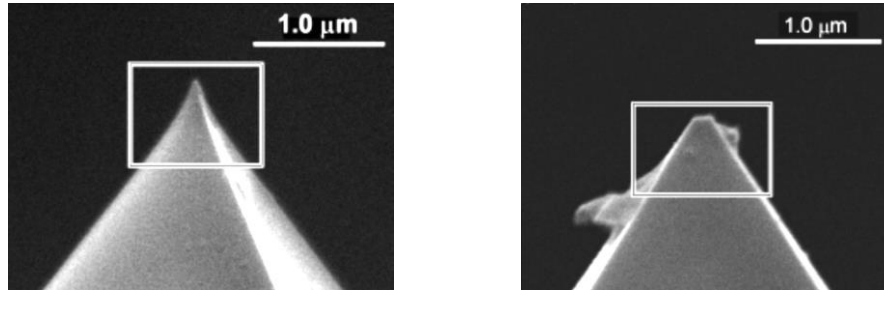


Рис. 5. Исходная форма иглы (а) и поврежденная игла с частицами загрязнений и нарушенной формой острия (б).

Типичным проявлением наличия загрязнения является возникновение «двойников» на изображении. Выявить данные искажения можно сравнением между собой разных участков поверхности. При наличии загрязнений на зонде различные объекты поверхности приобретают на изображении схожую форму и составляющие, как бы зеркально отраженные по отношению к исходному элементу (рис. 6, а). При налипании на зонд частиц достаточно большого размера может наблюдаться повторное сканирование, приводящее к наложению на основное изображение поверхности его дубликата, смещенного в одном из направлений на расстояние, равное размеру частицы загрязнения (рис. 6, б)

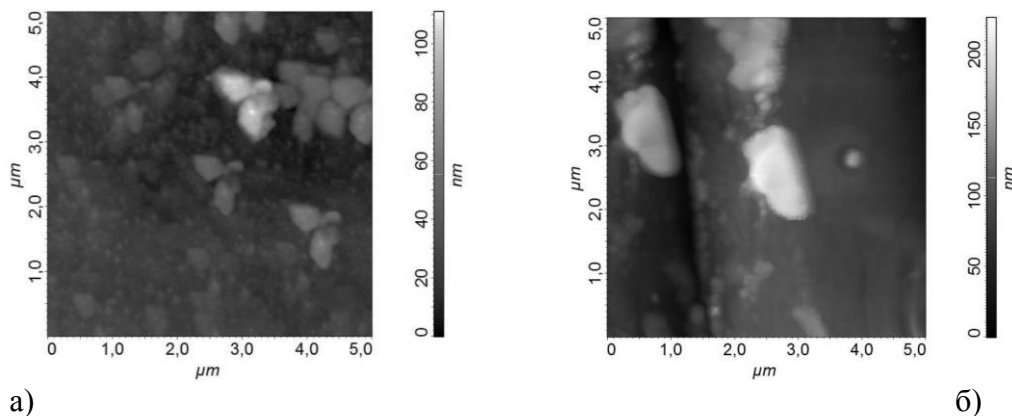


Рис. 6. Локальное проявление эффекта «двойников» (а) и протяженные дефекты повторного сканирования (б) при наличии загрязнений на поверхности зонда.

Контроль формы острия зонда можно осуществлять, используя различные тестовые структуры на поверхности монокристаллических подложек: ступени, анизотропно вытравленные поверхности и другие. Недостатком таких объектов является необходимость довольно сложных расчетов для восстановления формы острия или возможность контролировать только поперечное сечение острия.

Наиболее информативной тестовой структурой является подложка из монокристаллического кремния ориентации (100) с высоким удельным сопротивлением, на поверхности которой сформирован набор кремниевых игл, форма которых идентична форме острия одиночного зонда (рис. 7) [2].

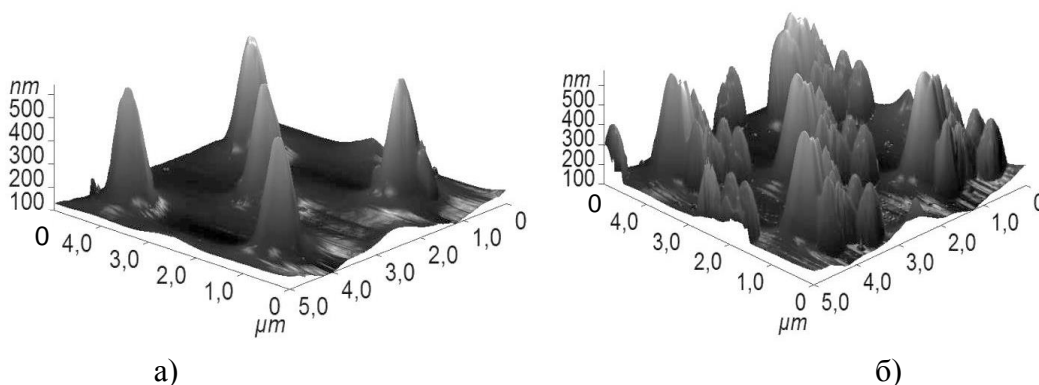


Рис. 7. Трехмерное изображение поверхности тестовой решетки полученной неповрежденным зондом (а) и зондом с нарушенной формой острия (б).

В ходе проведенных исследований оказалось, что в практическом плане при исследовании поверхностей с разрешением до 10 нм более удобным объектом для контроля состояния зонда являются тонкие пленки олова, полученные методом термического испарения в вакууме. Поверхность такой пленки представляет собой совокупность большого числа частиц олова диаметром порядка 100 нм, имеющих форму близкую к сферической или овальной. При наличии загрязнений на поверхности иглы зонда при сканировании данной поверхности на изображении четко проявляется эффект образования «двойников» (рис. 8, а). Возможность быстрого контроля состояния острия зонда со всех сторон и простота метода получения пленки позволили существенно повысить эффективность использования атомно-силового микроскопа и достоверность получаемых изображений поверхности.

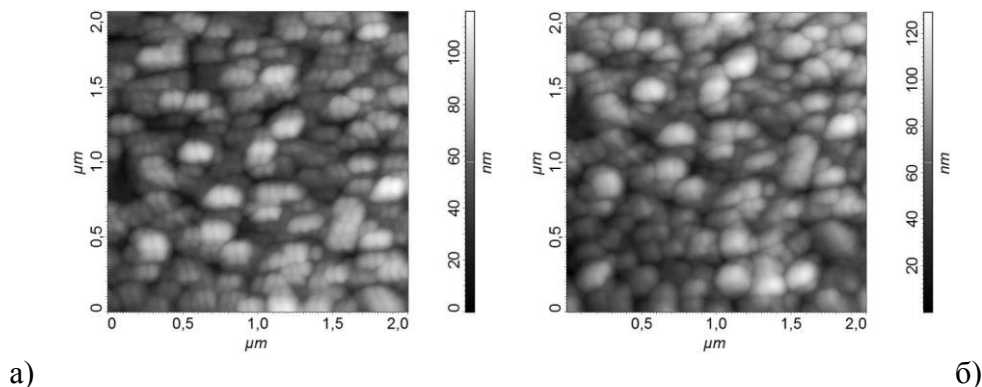


Рис. 8. Изображение поверхности пленки олова, полученное зондом с частицами загрязнений (а) и после процедуры очистки острия (б).

Важным преимуществом такой тестовой структуры стала возможность частичной или полной очистки иглы зонда. Очистка проводилась сканированием в полуконтактном режиме при скоростях более 100 мкм/с, в результате на отдельных участках система обратной связи не успевает корректировать положение образца относительно зонда. Вследствие неоднородной структуры пленки игла проникает глубоко между отдельными частицами, которые либо захватывают загрязнения, либо перемещают их выше по поверхности иглы, исключая взаимодействие с поверхностью при дальнейших измерениях. Частицы пленки олова в виду относительно больших размеров и низкой адгезии к кремнию не способны закрепиться на поверхности иглы зонда. Пример изменений в качестве изображения поверхности тестового образца после очистки показан на рис. 8, б.

Таким образом, ошибки при проведении исследований методом АСМ возникают в результате большого комплекса факторов, некоторые из которых можно смоделировать и прогнозированно исправить, другие по своей природе непредсказуемы.

Искажения, связанные с работой системы сканирования зависят от сложности используемого оборудования. Точное управление движением зонда в процессе сканирования требует активного позиционирования и наличия системы обратной связи с системой управления сканированием.

Наиболее значимым фактором, который необходимо учитывать при интерпретации полученных изображений, является форма и состояние иглы зонда атомно-силового микроскопа. Вывод о необходимости проверки состояния зонда может быть сделан на основе критического анализа наблюдаемых на изображении объектов поверхности образца, что требует соответствующей подготовки оператора. Опыт практической работы на микроскопе Solver 47 Pro показал, что контроль степени загрязнения иглы зонда и его очистка могут быть осуществлены с помощью пленок олова, полученных методом термического испарения в вакууме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Binnig G., Quate C. F., Gerber Ch.* Atomic force microscope // *Phys. Rev. Lett.* – 1986. – V. 56, № 9. – P. 930-933.
2. *Bykov V., Gologanov A., Shevyakov V.* Test structure for SPM tip shape deconvolution // *Appl. Phys. A.* – 1998. – V. 66, № 5. – P. 499-502.
3. *Dagata J., Inoe T., Itoh J., Yokayama H.* Understanding scanned probe oxidation of silicon // *Appl. Phys. Lett.* – 1998. – V. 73, № 2. – P. 271-273.
4. *Griffith J. E., Grigg D. A.* Dimensional metrology with scanning probe microscopes // *J. Appl. Phys.* – 1993. – V. 74, № 9. – P. R83-R109.
5. *Magonov S. N.* Surface Analysis with STM and AFM: experimental and theoretical aspects of image analysis / S. N. Magonov, M., H. Whangbo., Weinheim. – New York; Basel; Cambridge; Tokyo: VHC, 1996. – 318 p.
6. *Быков А. В.* Конструктивно-технологические особенности кантиллеров для атомно-силовой микроскопии // *Известия ЮФУ. Технические науки.* – 2014. – №. 9. – С. 141-150.
7. *Быков А. В., Коломийцев А. С., Полякова В. В., Смирнов В. А.* Профилирование зондов для сканирующей зондовой нанодиагностики методом фокусированных ионных пучков // *Известия ЮФУ. Технические науки.* – 2014. – №. 9. – С. 133-140.
8. *Лапшин Р. В.* Способ автоматической коррекции искаженных дрейфом СЗМ-изображений // *Поверхность. Рентгеновские синхротронные и нейтронные исследования.* – 2007. – № 11. – С. 13-20.

УДК 537.525

А. М. Соболев¹, А. М. Ефремов^{1,2}

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

О МЕХАНИЗМАХ РЕГУЛИРОВАНИЯ СОСТАВА ФТОРУГЛЕРОДНОЙ ПЛАЗМЫ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЯХ

Аннотация: Исследована возможность регулирования состава неравновесной низкотемпературной плазмы в смеси $CF_4 + O_2 + Ar$ с помощью варьирования соотношений исходных компонентов

CF₄/O₂ и O₂/Ar. Проведен анализ кинетики химических процессов, формирующих стационарный состав плазмы. Выявлены механизмы влияния начального состава смеси на эффекты гетерогенного взаимодействия (травление, полимеризация) плазмы с обрабатываемой поверхностью.

Ключевые слова: фторуглеродные газы, плазма, травление, полимеризация, диагностика, моделирование, кинетика.

A. M. Sobolev, A. M. Efremov

ON MECHANISMS TO ADJUST THE COMPOSITION OF FLUOROCARBON GAS PLASMA IN MULTI-COMPONENT MIXTURES

Abstract: The possibility to adjust the composition of non-equilibrium low-temperature plasma excited in CF₄ + O₂ + Ar gas mixture using the variations in CF₄/O₂ and O₂/Ar mixing ration was investigated. The analysis of kinetics for chemical processes determining the steady-state plasma composition was carried out. The mechanisms influencing the impact of initial mixture composition on heterogeneous effects on the treated surface (etching, polymerization) were considered.

Keywords: fluorocarbon gases, plasma, etching, polymerization, diagnostics, modeling, kinetics.

Фторуглеродные газы вида C_xH_yF_z активно используются в технологии интегральной микро- и нано-электроники при обработке функциональных слоев на основе кремния и его соединений [4–6]. Известно, что в плазме таких газов на обрабатываемой поверхности одновременно протекают два процесса: травление (газификация атомов поверхности за счет их взаимодействия с атомами фтора с образованием летучих фторидов) и высаживания фторуглеродной полимерной пленки [5, 6]. Последний процесс получил название поверхностной полимеризации. Поэтому результат обработки в значительной степени зависит от соотношения F/C в исходной молекуле, которое определяет соотношение концентраций атомов фтора (как основных химически активных частиц) и фторуглеродных радикалов CF_{x=1,2} (как основных полимеробразующих частиц) в газовой фазе. Последнее, в свою очередь, однозначно связано с балансом скоростей процессов травления и поверхностной полимеризации. Широкое применение, в частности, получили плазмообразующие смеси на основе тетрафторметана (CF₄), который в силу F/C = 4 обеспечивает доминирование травления над полимеризацией [2, 5]. Это позволяет получать высокие скорости травления и чистоту обрабатываемой поверхности. Тем не менее, поверхностная полимеризация может играть положительную роль. Во-первых, высаживание фторуглеродного полимера на боковые стенки формируемого рельефа защищает их от воздействия химически активных частиц и, таким образом, предотвращает искажение профиля травления. И, во-вторых, фторуглеродные полимеры обладают хорошими прочностными, изолирующими и гидрофобными свойствами [5]. Очевидно, что модифицированные полимером поверхности могут быть востребованы в различных областях техники и технологии. Таким образом, любое применение плазмы фторуглеродных газов требует оптимальной комбинации, а, следовательно, возможности целенаправленного регулирования скоростей травления и полимеризации.

В предшествующих исследованиях было найдено, что начальный состав бинарных смесей CF₄+Ar и CF₄+O₂ является действенным инструментом регулирования состава плазмы и изменения баланса скоростей травления и полимеризации на обрабатываемой поверхности [2, 4]. Так, добавка аргона интенсифицирует диссоциацию фторуглеродных радикалов CF_x в процессах электронного удара, способствуя росту отношения F/CF_x. Кроме этого, образующиеся в плазме ионы Ag⁺ эффективно разрушают полимерную пленку по механизму физического распыления. Добавка кислорода способствует увеличению скорости генерации атомов фтора и связыванию фторуглеродных радикалов в атомно-молекулярных процессах вида CF_x + O → CF_{x-1}O + F, а также обеспечивает химическую деструкцию полимерной пленки при взаимодействии с атомами кислорода. На основании этих данных можно предположить, что тройная смесь CF₄+O₂+Ar способна обеспечить комбинирование всех рассмот-

ренных механизмов подавления полимеризации, при этом варьирование соотношений различных пар компонентов может привести к получению эффектов, принципиально не достижимых в бинарных смесях.

Целью данной работы являлось исследование кинетики плазмохимических процессов в смеси $\text{CF}_4 + \text{O}_2 + \text{Ar}$ при варьировании соотношений исходных компонентов CF_4/O_2 и O_2/Ar . Основное внимание было направлено на 1) выявление механизмов влияния начального состава смеси на концентрации активных частиц – атомов фтора и полимеробразующих радикалов; и 2) установление взаимосвязей между параметрами газовой фазы и гетерогенными процессами на обрабатываемой поверхности.

Эксперименты проводились при возбуждении индукционного ВЧ (13.56 МГц) разряда в реакторе планарного типа с цилиндрической ($r = 13$ см, $l = 16$ см) рабочей камерой из анодированного алюминия. В качестве неизменных параметров процесса выступали общее давление и расход плазмообразующего газа ($p = 10$ мтор, $q = 40$ станд. см³/мин), вкладываемая мощность ($W = 700$ Вт) и мощность смещения ($W_{dc} = 200$ Вт). Начальный состав смеси $\text{CF}_4 + \text{O}_2 + \text{Ar}$ задавался варьированием парциальных расходов пары компонентов при неизменном значении расхода третьего компонента. Так, в одной серии экспериментов расход CF_4 фиксировался на постоянном уровне 20 станд. см³/мин, при этом расходы O_2 и Ar варьировались в пределах $q_{\text{O}_2} + q_{\text{Ar}} = 20$ станд. см³/мин. Таким образом, доля CF_4 в плазмообразующей смеси всегда составляла $y_{\text{CF}_4} = q_{\text{CF}_4}/q = 0.5$, или 50%, при этом другие 50% были представлены различными количествами аргона и кислорода. Очевидно, что увеличение доли кислорода y_{O_2} в диапазоне 0–50% соответствовало переходу от системы $\text{CF}_4 + \text{Ar}$ к системе $\text{CF}_4 + \text{O}_2$. В другой серии экспериментов фиксировали величину $q_{\text{Ar}} = 20$ станд. см³/мин и аналогично первой серии варьировали расходы тетрафторметана и кислорода. Таким образом, увеличение доли кислорода y_{O_2} в диапазоне 0–50% соответствовало переходу от системы $\text{CF}_4 + \text{Ar}$ к системе $\text{Ar} + \text{O}_2$.

Диагностика плазмы проводилась методом двойного зонда Лангмюра DLP2000 (Plasmat Inc., Korea). Обработка зондовых вольт-амперных характеристик для получения данных по температуре электронов (T_e), плотности ионного тока (J_+) и суммарной концентрации положительных ионов (n_+) базировалась на положениях теории двойного зонда [6] с использованием максвелловского приближения для функции распределения электронов по энергиям (ФРЭЭ). Для получения данных по стационарным концентрациям активных частиц и плотностям их потоков на обрабатываемую поверхность использовалась глобальная (0-мерная) модель с привлечением в качестве входных параметров экспериментальных данных по T_e и n_+ [1, 3, 7]. Кинетическая схема (набор реакций и их кинетических характеристик) была заимствована из наших работ [1, 3]. Алгоритм моделирования базировался на совместном решении уравнений химической кинетики нейтральных с учетом следующих допущений:

- Низкая электроотрицательность плазмы в исследуемом диапазоне условий позволяет полагать $n_-/n_e \ll 1$ и $n_+ \approx n_e$, где n_- – концентрация отрицательных ионов, n_e – концентрация электронов.

- Энергетическое распределение электронов в условиях высоких степеней ионизации газа ($n_+/N \sim 10^{-4}$, где $N = p/k_B T_{gas}$ – общая концентрация частиц при температуре T_{gas}) формируется при существенном вкладе равновесных электрон-электронных соударений. Таким образом, константы скоростей процессов под действием электронного удара могут быть найдены при интегрировании соответствующих сечений с Максвелловской ФРЭЭ.

- Варьирование начального состава смеси не сопровождается существенными изменениями температуры газа. Это позволяет пренебречь влиянием соотношений CF_4/O_2 и O_2/Ar на константы скоростей объемных атомно-молекулярных процессов.

- Гетерогенная рекомбинация атомов и радикалов подчиняется механизму Или-Ридила, то есть описывается кинетикой первого порядка по концентрации частиц в газовой

фазе. Соответственно, константы скоростей таких процессов могут быть определены по известным вероятностям рекомбинации [1, 3].

Расчеты показали, что в бескислородной системе 50% CF₄ + 50% Ar основными источниками атомов F являются диссоциация CF₄ и CF₃ в процессах электронного удара по механизмам R1: CF₄ + e → CF₃ + F + e, R2: CF₄ + e → CF₃⁺ + F + e и R3: CF₃ + e → CF₂ + F + e. Суммарная скорость этих процессов составляет ~ 85 % от общей скорости образования атомов фтора. В то же время, эффект от диссоциации CF₂ (R4: CF₂ + e → CF + F + e) и CF (R5: CF + e → C + F + e) является пренебрежимо малым и не превышает 5 %. Причиной этого являются низкие концентрации CF₂ и CF ($n_{CF_2}/n_{CF_4} \sim 0.01$ и $n_{CF}/n_{CF_4} \sim 0.001$) из-за ступенчатого механизма их образования и высоких вероятностей гетерогенной гибели. Отметим также, что заметный (~ 10 %) вклад в образование атомов F вносит реакция R6: F₂ + e → 2F + e из-за высокой константы скорости данного процесса и условия $n_{F_2} > n_{CF_2}, n_{CF}$ (рис. 1). Последнее связано с эффективным образованием молекул F₂ в процессах гетерогенной рекомбинации атомов фтора. Соответственно, основным механизмом гибели F является гетерогенная рекомбинация в реакциях вида F + F → F₂ и F + CF_x → CF_{x+1}.

Увеличение доли кислорода в плазмообразующей смеси при $y_{CF_4} = \text{const}$ (то есть замещение аргона на кислород при постоянном содержании тетрафторметана) заметно снижает скорости процессов R1, R2 и R3 даже в условиях $y_{O_2} < 15\%$. Причиной данного явления служит одновременное уменьшение концентраций CF₄ и CF₃ ($2.8 \times 10^{13} - 1.4 \times 10^{13} \text{ см}^{-3}$ и $1.0 \times 10^{13} - 3.4 \times 10^{12} \text{ см}^{-3}$, соответственно, при 0–12 % O₂) (рис. 1(a)). Из анализа кинетики плазмохимических процессов следует, что снижение концентрации CF₃ обусловлено превращениями этих частиц в реакциях R7: CF₃ + O → CF₂O + F, R8: CF₃ + O(¹D) → CF₂O + F, R9: CFO + CF₃ → CF₄ + CO и R10: CFO + CF₃ → CF₂O + CF₂ с участием O, O(¹D) и CFO. Поведение концентрации CF₄ следует за CF₃ из-за того, что основными источниками молекул CF₄ в плазме являются реакции гетерогенной рекомбинации вида F + CF_x → CF_{x+1}. При переходе к смеси с высоким содержанием O₂ и выполнению условия $y_{O_2} > y_{CF_4}$ сохраняются все упомянутые тенденции скоростей реакций, а также появляются новые эффективные каналы образования атомов F. Во-первых, скорость диссоциации FO по механизму R11: FO + e → F + O + e достигает уровня R12: CFO + e → CO + F + e и R13: CF₂O + e → CFO + F + e, при этом суммарная скорость образования атомов фтора в этой группе процессов становится выше, чем в R1–R3. Высокая скорость образования и концентрация FO ($2.65 \times 10^{11} - 4.0 \times 10^{12} \text{ см}^{-3}$ для 12–50% O₂) обеспечиваются объемным процессом R14: F₂ + O(¹D) → FO + F, а также гетерогенной рекомбинацией атомов фтора и кислорода. И, во-вторых, скорости атомно-молекулярных процессов R14, R15: FO + O → F + O₂, R16: FO + O(¹D) → F + O₂, R17: 2FO → 2F + O₂ и R18: CFO + O → CO₂ + F также возрастают вместе с увеличением содержания O₂ в исходном газе и достигают уровня R11–R13. Отметим также, что увеличение содержания кислорода приводит к быстрому росту скорости R6 из-за аналогичного изменения концентрации молекул F₂. Такая ситуация обеспечивается эффективным образованием этих частиц как в объеме плазмы по механизму R19: CF₂O + O(¹D) → F₂ + CO₂, так и при гетерогенной рекомбинации атомов фтора. Совместное действие всех упомянутых факторов приводит к монотонному увеличению суммарной скорости образования и концентрации (рис. 1(a)) атомов фтора.

Замещение CF₄ на O₂ при $y_{Ar} = \text{const}$ сопровождается уменьшением количества CF₄ в подаваемом газе и, таким образом, приводит к гораздо более быстрому снижению скоростей R1–R3 и концентраций фторуглеродных радикалов (рис. 1(б)). Тем не менее, пока выполняется условие $y_{O_2} < y_{CF_4}$, кинетика атомов F имеет много общих черт с рассмотренной выше ситуацией. В частности, увеличение скорости образования и концентрации атомов F обеспечиваются быстро растущими скоростями процессов R11–R13, R15 и R16 с участием с участием FO, CFO и CF₂O. При одной и той же величине y_{O_2} , концентрации этих частиц заметно выше, чем в предыдущем случае из-за более высоких скоростей образования в объемных ре-

акциях R7, R8 и R14. Последние, в свою очередь, обеспечиваются более высокими концентрациями O и O(¹D), обусловленными 1) более высокими скоростями образования атомов кислорода в процессах электронного удара R20: $O_2 + e \rightarrow 2O + e$, R21: $O_2 + e \rightarrow O + O(^1D) + e$ и R22: $O + e \rightarrow O(^1D) + e$ из-за более высоких значений концентраций электронов; и 2) более низкими скоростями гибели атомов по механизмам R7, R8, R23: $CF_2 + O \rightarrow CFO + F$ и R24: $CF_2 + O(^1D) \rightarrow CFO + F$ из-за более низких концентраций радикалов CF_2 и CF_3 . Кроме этого, увеличение содержания кислорода до 15% приводит к быстрому росту скорости R6 из-за увеличения концентрации молекул F_2 . Все это приводит к увеличению концентрации атомов фтора в диапазоне $y_{O_2} < 15\%$ (рис. 1(б)). Переход к смесям с более высоким содержанием кислорода и выполнение условия $y_{O_2} > y_{CF_4}$ в корне меняет ситуацию из-за дефицита фторсодержащих частиц. Действительно, сильное снижение концентраций фторуглеродных радикалов CF_x ($x = 1-3$) начинает лимитировать образование CF_2O , CFO и FO по R7–R10, R23 и R24. По этой причине скорости процессов электронного удара R11–R13, приводящие к образованию атомов фтора, показывают максимумы при $\sim 25-30\%$ O_2 . Одновременно, быстрое расходование молекул F_2 по реакции R14 ограничивает скорость генерации атомов по R6. Все это приводит к снижению суммарной скорости образования атомов фтора в области $y_{O_2} > 15\%$, а также к немонотонной (с максимумом) зависимости концентрации атомов от начального состава смеси (рис. 1(б)). Отметим, что подобные зависимости неоднократно наблюдались ранее при экспериментальном исследовании и моделировании плазмы бинарных смесей CF_4+O_2 [4].

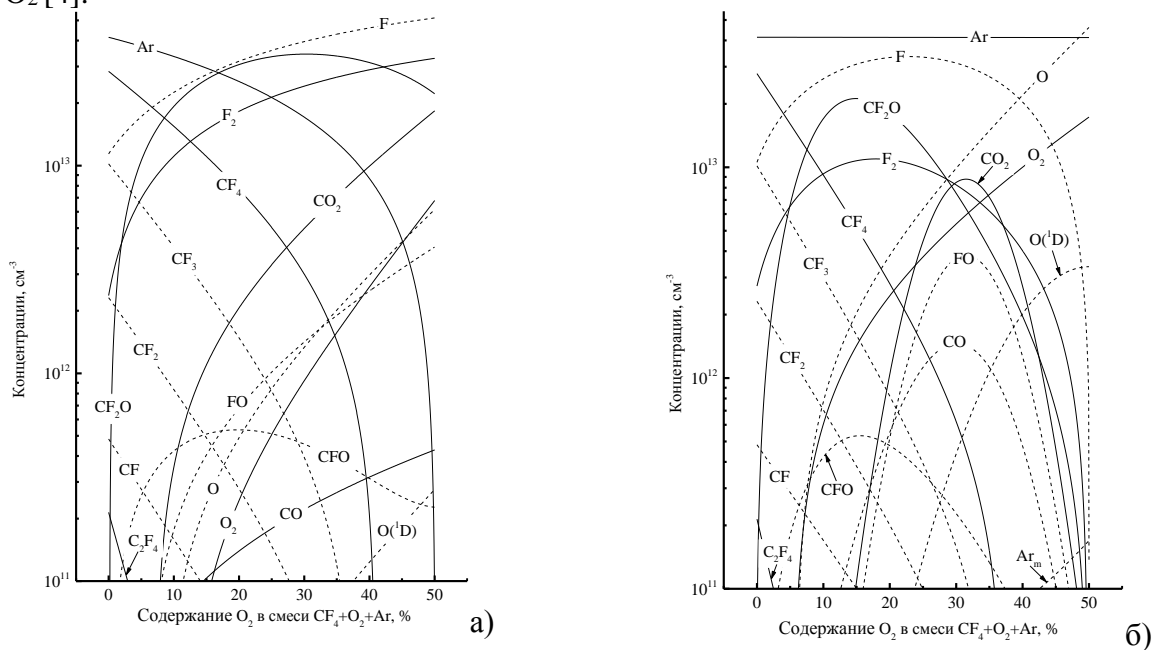


Рис. 1. Стационарные концентрации нейтральных частиц в плазме смеси CF_4+O_2+Ar при а) $y_{CF_4} = \text{const}$; и б) $y_{Ar} = \text{const}$.

На основании представленных данных, основные особенности кинетики активных частиц в исследованных системах могут быть обобщены в виде следующих положений:

1) Характерной чертой обеих систем является существенное влияние объемных процессов вида $CF_x + O \rightarrow CF_{x-1}O + F$ и $CF_x + O(^1D) \rightarrow CF_{x-1}O + F$ на кинетику и стационарные концентрации углеводородных радикалов и атомов фтора. Характер изменения скоростей этих процессов зависит от поведения концентраций реагирующих частиц и, таким образом, определяется условиями изменения начального состава плазмообразующей смеси.

2) Варьирование соотношения O_2/Ar при $y_{CF_4} = \text{const}$ в сторону увеличения содержания кислорода обеспечивает противоположные монотонные изменения концентраций CF_x и F , не характерные для бинарной смеси CF_4+O_2 . Очевидно, что такая система по сравнению как с CF_4+O_2 , так и с CF_4+O_2+Ar при $y_{Ar} = \text{const}$ характеризуется меньшей полимеризацион-

ной нагрузкой на контактирующие с плазмой поверхности и обеспечивает более высокие скорости травления за счет более высоких концентраций атомов фтора.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 19-07-00804А.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Chun I., Efremov A., Yeom G. Y., K.-H. Kwon.* A comparative study of $CF_4/O_2/Ar$ and $C_4F_8/O_2/Ar$ plasmas for dry etching applications // *Thin Solid Films*. 2015. V. 579. P.136-145.
2. *Lieberman M. A., Lichtenberg A. J.* Principles of plasma discharges and materials processing. John Wiley & Sons Inc., New York, 1994. 757 p.
3. *Lim N., Efremov A., Yeom G. Y., Kwon K.-H.* On the etching characteristics and mechanisms of HfO_2 thin films in $CF_4/O_2/Ar$ and $CHF_3/O_2/Ar$ Plasma for Nano-Devices // *J. Nanosci. Nanotechnol.* 2014. V. 14. № 12. P. 9670-9679.
4. *Roosmalen A. J., Baggerman J. A. G., Brader S. J. H.* Dry etching for VLSI. Plenum Press, New-York, 1991. 490 p.
5. *Rossmagel S. M., Cuomo J.J., Westwood W.D.* (Eds.). Handbook of plasma processing technology. Noyes Publications, Park Ridge, 1990. 338 p.
6. *Wolf S., Tauber R. N.* Silicon Processing for the VLSI Era. Volume 1. Process Technology. Lattice Press, New York, 2000. 416 p.
7. *Ефремов А. М., Мурын Д. Б., Кwon К.-Н.* Параметры плазмы и кинетика активных частиц в смесях CF_4 (CHF_3) + Ar переменного начального состава // *Микроэлектроника*. 2018. Т. 47. № 6. С. 414-423.

УДК 544.558

Т. Г. Шикова, С. А. Смирнов, А. А. Овцын

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПОЛИКАРБОНАТА ПРИ БОЛЬШОЙ ЗАГРУЗКЕ РЕАКТОРА

Аннотация: Исследована кинетика травления и равномерность обработки пленки поликарбоната большой площади вдоль координаты по направлению потока газа. Измерены скорость убыли массы, состав поверхностного слоя, морфология поверхности и смачиваемость полимера после обработки в положительном столбе тлеющего разряда в кислороде. Показано, что для участков полимера, расположенных выше по потоку газа, наблюдается более высокая скорость деструкции и большая шероховатость поверхности. Отмечено, что состав и смачиваемость поверхностного слоя полимера в результате воздействия плазмы изменяются также неравномерно вдоль координаты по направлению потока газа.

Ключевые слова: поликарбонат, плазма кислорода, загрузка реактора, плазмохимическое травление, модифицирование, шероховатость, краевой угол смачивания

T. G. Shikova, S. A. Smirnov, A. A. Ovtsyn

THE NON-UNIFORMITY OF THE PLASMOCHEMICAL MODIFICATION OF POLYCARBONATE DURING LARGE LOADING OF THE REACTOR

Abstract: The etching kinetics and processing uniformity for the large-area polycarbonate film along the axis of gas flow direction were investigated. The rates of mass loss, the composition of the surface layer, the morphology of the surface and the wettability of the polymer after treatment in the positive column of a glow discharge in oxygen were measured. It was shown that polymer sites located upstream of the gas flow are characterized by higher values of both destruction rate and surface roughness. It was noted also that the composition and the wettability of polymer surface layer exhibit the non-uniform change along the axis of gas flow direction.

Keywords: polycarbonate, oxygen plasma, loading effect, plasma etching, modification, roughness, wetting angle

Тлеющий разряд пониженного давления широко используется для травления и модифицирования свойств поверхности полимерных пленок и тканей из синтетических и натуральных волокон. Структурно-химические превращения в тонком поверхностном слое полимера, вызванные действием активных частиц плазмы, ведут к изменениям физико-механических, оптических и других свойств полимера. Прикладные эффекты плазмохимической обработки (рост смачиваемости поверхности, улучшение адгезионных свойств, придание биосовместимости изделиям из синтетических полимеров, изменение селективности и транспортных характеристик мембран) являются следствием комплекса структурно-химических изменений, вызванных реакциями активных частиц с макромолекулами [1]. При плазмохимическом травлении полимерных материалов возникает эффект загрузки - уменьшение удельной скорости травления материала с увеличением его количества в плазмохимическом реакторе. Эффект загрузки связан с выделением газообразных продуктов гетерогенных реакций и изменением граничных условий для активных частиц плазмы [2]. В результате меняются физические параметры плазмы, скорости генерации частиц и, как следствие, скорости и результат целевого процесса [3]. Особенности проявления этого эффекта определяются многими факторами, в том числе составом плазмообразующего газа [4], исходным химическим составом и структурой полимера [5]. Естественно, ожидать, что изменение состава газовой фазы в результате выделения продуктов деструкции будет влиять на кинетику и результаты модифицирования, будет наблюдаться неравномерность результатов обработки полимера.

Целью данной работы было исследование равномерности результатов модифицирования образцов поликарбоната большой площади при воздействии плазмы кислорода.

Образцы пленки поликарбоната (ПК) марки Lexan 8010 толщиной 250 мкм размещали по образующей на термостатируемой стенке цилиндрического стеклянного реактора диаметром 3 см в зоне положительного столба разряда в кислороде (рис. 1). Эксперимент проводили при давлении газа 100 Па, токе разряда 80 мА, время обработки составляло 300 с. Для обеспечения большой загрузки реактора использовали три образца шириной 3 см каждый, расположенные друг относительно друга на расстоянии 6 см. Суммарная площадь обрабатываемого полимера составляла 83,6 см², что соответствовало степени загрузки реактора 26,1%. Первым по направлению движения потока плазмообразующего газа располагался образец №1, затем №2 и последним №3.

Убыль массы образцов определяли периодическим взвешиванием на аналитических весах марки WA-34. Топографию поверхности ПК исследовали методом атомно-силовой микроскопии с использованием электронного микроскопа типа "Solver 47 Pro". Химический состав поверхностного слоя определяли методом Фурье-ИК-спектроскопии НПВО. Использовали спектрофотометр фирмы "Nicolet" типа "Avatar-360". Элементом НПВО служил кристалл селенида цинка, угол падения луча 42°, с однократным отражением, применяли режим накопления сигнала по результатам 32 сканирований, разрешение составляло 2 см⁻¹.

Измерения скорости деструкции и поверхностных свойств каждого из образцов позволяли судить о равномерности обработки образца большой площади вдоль координаты по направлению потока газа.

Краевые углы смачивания дистиллированной водой определяли с помощью программы ImageJ по изображению капли, регистрируемому web-камерой.

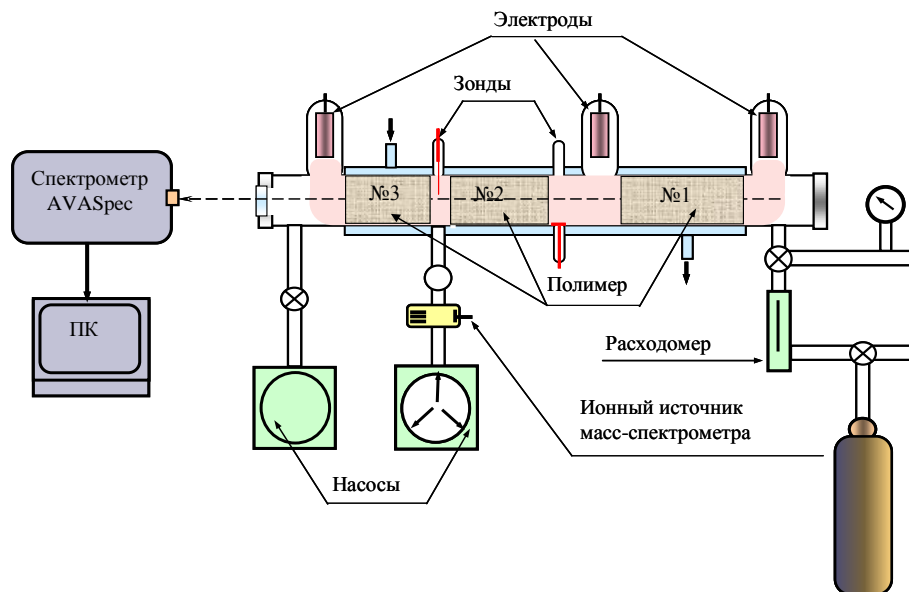


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Измерения скорости убыли массы образцов показали, что во всех экспериментах, выполненных при разной температуре полимера, максимальная скорость травления наблюдалась у образца №1, расположенного первым по потоку газа (рис.2). У образцов, расположенных ниже по потоку газа скорости деструкции меньше.

При обработке полимера при температуре 322 К, самой низкой из представленных на графике, минимальная скорость травления отмечается у образца №2, расположенного в центре, крайние образцы имеют более высокие скорости деструкции. Такое распределение возможно, если скорость образования активных частиц плазмы постоянна над всеми образцами, а перенос частиц обусловлен не потоком газа, а диффузией. Диффузионный перенос обеспечивает более высокую концентрацию окислителя у крайних образцов, что приводит к более высокой скорости их деструкции по сравнению с образцом, расположенным в центре.

С ростом температуры полимера разница в скоростях убыли массы между 2 и 3 образцом уменьшается, и в случае максимальной температуры образца 389 К более низкие скорости деструкции отмечаются у образца №3. Такое распределение скоростей травления поликарбоната диффузионный перенос окислителя не объясняет.

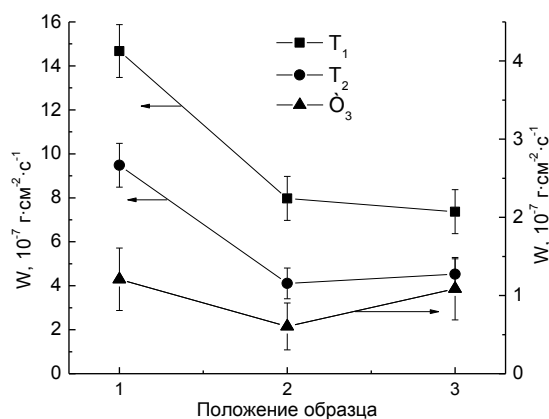


Рис. 2. Распределение скорости убыли массы образцов вдоль координаты по направлению потока газа. Температура образца: $T_1=389 \text{ К}$, $T_2=357 \text{ К}$, $T_3=322 \text{ К}$. 1, 2, 3 – номера образцов, соответствующие их положению по направлению потока газа

Деструкция поликарбоната при воздействии плазмы кислорода сопровождается образованием летучих продуктов, таких как молекулы CO, CO₂, H₂O и H₂ [4]. Это приводит к изменению состава плазмообразующего газа, что влияет на электрофизические параметры плазмы и, следовательно, на скорости образования активных частиц, реагирующих с полимером [3]. Можно предположить, что образование газообразных продуктов при травлении участков полимера, расположенных первыми по потоку газа, через влияние на свойства плазмы, в итоге, приводит к различию в скоростях образования активных частиц над другими частями полимера, расположенными ниже по потоку. Это, в свою очередь, является причиной неравномерности скорости травления полимера по координате в направлении потока газа.

Вероятно, оба фактора, и диффузионный перенос окислителя, и влияние газообразных продуктов деструкции полимера, оказывают влияние на результат воздействия плазмы на поверхность образцов большой площади. При низкой температуре полимера, когда скорости травления и образования летучих продуктов невысоки, доминирует первый фактор. При увеличении температуры образца растет скорость его деструкции, в газовой фазе увеличивается доля газообразных продуктов плазмолиза поликарбоната и растет степень влияния этих продуктов на процессы, происходящие в плазме. В этих условиях основную роль играет второй фактор.

Обработка пленок поликарбоната в кислородсодержащей плазме приводит к изменению состава поверхностного слоя. Исследование образцов методом ИК спектроскопии НПВО показало, что в результате обработки в плазме наибольшие изменения происходят в области валентных колебаний связи O–H (3200 – 3500 см⁻¹) и валентных колебаний связи C=O в различных группировках (1625 – 1860 см⁻¹). На рис.3 приведены результаты измерений оптических плотностей на отдельных волновых числах из указанных выше областей спектра, отнесенные к оптической плотности на волновом числе 1500 см⁻¹, соответствующем максимуму полосы поглощения колебаний связи C – C в ароматическом кольце, и приведенные к необработанному образцу. Обработка полимера проводилась при температуре 307±5 К.

Эксперимент показал, что по отношению к исходному образцу, воздействие плазмы приводит к незначительному уменьшению оптической плотности в максимуме полосы поглощения связи C=O в карбонатном мостике (1770 см⁻¹) и увеличению поглощения, обусловленного колебаниями связи O–H (3220 см⁻¹), колебаниями связи C=O в кетонах или альдегидах (1695 см⁻¹), в оксиарилкетонах или хинонах (1650 см⁻¹) [6]. Состав поверхностного слоя, как и отмеченная выше скорость убыли массы полимера, зависит от расположения образца в реакторе. У образцов, расположенных в центре (образец №2), наблюдается более высокая концентрация кислородсодержащих функциональных групп.

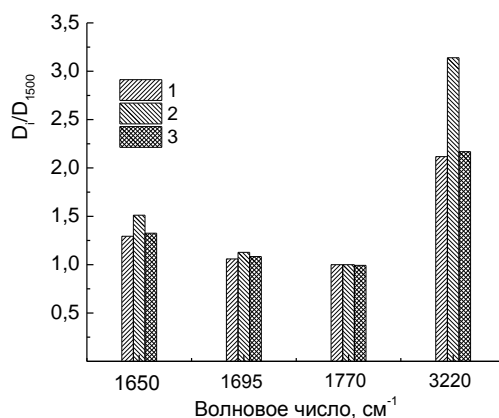


Рис. 3. Распределение концентрации кислородсодержащих функциональных групп по образцам вдоль координаты по направлению потока газа. Температура образца 307±5 К.
1, 2, 3 – номера образцов, соответствующие их положению по направлению потока газа.

Так как эксперимент по исследованию состава поверхности проводили для полимера, обработанного при невысокой температуре, можно ожидать, что основной причиной наблюдаемой неравномерности в распределении функциональных групп является диффузионный перенос окислителя. Если предположить, что образование кислородсодержащих групп и их разрушение происходит при участии одних и тех же активных факторов плазмы, то более высокий поток активных частиц на поверхность полимера для крайних образцов приведет не только к увеличению скорости образования этих групп, но и к росту скорости их разрушения. В результате в центре образца, где скорости деструкции ниже, наблюдается более высокая концентрация функциональных групп.

Плазмоокислительная деструкция полимера сопровождается изменением топологии его поверхности. Травление в плазме приводит к росту шероховатости образца (рис. 4). При большой загрузке реактора также наблюдается неравномерность эффекта. Максимальная высота вертикальных элементов рельефа отмечается у образца, расположенного первым по потоку газа (№1), минимальная у центрального образца (№2) (рис.5). Полученные результаты коррелируют с результатами измерений скорости убыли массы, так как рост шероховатости происходит в результате травления поверхности.

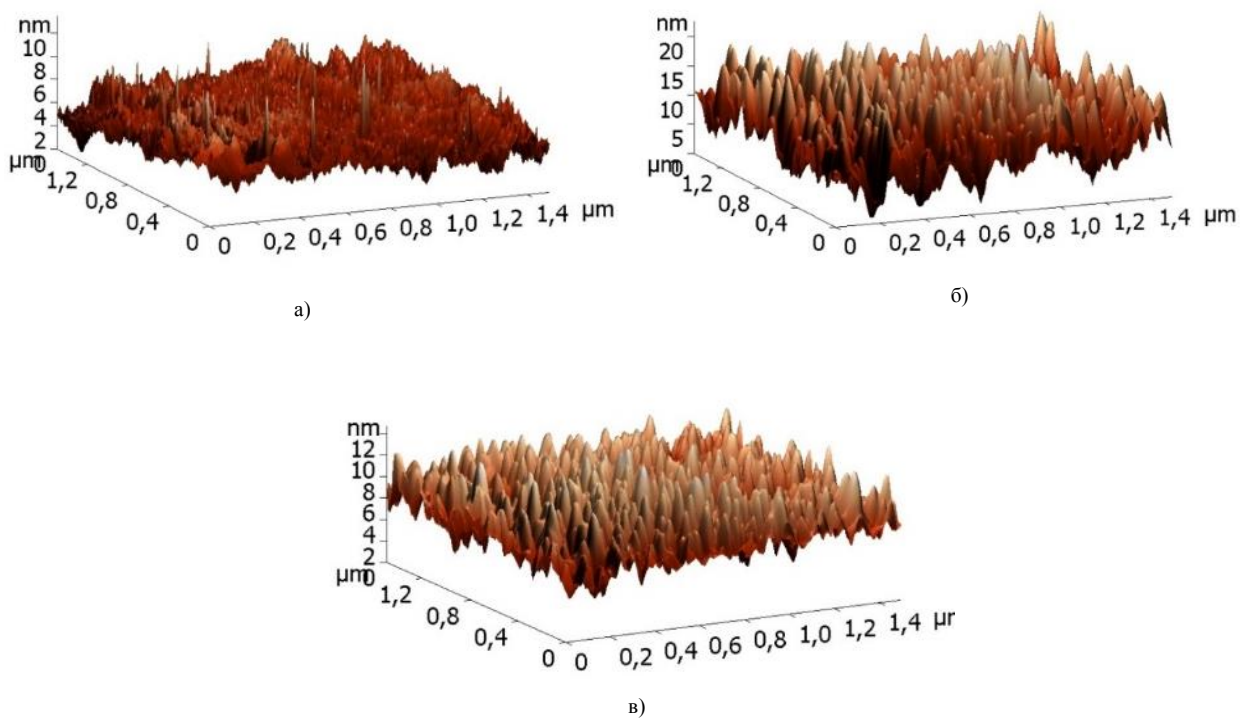


Рис. 4. АСМ изображения пленок поликарбоната
а) – исходный образец; б) – обработанный в плазме образец №1;
в) – обработанный в плазме образец №3.

Изменение химического состава и топологии поверхности пленки поликарбоната в результате воздействия плазмы приводит к росту гидрофильности полимера. Краевой угол смачивания водой для исходного полимера составляет $65 \pm 1^\circ$. После обработки в плазме полимера при загрузке реактора 26,1 % усредненное по поверхности образца значение краевого угла смачивания составляло $30 \pm 1^\circ$. Контактный угол изменяется от $34 \pm 1^\circ$ на участках полимера, расположенных первыми по потоку газа, до $29 \pm 1^\circ$ - в центре образца и $28 \pm 1^\circ$ - на участках пленки ниже по потоку газа.

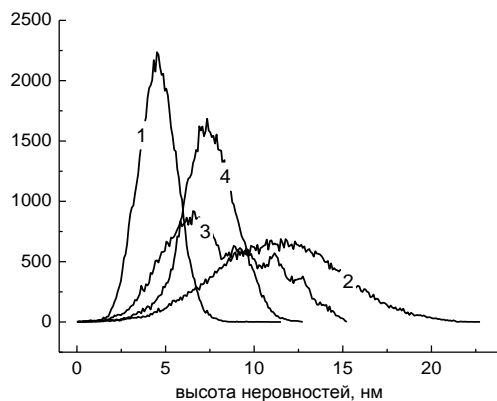


Рис. 5. Гистограммы распределения вертикальных элементов рельефа пленки поликарбоната до и после обработки в плазме. 1 - исходный образец, 2 - образец №1, 3 - образец №2, 4 - образец №3. Размер участка сканирования – 1,5 мкм

Таким образом, эксперименты по плазмохимическому модифицированию пленки поликарбоната при различной площади обрабатываемого материала показали, что скорости убыли массы, концентрации функциональных групп и морфология поверхности полимера имеют характерную неоднородность обработки при высокой степени загрузки реактора полимером, которая проявляется в зависимости ряда характеристик поверхности от координаты, направленной вдоль потока газа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кутепов А.М., Захаров А.Г., Максимов А.И. Вакуумно-плазменное и плазменно-растворное модифицирование полимерных материалов. М.: Наука, 2004. 496 с.
2. Максимов А.И., Рыбкин В.В., Кувалдина Е.В. // Химия высоких энергий. 1995. Т. 29. № 1. С. 60.
3. Смирнов С.А., Титов В.А., Рыбкин В.В. // Химия и химическая технология. 2012. Т. 55. № 4. С. 12 – 20.
4. Титов В.А., Смирнов С.А., Рыбкин В.В. // Химия высоких энергий. 2009. Т. 43. № 3. С. 218 – 226.
5. Титов В.А., Кувалдина Е.В., Смирнов С.А., Иванов А.Н., Рыбкин В.В. // Химия высоких энергий. 2002. Т. 36. № 2. С. 148 – 152.
6. Р. Збинден Инфракрасная спектроскопия высокополимеров, М.: Мир, 1966. 356 с.

РАЗДЕЛ 2.
БИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ И ЧЕЛОВЕК

УДК 621

С. А. Банных, И. Г. Огнев, И. И. Огнев

ФГАОУ ВО Уральский федеральный университет им. первого Президента России
Б.Н. Ельцина

**К ВОПРОСУ БЕЗОПАСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ОСНАСТКИ В ПРОЦЕССЕ ТЕХНИЧЕСКОГО
ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ**

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы безопасности использования вспомогательного оборудования и специальной оснастки. В процессе технического обслуживания, разборки, сборки, ремонта вооружения и военной техники активно используется вспомогательное оборудование и специальная оснастка. Вопросы безопасного использования рассмотрены на примере стенов для разборки и сборки автомобильных двигателей и агрегатов.

Ключевые слова: безопасность, вспомогательное оборудование, техническое обслуживание, ремонт, двигатель, стенд для разборки и сборки, модернизация, диагностика.

S. A. Bannykh, I. G. Ognev, I. I. Ognev

**TO THE QUESTION OF SAFE USE OF ACCESSORIES AND SPECIAL EQUIPMENT
IN THE PROCESS OF TECHNICAL MAINTENANCE AND REPAIR OF WEAPONS
AND MILITARY EQUIPMENT**

Abstract: The article deals with the safety of the use of auxiliary equipment and special equipment. In the process of maintenance, disassembly, Assembly, repair of weapons and military equipment, auxiliary equipment and special equipment are actively used. The questions of safe use are considered on the example of stands for disassembly and Assembly of automobile engines and units.

Keywords: safety, auxiliary equipment, maintenance, repair, engine, stand for disassembly and Assembly, modernization, diagnostics.

Автомобильный транспорт является источником повышенной опасности. В последнее десятилетие особо актуальна проблема повышения безопасности эксплуатации вооружения и военной техники. Предпосылками является рост автомобильного парка в целом. С ростом автомобильного парка, образцов вооружения и военной техники возрастает и интенсивность его эксплуатации. Штат сотрудников, чья деятельность непосредственно связана с эксплуатацией автомобилей, растет с каждым годом. Рост энерговооруженности труда сопровождается интеграцией новых технологии в процессы технического обслуживания и ремонта образцов вооружения и военной техники. В связи с вышеизложенным возникает потребность в разработке системы управления, которая направлена на снижение и предупреждение как вредных производственных факторов, так и внештатных ситуаций в целом. [1].

Трудовой кодекс Российской Федерации и Федеральный закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации» регламентируют порядок взаимодействия между работодателем и работником. Правильная организация труда обеспечивает сохранение жизни и здоровья рабочего [1].

В источнике [1] рассмотрены основные направления государственной политики в области охраны труда:

1. приоритетность сохранения жизни и здоровья рабочего на предприятии;
2. государственное регулирование в области охраны труда на предприятии;
3. осуществление контроля соблюдения установленных требований на предприятии;
4. поддержание общественного контроля соблюдения интересов работника предприятия;
5. проведение мероприятий по расследованию несчастных случаев, а так же профессиональных заболеваний;
6. обеспечение защиты работника в случае наступления несчастного случая (в том числе членов его семьи);
7. назначении дополнительной выплаты за тяжелую работу (работа связанная с вредными или опасными условиями труда);
8. осуществление взаимодействия в области организации процесса охраны труда окружающей среды;
9. внедрение в систему опыта других стран по улучшению работы системы защиты трудовых условий предприятия;
10. финансирование государством мероприятий по улучшению охраны труда на предприятии;
11. формирование отчетности и накопление статистики по уровню условий труда, а так же профессиональных заболеваниях, травмах;
12. поддержание работоспособности системы информирования о охране труда на предприятии;
13. обеспечение международного сотрудничества в области охраны труда на предприятии;
14. осуществление мероприятий по введению специальных налоговых режимов, развивающих и повышающих улучшения безопасных трудовых условий на предприятии;
15. процесс разработки и интеграция системы безопасности в технику и новые технологии;
16. создание и реализация организаций по производству средств индивидуальной и коллективной защиты сотрудников предприятия;
17. формирование регламента по своевременному снабжению персонала средствами индивидуальной и коллективной защиты;
18. обеспечение наличия санитарно-бытовых помещениями на предприятии.

Под техникой безопасности понимается система организационных и технических мероприятий и средств, которые предотвращают воздействие на рабочих опасных производственных факторов.

В свою очередь производственная безопасность определяет свойство средств и условий производства сохранять соответствие требованиям безопасности труда, установленной нормативно – технической документацией.

Условия труда являются безопасными тогда, когда воздействующие на работников вредные или опасные производственные факторы (уровни воздействия) не превышают установленные нормативы.

Важно отметить, что в процессе технического обслуживания и ремонта образцов вооружения и военной техники работники должны использовать средства индивидуальной и коллективной защиты – технические средства, используемые для предотвращения или ослабления воздействия вредны и опасных факторов, а также защиты от загрязнения.

Для обеспечения качественного и эффективного технического обслуживания и ремонта автомобилей, вооружения и военной техники используют вспомогательное оборудование и специальную оснастку.

Под вспомогательным оборудованием понимают краны, тельферы, тележки, конвейеры, укладчики, кантователи, оборудование для консервации и упаковки. Под специальной оснасткой понимают специальные приспособления, специальное оборудование, которые обеспечивают условия для производства строительных работ, конкретных видов продукции, специфических технологических операций. К ним относят штампы, стапели, деревянную и металлическую опалубку.

В качестве примера вспомогательного оборудования, специальной оснастки для проведения технического обслуживания и ремонта вооружения и военной техники можно привести стенды для разборки и сборки автомобильных двигателей и агрегатов.

Стенды для разборки и сборки автомобильных двигателей и агрегатов – вспомогательное оборудование для проведения технического обслуживания и ремонта автомобильных двигателей и агрегатов. Стенды позволяют производить диагностику, разборку, сборку, ремонт, вывешивание, перемещение, вращение в пространстве автомобильных двигателей и агрегатов.

Использование стендов в значительной мере расширяет возможности ремонтного предприятия и снижает трудоемкость процесса технического обслуживания, но и является потенциально опасным источником. Для предотвращения травматизма рабочего персонала необходимо выполнять требования по технике безопасности.

Стенд для разборки и сборки автомобильных двигателей и агрегатов состоит из следующих элементов [2]:

1. рама стенда;
2. редуктор;
3. рукоятка;
4. шпиндель;
5. кронштейн;
6. адаптеры креплений;
7. опора.

Принцип работы заключается в следующем [2]:

1. закрепление адаптеров на двигатель или агрегат;
2. крепление адаптеров к кронштейну, который установлен на шпинделе;
3. поворот двигателя осуществляется путем вращения рукоятки;
4. выбор оптимального положения двигателя достигается из-за наличия в конструкции самотормозящегося червячного редуктора.

Мероприятия по подготовке стенда к работе включают [2]:

1. установку стенда на ремонтном участке;
2. удаление упаковочных материалов и расконсервацию;
3. установка стенда на ровный участок пола, осуществление операций по регулировке опор по высоте.

Учитывая сложность технологического процесса по проведению ремонта автомобильных двигателей и агрегатов образцов вооружения и военной техники необходимо: осуществлять особый контроль за операциями ТО и Р, осуществлять качественное обеспечение рабочих мест оборудованием и специальной оснасткой, своевременно поставлять расходные материалы и создавать операционные заделы. Халатное отношение в организации сборочно-разборочных работ ведет к нарушениям технологического процесса, повышению травматизма, увеличению трудовых затрат, а так же появлению различных повреждений деталей – трещины и забоины рабочих поверхностей, срыв резьбы [2].

В основе системы охраны труда заложено выполнение базовых функций управления [1]:

1. разработка и согласование работ;
2. контроль и согласование поставленных задач;
3. проведение контрольных мероприятий по оценке знаний рабочего персонала;

4. работы по сертификации работ;
5. премирование в случаях повышения эффективности работы;
6. введение системы штрафов и наказаний в случае нарушения разработанных требований;
7. проверка уровня и эффективности состоянием системы;
8. проработка положений о подразделениях системы;
9. регистрация и анализ уровня состояния охраны труда предприятия.

На основании вышеизложенного можно сформировать указания по мерам безопасности при использовании стендов для разборки и сборки автомобильных двигателей и агрегатов:

1. Запрещается нахождение людей в зоне стенда при вращении двигателя и агрегатов, кроме оператора;
2. Перед каждым использованием стенда необходимо осуществлять контроль целостности и фиксацию адаптеров и болтов;
3. Допуск к работе на стенде осуществляется лицами, изучившими руководство по эксплуатации, устройством стенда, особенностями его эксплуатации и сдавшим зачетное мероприятие;
4. Допуск к работе на стенде осуществляется лицами прошедшими инструктаж по технике безопасности;
5. Убедиться в отсутствии выступающих частей двигателя, которые могут задевать за раму стенда;
6. Запрещается установка на стенд двигателей и агрегатов, превышающих максимально допустимую нагрузку;
7. Стенд не должен быть использован людьми с физическими ограничениями, заторможенной реакцией или умственными нарушениями;
8. Своевременно производить техническое обслуживание стенда;
9. Не допускается внесение изменений в конструкцию стенда, осуществление самостоятельного ремонта конструкций стенда;
10. В случае повреждения конструкции и составных частей стенда необходимо незамедлительно прекратить работу, обратиться в авторизованный сервисный центр предприятия-изготовителя.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что использование вспомогательного оборудования и специальной оснастки в процессе технического обслуживания и ремонта вооружения и военной техники связано с риском получения различных травм. Использование разборочно-сборочных стендов комплексно снижает риски не только получения травм рабочими в процессе эксплуатации, но и позволяет предупредить получение механических повреждений автомобильных двигателей и агрегатов. При соблюдении указаний по мерам безопасности возможна эффективная и длительная работа оборудования и минимизация рисков получения травм. Оснащение производственных предприятий, военных частей стендами для разборки и сборки двигателей и агрегатов позволит сократить время и трудозатраты на проведения мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту, увеличить показатели эффективности труда.

В качестве перспектив дальнейших научных разработок в данном направлении можно выделить разработку автоматизированного комплекса на базе стенда для разборки и сборки автомобильных двигателей и агрегатов.

Автоматизированный комплекс включает в себя:

1. набор программ для разборки типовых двигателей и агрегатов в автоматическом режиме;
2. осуществление диагностики двигателей и агрегатов;
3. формирование отчета о техническом состоянии поступившего двигателя или агрегата,
4. расчет времени и трудоемкости работ по восстановлению двигателей и агрегатов;

5. подбор необходимого оборудования и оснастки для проведения работ по восстановлению двигателей и агрегатов;
6. формировании ориентировочной цены на осуществление работ по восстановлению двигателей и агрегатов;
7. рекомендации о целесообразности работ по восстановлению двигателей и агрегатов;
8. формирование списка возможных способов по восстановлению двигателей и агрегатов;
9. накопление статистических данных о уже произведенных ремонтах с целью повышения точности рекомендаций по восстановлению двигателей и агрегатов;
10. унификация и интеграция с мобильным интерфейсом с целью получения данных о загрузке предприятия и проводимых работах в режиме реального времени.

Работа автоматизированного комплекса должна базироваться на системе применения искусственных нейронных сетей. Данные сети могут накапливать и обрабатывать данные в автоматическом режиме, выдавать верные прогнозы и принимать решения с большой долей вероятности. В совокупности, чем больше таких установок будет использовано на различных предприятиях, тем более точными будут прогнозы о состоянии ремонтируемых двигателей и агрегатов. Автоматизация процесса установки, диагностики и ремонта двигателей и агрегатов снизят производственный травматизм, а так же при массовом использовании снизят итоговую стоимость работ по проведению мероприятий по технического обслуживания и ремонту автомобилей, вооружения и военной техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кланица, В.С.* Охрана труда на автомобильном транспорте: учеб. пособие для нач. проф. образования / В. С. Кланица. – 6-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 176 с.
2. *Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация: Материалы международной научно-практической конференции.* – Санкт-Петербург: СПбФ НИЦ МС, 2019. – №2. – 158 с.

УДК 55.551

Г. М. Ахмадиев

ФГБОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» Набережночелнинский институт (филиал)

ЭКОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЕСТЕСТВЕННОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

Аннотация: Целью настоящей работы является выявление экологических и биологических особенностей естественной резистентности живых организмов в среде их обитания. Эволюция биосферы и увеличение техносферной среды урбанизированных территорий является основой проведения оценки, прогнозирования естественной резистентности живых организмов.

Ключевые слова: экология, биология, оценка, прогнозирование, естественная резистентность, здоровье, живые организмы, окружающая среда, кровь.

G. M. Akhmadiev

ECOBIOLOGICAL ASPECTS OF THE ESTIMATION OF NATURAL RESISTANCE OF LIVING ORGANISMS

Abstract: This paper is the identification of environmental and biological factors of the natural resistance of living organisms in their environment. The evolution of the biosphere and the increase in the number of the technospheric environment. The urbanized zones are the result of assessments, predictions of the natural resistance of living organisms

Keywords: ecology, biology, assessment, prediction, natural resistance, health, living organisms, environment, blood.

В ходе исторического развития, особенно в период цивилизации мирового сообщества и эволюции окружающей среды и живых организмов, произошли глубокие структурно-функциональные изменения биосферы на почве напряженной антропогенной деятельности, и все действующие неблагоприятные факторы привели к ухудшению состояния среды обитания животных, птиц и человека. Причиной, ухудшения состояния биосферы обитания живых организмов, в том числе человека, являются приобретенные неблагоприятные экологические и техносферные факторы среды обитания живых организмов. Формирование урбанизированной среды, происходит в результате чрезмерной антропогенной нагрузки и плановой производственной деятельности, отрицательно влияющие на окружающую среду. Неблагоприятные измененные факторы и условия в биосфере и техносферной среде не соответствует особенностям живых организмов, Проявление чаще всего происходит в форме природного, или техногенного характера и чаще носит экологическое происхождение, не свойственные к приобретенным комфортным условиям существования человека.

В настоящее время проявление чрезвычайных ситуации происходит в техносферных условиях окружающей среды, вследствие не правильно продуманной хозяйственной деятельности и бурного развития промышленности, энергетики, транспорта, городского жилого и агропромышленного комплекса, химизации и не правильного ведения технологии растениеводства и животноводства в сельском хозяйстве. Установлено, что возрастает не подлежащее к управлению урбанизированные территории регионов России с различными видами отраслей народного хозяйства: нефтегазовой, тяжелой, легкой, текстильной и пищевой промышленности, агропромышленного комплекса и появлением различных видов технологического обслуживания отраслей народного хозяйства. Ни для кого, ни секрет все еще усиливается, продолжается и расширяется техносферизация среды обитания человека, с механизацией, автоматизацией и с привлечением роботов в различные отрасли агропромышленного комплекса. В основном все это происходит в сельских районах, экономически выгодных сельскохозяйственных территориях, в основном без привлечения на работу основной трудоспособной массы сельского населения.

В настоящее время в агрофирмах и в компаниях агропромышленного комплекса регионов России, часто сельскохозяйственные работы ведутся с привлечением многочисленных крупногабаритных, чрезмерно тяжелых сельскохозяйственных машин. Все это происходит на огромных сельскохозяйственных полях, которые приводят к нарушениям почвенных структур земельных ресурсов, особенно с применением интенсивной технологии выращивания продуктов растениеводства и животноводства, без учета экологического состояния почвы, и охраны окружающей среды, ресурсов литосферы и особенностей структуры почвы и обитателей, живых организмов, и природоохранных проблем. В агропромышленном комплексе часто наблюдается нарушение агротехники на сельскохозяйственных угодьях и сроки уборки сельскохозяйственных культур. Запоздалая уборка сельскохозяйственных культур по сезону, происходящая в конце октября и в начале ноября отражается на состоянии почвы сельскохозяйственных угодий. В это время многие живые организмы - обитатели почвы, включая беспозвоночных и позвоночных животных, многие виды находятся в состоянии зимней спячки, вследствие чего нарушается биоценоз и биогеоценоз на огромных сельскохозяйственных территориях регионов России.

Кроме всего, в регионах Российской Федерации ни мало заброшенных загрязненных сельскохозяйственных территорий мусором и с отходами различного происхождения. Химическая промышленность, постоянно создает технологию получения химических средств, защиты растений и животных, все новые пестициды, химические и биологические стимуляторы для применения в агропромышленном комплексе регионов России. Все они шире применяются на агрофирмах и сельскохозяйственных компаниях агропромышленного комплекса регионов и нашей страны и часто наносят экономический и экологический ущерб из-за не правильного применения. Все это происходит на почве не квалифицированного применения химических и биологических средств по борьбе с вредителями растений и животных, без контроля норм и учета. Ни всегда соблюдаются работниками агропромышленного комплекса РФ инструкции и наставлений по применению химических средств защиты, пестицидов, химических и биологических, гормональных препаратов и стимуляторов. По причине халатности происходит загрязнения почвы, интоксикация растений, беспозвоночных и позвоночных животных и появляется вероятность перехода вредных и опасных загрязняющих веществ, в продукты растениеводства, животноводства и птицеводства. Поэтому вредные химические и биологические вещества могут оставаться в отходах жизнедеятельности животных и птиц и далее они в процессе хранения могут приобретать опасные свойства в почвенной среде и для ее обитателей, за счет продолжительного присутствия в почве и ни всегда активной способности их переработки с почвенными микроорганизмами. Для сельскохозяйственных угодий и полей агропромышленного комплекса, ни меньшую опасность представляет для плодородной почвы и иловые осадки очистных сооружений. В составе иловых осадков очистных сооружений содержатся вредные и опасные ксенобиотики (контаминанты) различного происхождения. Чужеродные вещества химического и биологического происхождения иловых осадков очистных сооружений переходят в почву, растения и в организм домашних, сельскохозяйственных, диких животных и птиц и возможен переход людям населяющих регионы РФ.

В настоящее время в результате значительно ухудшившейся экологической обстановки окружающей среды территорий регионов РФ и среды обитания живых организмов появляются неизвестные по происхождению вредные и опасные вещества в составе промышленных выбросов и отходов различного происхождения. Они могут быть химического, биологического и техногенного происхождения, и далее поступают в сельскохозяйственные поля, засеянные зерновыми культурами, продуктивные животные и птицы [1]. При этом встречаются контаминанты, имеющие химическую и биологическую структуру, которые могут быть в виде поллютантов, аллергенов, экотоксикантов и токсигенов и вместе с сырьем растительного и животного происхождения, кормами и продуктами, водой и воздухом могут попасть в организм млекопитающих, включая организм животных, птиц и человека. В результате присутствующие вредные и опасные факторы внешней среды переходят в пищевую цепь, и экологические системы разной концентрации поражают наиболее чувствительные системы органов и тканей, в том числе иммунную, эндокринную, нервную и лимфоидную систем. Все это может охватить большое количество различных видов животных и птиц, которые находятся на различных физиологических состояниях и все эти накопленные отрицательные факторы урбанизированных территорий легко способствуют к снижению показателей жизнеспособности и увеличению заболеваемости и гибели живых организмов от внешних причин [2,3].

Обращает на себя внимание огромные территории Российской Федерации, которые оказались в экологическом отношении не комфортными и урбанизированными, в непригодном состоянии для жизнедеятельности многих видов беспозвоночных и позвоночных живых организмов. При этом особенно на себе обращает внимание остаточное количество пестицидов и гербицидов, представляющих реальная опасность для живых организмов. Они были обнаружены в 20 % пробах, взятых для исследования почвы из 198 тысяч га сельскохозяйственных угодий [4]. Исходя, из выше указанных объективных проблем надо принимать

срочные меры по искоренению и решению, устранению экологических и биологических угроз для живых организмов. Сегодня все это надо рассматривать, как экстренный и срочный сигнал для разработки комплекса оздоровительных мероприятий по повышению качества жизни населения различных слоев проживающих на урбанизированных территориях.

Для агропромышленного комплекса России актуальными региональными научными и методическими направлениями являются разработка, изыскание способов, средств, устройств, веществ, технологии сохранения и повышения жизнеспособности и защиты человека и животных, птиц от экстремальных неожиданных и неблагоприятных факторов окружающей среды. Особенно это важно для человека и животных, находящихся на различных этапах перинатального и постнатального онтогенеза. При этом для обеспечения и управления риска безопасности окружающей среды и мониторинга здоровья населения различных категорий имеет изыскание и разработка критериев оценки и повышения жизнеспособности растущего организма человека и с.-х. животных, птиц на различных этапах постнатального индивидуального развития. Все еще остается нерешенной проблемой определение риска возникновения неожиданных опасностей и влияющих экономическими и социальными ущербами и затрагивающих здоровью человека и снижения устойчивости живых организмов, связанных с воздействием неблагоприятных факторов, особенно в техносферных условиях урбанизированных территорий. Сегодня от науки и практики требуется разработка технологии оздоровления окружающей среды для комфортного и благополучного проживания населению различных возрастов в экологически безопасных и строго санитарно - гигиеничных востребованных нормативных условий. Причины и механизмы возникновения экологических и биологических проблем, в первую очередь связаны жителями и руководителями, работниками и специалистами работающих на различных отраслях народного хозяйства и с приоритетными загрязнителями присутствующих в воздухе, воде, в пищевом сырье и продуктах питания.

Для оценки состояния окружающей среды проводят комплексное исследование с привлечением в качестве потенциальных тест - систем для экологического и физиологического, поведенческого мониторинга организмов различного уровня организации и сложности путем моделирования и воспроизведения, соответствующих к становлению поведения различного уровня сложности[5]. Оценка формирования и установления устойчивости живых организмов и состояния окружающей техносферной среды на урбанизированных территориях до сих пор остается нерешенной проблемой. Поэтому чаще проводят с помощью известных приемов, способов и устройств, которые направлены на максимальное выявление приобретенных признаков жизнеспособности с использованием модельных мониторинговых оценочных токсических реакций - чувствительных тест-систем по летальности, модификационной, мутационной изменчивости. В экологической биологии и физиологии при скрининге мутагенов, чаще всего используют микробные, растительные, животные тест-объекты. В ходе эволюционных изменений на урбанизированных территориях, чаще проводят оценку стрессчувствительности, стрессустойчивости и прогнозирования жизнеспособности живых организмов, так, как они являются определяющими показателями биологического состояния и среды обитания[6;7;8].

В настоящее время мировой практике существует единичные методы, которые позволяют, мгновенно и оперативно обнаруживать живые вирусные и бактериальные клетки и их частицы в воздушном или ином пространстве. Создание таких способов и технических средств и устройств может диаметрально изменить экологическую, медико-биологическую ситуацию. В дальнейшем позволить своевременно провести комплекс санитарных, лечебно-профилактических и вынужденных эвакуационных мероприятий, при этом существенно снижая возможность распространения эпидемий/пандемий и эпизоотий через биотические и абиотические факторы среды урбанизированных территорий, направленные на снижение заболеваемости и летальности среди людей и животных [9]. Это особенно важно и необходимо, при различных формах проявления чрезвычайных ситуации, химического биологического и техногенного характера, как мирного, так военного времени, которые могут быть связаны с человеческими жертвами и влекущих колоссальный экономический ущерб для эконо-

мики России и даже для различных стран близкого и дальнего зарубежья [10;11;12.]. Известно, что всеживые организмы представляют собой, открытые термодинамические функциональные системы и в процессе жизнедеятельности непроизвольно стремятся к сохранению гомеостаза и обеспечения жизнеспособности в среде обитания [13;14].

Целью настоящей работы является выявление экологических и биологических особенностей формирования устойчивости живых организмов, в техносферной среде урбанизированных территорий, их обитания. Глубокие изменения в процессе эволюции и биосферных изменений, увеличение техносферной среды урбанизированных территорий требует проведение оперативной оценки и прогнозирования устойчивости живых организмов. Целью, которой является обеспечение экологического благополучия среды обитания, техносферной безопасности, защита окружающей среды, экономическое ресурсосбережение и повышения естественной резистентности живых организмов к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Объективная достоверная оценка жизнеспособности живых организмов ни возможно без учета приоритетных вредных и опасных загрязняющих различных веществ, присутствующих в среде обитания и они являются относительно постоянными информирующими показателями состояния живых организмов и среды обитания.

В настоящее время можно считать бесспорным, что, по меньшей мере, одним из путей реализации, отрицательно влияющих химических, биогенных и техногенных загрязнителей присутствующих в воздухе, почве и воде является их комплексное воздействие на мембраны, процессы липоперекисного окисления в клеточных структурах. В среде обитания с дальнейшими нарушениями функций мембран и их структуры под действием химических, техногенных, биогенных и загрязнителей обусловлены поражения различных структурно- функциональных систем, в том числе систем, отвечающих за организацию, управление и формирование врожденной и приобретенной реактивности и поведения.

Известны способы оперативной оценки и биоиндикации среды обитания различных видов живых организмов, включая животных, растений и микроорганизмов. Биоиндикация проводится по результатам исследований комплексных морфологических изменений и функциональных характеристик организмов-индикаторов.

Наблюдения и исследования показывают, что происходящие эволюционные и исторические изменения и возрастание опасности чрезвычайных ситуаций экологического и биологического характера и возникновение химических, техногенных угроз и биогенного терроризма предъявляет новые условия. Поэтому и возникает необходимость проведение оперативной сравнительной мониторинговой оценки состояния окружающей среды и определение жизнеспособности живых организмов обитающих в биосферных и техносферных условиях. При этом самым важным в данный момент является выявление влияния экологических факторов на биологические изменения в живых организмах. Поэтому возникает необходимость изучение влияния экологических факторов на биологические и физиологические процессы в живых организмах. Основной причиной является эволюционные изменения и процессы, наблюдаемые в биосфере и увеличение неблагоприятных факторов в техносферных и урбанизированных территориях. Для дальнейшей оценки и обеспечения экологического благополучия среды обитания и повышения устойчивости живых организмов к неблагоприятным факторам окружающей среды требуется разработки инновационных оперативных диагностических, технологических, организационных, управленческих, лечебно-оздоровительных мероприятий. Эти оперативные диагностические и профилактические мероприятия обеспечивают прогнозирование надёжными, быстрыми способами и устройствами, направленные на выявление биогенных, техногенных и химических, радиационных агентов. При этом нельзя забывать и в том числе в отношении болезнетворных бактерий и вирусов присутствующих в окружающем воздухе, воде и почве и их выделение с достоверными современными методами становится задачей первостепенной важности. Поэтому эти проблемы экологии и биологии приобретают особую научную и практическую актуальность. Для обеспечения и

управления риска безопасности окружающей среды большое значение имеет проведение мониторинга для оценки устойчивости наиболее уязвимых и чувствительных живых организмов к загрязнителям окружающей среды и имеющих отношения к самым определяющим показателям здоровья населения различных категорий. Все еще остается важным имеющее значение, подбора методики технологии и техники проведения оценки и повышение жизнеспособности растущего организма человека и животных на различных этапах индивидуального постнатального развития. Перспективным и целесообразным является исследования направленные на определение приоритетных загрязнителей снижающих параметров здоровья живых высокоорганизованных систем, связанных с воздействием наиболее распространенных неблагоприятных факторов окружающей среды. Больше всего это касается на региональном уровне РФ, с учетом урбанизированных территорий с высокоразвитой промышленностью. В таких условиях и требуется разработка специфической технологии оздоровления окружающей среды и способы повышения жизнеспособности проживающих населения различных возрастов. Оценку устойчивости живых организмов и состояния окружающей среды, урбанизированных территорий, можно проводить с помощью классических приемов, способов и устройств. Они имеют высокую точность и достоверность и направлены на максимальное выявление с использованием специфических реакций и высокочувствительных комплексных тест-систем для выявления скрытых первичных признаков патологии и болезней, которые могут приводить к появлению большого количества заболеваемости и летальности животных. Проявления модификационной, и мутационной изменчивости среди живых организмов, чаще связаны изменением присутствующих компонентов окружающей среды. Поэтому проведение исследования по определению стрессчувствительности и стрессустойчивости сложных высокоорганизованных животных и птиц является актуальным, особенно для обитателей природных и урбанизированных территорий регионов России.

В окружающей среде постоянно происходит эмиссия вредных веществ и их поступление с воздухом, водой и пищевыми продуктами в организм животных, птиц и человека и далее все это оказывает губительное и разрушающее действие на наследственный аппарат (геном) клетки. Изменение генома клетки на почве сильного повреждения клеточных структур приводит к повышению чувствительности к различным химическим, техногенным и биогенным веществам. В неблагоприятных условиях среды обитания у живых организмов структурно-функциональные элементы клетки различных систем подвержены к запрограммированным изменениям. К таким приоритетным и многообразным загрязнениям окружающей среды, высокочувствительными являются самки млекопитающих. Химическое, техногенное и биогенное загрязнение внутренней среды материнского организма, плода и у потомства в ранний постнатальный период ускоряет патологический процесс и повреждаемость различных клеток, включая и клеток периферической и центральной системы крови внутренних органов в структурно-функциональной системе мать-плод. Структурно-функциональные изменения клеток и ускорение гибели клеток в функциональной системе мать – плод-новорожденный может приводить к появлению аллергических и иммунологических реакций. Клетки иммунной системы матери, плода и новорожденного реагируют с повышенной чувствительностью к аллергенам и антигенам сложного органического происхождения, вследствие чего изменяют и функции клеток желез внутренней секреции и нервной системы. Со стороны нервной и эндокринной системы к органам иммунной и лимфатической системы матери, плода и далее новорожденного проявляется разностороннее отрицательное влияние, которое рассматривается, как множественное неблагоприятное давление и подавление защитных естественных и приобретенных реакций организма. В результате возникает функциональное напряжение всех структурно-функциональных систем материнского организма, что отрицательно сказывается на общем состоянии развивающегося плода и далее рождающего потомства. При этом увеличивается неспецифическое отрицательное влияние матери на формирующийся плод, что и может приводить к патологии беременности, сопровождающейся с преждевременными патологическими родами, вследствие иммунологического стресса матери и плода на почве внешних и внутренних экологических и физиологических причин. Иммунологический стресс матери и плода возникающего, возможно и

по причине предрасполагающих неблагоприятных экологических и физиологических факторов и на почве нарушения функции плацентарного барьера в системе «мать-плод-новорожденный».

Нарушению плацентарного барьера способствует повышение проницаемости плаценты, вследствие изменения структуры околоплодных оболочек и увеличения концентрации химических, техногенных и биогенных веществ, в крови матери, а затем в крови плода и с дальнейшими кобиологическими и физиологическими проявлениями у потомства в ранний постнатальный период. В будущем постнатальные периоды роста и развития на почве экологического стресса, могут возникать нарушения иммунологических и физиологических процессов в морфофункциональной системе «мать - плод», все это может привести к иммунологическим конфликтам, вследствие чего могут произойти эмбриональная смертность, прерывание беременности (аборты), мертворождение и врожденные аномальные признаки. В будущем все это может и приводить к снижению жизнеспособности животных матерей, что может отражаться на следующих поколениях потомства млекопитающих. Поэтому первой причиной возникновения заболеваний различной этиологии может быть исчезновение защитных иммуноглобулинов различных классов: А, М, G, как в крови, так и в молозиве плацентарных животных - матерей и их потомства в ранние периоды постнатального онтогенеза.

Снижение жизнеспособности плацентарных животных происходит по причине неблагоприятных экологических условий среды обитания, которые приводят и к загрязнению внутренней среды организмов, включая кровь, лимфу и межклеточную жидкость с техногенными и биогенными веществами, а вследствие чего и возникают нарушения функций генома, осуществляющий генетический контроль. Причиной снижения естественной резистентности и продуктивного здоровья животных и птиц являются долговременные стрессы, которые связаны с химическими, техногенными и биогенными веществами имеющие вредную или опасную природу. Все это, в конечном счете, может приводить к иммунологическим, гормональным и структурно и функциональным нервным нарушениям. В головном и спинном мозге за счет увеличения количества дендритных клеток и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системе и вследствие чего может и происходит снижение функциональной активности и естественной резистентности организма с возникновением специфических и не специфических иммунодефицитных состояний и приводящих к появлению патологий и заболеваний различной этиологии от внешних причин.

Таким образом, для решения фундаментальных и прикладных научно-технических проблем на урбанизированных территориях РФ надо знать эковиологические основы оценки естественной резистентности сложноустроенных живых организмов. Поэтому надо разработать технологию проведения оперативной оценки, и повышения устойчивости живых организмов. Все это позволит предупреждать и ликвидировать неконтролируемое, химическое, техногенное, биогенное и радиоактивное и другое загрязнение окружающей среды. Все указанные неблагоприятные факторы окружающей среды представляют опасность для всех видов животных и птиц, особенно для будущего поколения и в том числе для разных возрастных категорий населения России. Поэтому необходимо разработать оперативные, объективные, достоверные технические решения в форме полезных моделей, способов оценки состояния окружающей среды и живых организмов и способов повышения естественной резистентности различных видов животных, птиц и растений. При этом важной задачей является постоянное и стабильное обеспечение охраны окружающей среды, экологической, биологической и техносферной безопасности сельскохозяйственных и урбанизированных территорий регионов РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аграновский И. Е.* Поведение аэрозольных частиц в волокнистых средах //Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора физико-математических наук – Москва -2008 -48с.

2. *Ахмадиев Г. М.* Иммунобиологические аспекты оценки и прогнозирования жизнеспособности новорожденных животных (монография). – Казань: Рутен. 2005. – 168 с.
3. *Ахмадиев Г. М.* Научные основы и принципы жизнеобеспечения: оценка, прогнозирование и повышение естественной резистентности (жизнеспособности) живых организмов (монография) – Новосибирск: ООО «ЦСРНИ», 2015. – 220 с.
4. *Зачиняев Я. В.* Экологические проблемы современного животноводства // Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора биологических наук - Петрозаводск – 2012 -50 с.
5. *Кокаева Ф. Ф.* Поведение как критерий поражающего действия техногенного загрязнения среды на организм животных и эффективности мер коррекции // Автореф. дисс. на соиск. уч. степени. докт. биол. наук. - Москва, 2006 – 47с.
6. *Кузьминова Н. С.* Способ определения влияния токсичности сточных вод на водные соленые среды. [Электронный ресурс]. URL: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru (дата обращения: 23. 02. 2015).
7. *Левина И. Л., Щербакова Н. И., Полуян А. Я.* Способ токсического действия пестицидов на водные объекты. [Электронный ресурс]. URL: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru (дата обращения: 12. 03. 2015).
8. *Ляшенко О. А.* Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды. — Санкт-Петербург: Издательство СПбГТУРП, 2012. — 67 с.
9. Методы экологического мониторинга качества сред жизни и оценки их экологической безопасности: учебное пособие/ *О.И. Бухтояров, Н.П. Несговорова, В.Г. Савельев, Г.В. Иванцова, Е.П. Богданова.* – Курган: Издательство Курганского гос. ун-та, 2015. – 239 с.
10. *Руднева Н. С. И., Шайда И. И., Кузьминова В. Г.* Способ биологической оценки токсичности морской среды. [Электронный ресурс]. URL: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru (дата обращения: 13. 02. 2015).
11. *Таловская А. В.* Оценка эколого — геохимического состояния районов г. Томска по данным изучения пыле-аэрозолей: Автореферат. Дис. канд. геол.-мин. наук. — Томск, 2008г. — 23 с.
12. *Фролова Л. Л., Фирсова С. С.* Способ биоиндикации водоемов. [Электронный ресурс]. URL: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru (дата обращения: 13. 02. 2015).
13. *Устьянцев С. Л.* Способ определения энтропии в организме человека или животного // Патент РФ на изобретение №2533846, - 2014. - Бюл. №32.
14. *Гудимов А. В.* Способ оперативной биоиндикации. Патент на изобретение №2 395 082 Опубликовано: 20.07.2010, Бюл. № 20.

УДК 55.553.

Г. М. Ахмадиев

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» Набережночелнинский институт (филиал)

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ИЛОВЫХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Аннотация: В настоящее время вопросы обеззараживания и утилизации иловых осадков сточных вод с каждым годом становится все острее для многих городских, поселковых, сельских поселений России. За прошедшие годы вблизи их территорий образовались многочисленные, перегруженные осадками иловые площадки, отвалы, карьеры с мусором. Их наличие существенно влияет на многие стороны социальных условий проживания населения, экологическую и техносферную без-

опасность на урбанизированных территориях регионов и районов Российской Федерации. Целью настоящей работы является научное обоснование методологических и методических основ и принципов обеззараживания и утилизации иловых осадков в биологических очистных сооружениях на урбанизированных территориях регионов и районов Российской Федерации. Острота проблемы утилизации и обеззараживания иловых осадков в биологических очистных сооружениях в городах России расширяется и принимает широкомасштабный характер.

Ключевые слова: утилизация, обезвоживание, обеззараживание, иловые осадки, биологические очистные сооружения, население, безопасность.

G. M. Ahmadiev

METHODOLOGICAL BASES OF DECONTAMINATION AND UTILIZATION OF SEWAGE DRAIN SUCTIONS

Abstract: Currently, the issues of disinfection and disposal of sludge from sewage sludge every year becomes more acute for many urban, rural and rural settlements of Russia. Over the past years, numerous sludge plots overloaded with precipitation, dumps, and quarries with garbage have formed near their territories. Their presence significantly affects many aspects of social conditions of the population, environmental and technospheric safety in urban areas of regions and regions of the Russian Federation. The purpose of this work is the scientific substantiation of the methodological and methodological foundations and principles of decontamination and utilization of sludge sediments in biological wastewater treatment plants in urban areas of regions and regions of the Russian Federation. The acuteness of the problem of utilization and disinfection of sludge sediments in biological treatment plants in the cities of Russia is expanding and takes on a large scale.

Keywords: utilization, dehydration, disinfection, sludge, biological sewage treatment plants, population, safety.

В настоящее время проблема утилизации отходов и обезвоживание, обеззараживание иловых осадков в биологических очистных сооружениях с каждым годом становится все острее для многих городских, поселковых, сельских поселений России. За прошедшие годы вблизи их территорий образовались многочисленные, перегруженные осадками иловые площадки, отвалы, карьеры с мусором. Их наличие существенно влияет на многие стороны социальных условий проживания населения, нарушая экономическую, теносферную и экологическую безопасность на урбанизированных территориях Российской Федерации [7;8;10;].

Целью настоящей работы является обоснование методологических основ утилизации отходов и их обезвоживание, обеззараживание иловых осадков в биологических очистных сооружениях.

В России более десятилетия создают и производят инновационные экономически и экологически целесообразные способы, устройства, сооружения, установки, оборудование, которые не уступают лучшим зарубежным образцам. Большинство защищенных патентов и по многим характеристикам даже превосходят аналоги, однако ни находят широкое применение в биологических очистных сооружениях для решения проблем утилизации отходов, обезвоживание и обеззараживание иловых осадков [3; 4; 9].

В настоящее время проблема внедрения технологии обезвоживания осадка от городских стоков усугубляется недостатком свободных территорий с площадками для расширения приспособленных песковых полей. Поэтому сокращается технология обезвоживания осадка от городских стоков в песковых площадках. Песковые площадки или поля представляют собой спланированные участки территории, разделенные на отдельные карты. Удаляемую с песковых площадок дренажную воду необходимо направлять в начало очистных сооружений. Влажность песка при этом должна составлять не более 60%. Песок из песколовков выгружается с большим количеством воды (влажность пульпы 98-99%), что вызывает необходимость его обезвоживания. Для повышения эффективности отмывки песка следует приме-

нять бункеры в сочетании с напорными гидроциклонами диаметром 300 мм и напором пульпы перед гидроциклоном 0,2 МПа. Дренажная вода из песковых бункеров должна возвращаться в канал перед песколовками. Песколовки предназначены для задержания минеральных примесей, содержащихся в сточной воде. Необходимость предварительного выделения минеральных примесей обуславливается тем, что при раздельном выделении из сточной жидкости минеральных и органических загрязнений облегчают условия эксплуатации сооружений. Прогнозные расчеты указывают на значительный рост объема осадков в ближайшие годы и необходимости принимать меры для их утилизации и обезвоживания, обеззараживания. Ежедневное поступление стоков на очистные сооружения разных городов, на которых успешно работает флотационная установка современной инновационной конструкции, оценивается примерно в 1 млн куб.м. После переработки на выходе получается 1,40 тыс. куб.м осадка с влажностью до 96%. Использование перспективной научно обоснованной экологической безопасной технологии позволит снизить объем отходов, подлежащих дальнейшей утилизации и энергетические затраты на обезвоживание осадка. В настоящее время на больших очистных сооружениях планируется внедрить научно-обоснованную технологию путем сжигания отходов с помощью проверенных экологически безопасных пиролизных установок. Острота проблемы утилизации отходов и обезвоживание, обеззараживание иловых осадков в очистных сооружениях городов России усугубляется невозможностью строительства иловых площадок из-за близкого расположения к поверхности грунтовых вод. К этому еще добавляются сложные климатические условия региона и отсутствие достаточных территорий для свободных площадей. Проектом городских очистных сооружений обезвоживание осадка было предусмотрено с использованием вакуум-фильтров, термических сушилок и дальнейшим его применением, как удобрения в сельском хозяйстве. Практически указанные технологии не экологической и не экономической точки зрения не оправдали себя по разным причинам (необходимость больших количеств химических реагентов, нестабильность работы, отказ агропромышленного комплекса использовать отходы на полях). При этом лучше всего строить комплекс или завод по утилизации отходов и обезвоживание, обеззараживание иловых осадков, которые образуются для работы биологических очистных сооружений с получением биогаза, топлива и полезных средств, веществ и материалов. Учитывая постоянно растущие потребности под складирование отходов, их негативное влияние на природную среду и население, необходимо принимать решение по усовершенствованию используемых в очистке стоков технологии. Сегодня очистные сооружения постоянно модернизируются, и при этом, заменяют изношенные оборудования, на новые комплектующие узлы, а также устанавливают высокоэффективные детали и запчасти, как, например, установка ультрафиолетового облучения для обеззараживания воды с бактерицидным оборудованием. А в утилизации осадка можно использовать технологию механического его обезвоживания и последующего сжигания. Сохранение надлежащего экологического, санитарно-эпидемиологического состояния крупных городов, возможно, требует принятия технологических, экологических, экономических и хозяйственных мер, для рекультивации полигонов, на которых хранятся обезвоженные осадки от переработки стоков. В первую очередь тех, которые расположены в городской черте. Вопрос рекультивации площадок, входящих в систему очистных сооружений, важен не только с экологической точки зрения, но и несет выгоды в социальном и экономическом плане. Удаление, обеззараживание и утилизация иловых осадков занимающих много карт-участков освобождает огромные территории, которые затем можно использовать под гражданское строительство или другие социально значимые цели. В настоящее время обращает на себе внимание аппараты и оборудование, применяемые на практике в биологических очистных сооружениях и отмеченные методы имеют свои преимущества и определенный ряд недостатков. Сегодня все чаще на очистных сооружениях применяется для обезвоживания осадка оборудование, работающие по методу его центрифугирования. Достоинства его в простоте конструкции, экономичность, хорошей управляемости процессом. Именно центрифугирование позволяет до возможного минимума сократить влажность (соответственно, и объем) отходов. Ко всему еще добавляются проблемы с за-

грязненностью городских стоков токсичными веществами, зараженностью болезнетворными микроорганизмами и бактерий вызывающие загнивание. Их трудно, а часто и невозможно довести известными методами до приемлемого состояния. В результате то же загрязнение природной среды, физический и социальный вред здоровью людей, снижение комфортности их проживания на загрязненных урбанизированных территориях. Сегодня многие ученые и специалисты предлагают использование термической обработки отходов после их обезвоживания, обеззараживания и дальнейшей утилизацией. Все это проводится в инновационных установках, безопасных комплексах или в современных заводах по переработке иловых осадков сточных вод с получением полезных безопасных материалов и продуктов. [2;3;4]. Высушенный термически осадок становится экологически безопасным для окружающей природы, может использоваться, как органоминеральное удобрение. Одна, из эффективной экономически обоснованной технологией утилизации различных отходов, в том числе по переработке иловых осадков сточных вод является пиролиз. В основе пиролиза лежат физико-химические явления и химико-физический процесс. Пиролиз сегодня считается из инновационных технологий переработки отходов и считается лучшим, чем сжигание. Метод заключается в разложении органических соединений при недостатке или отсутствии кислорода и с одновременным воздействием высоких температур. При пиролизе, а именно на выходе получают смолу и экологически безопасный (твердый продукт), который, могут использоваться, как безопасный прием и не нанесет экологический урон к природе и населению от его применения в других технологиях (например, при производстве керамзита, бетона). Сегодня на рынке оборудования для очистки стоков известны примерно полсотни различных систем, реализующих на практике метод пиролиза иловых осадков[1;2;5]. Методы пиролиза иловых осадков отличаются исходным сырьем, рабочей температурой, конструктивными, функциональными узлами и технологическими решениями [6;11].

При всех достоинствах у метода пиролиза илового осадка существует один большой недостаток: значительный расход топлива для создания нужной температуры. Однако, при пиролизе установки могут работать за счет собственных, автономно выработанных энергетических продуктов: биогаза или жидкого горючего. Кроме всего эти недостатки, можно не только устранить, но и также повысить эффективность пиролиза путем использования взрывной камеры, в основе которой лежит химико-физические явления. Причем она позволяет в разы увеличить и рабочую температуру (до 2500°С...5000°С), что может вывести метод пиролиза в число экологически и экономически целесообразных направлений утилизации иловых осадков в биологических очистных сооружениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ахмадиев Г.М.* Оценка, прогнозирование и предотвращение экологических опасностей на техносферных районах Республики Татарстан //Журнал "Успехи современного естествознания" №11 (часть 2), 2015,с. 194-197.
2. *Ахмадиев Г.М., Ахметшин Р.С.* Патент на полезную модель № 172829«Устройство для обеззараживания и утилизации илового осадка очистных сооружений «Заявка № 2016108594.Приоритет полезной модели от 09.03.2016. - 2с.
3. *Ахмадиев Г.М.* Научные основы и принципы системы контроля и обеспечения экологической безопасности на урбанизированных территориях Республики Татарстан//Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация, № 3 (70), 2016, с.73-82
4. *Ахметшин Р.С., Харчук С.И., Болдырев А.В.* Устройство утилизации илового осадка очистных сооружений. Патент №83771, Россия, МПК С02F 1/00. - 2008149532/ 22. Заявлено 15.12.2008, опубл. 20.06.2009. Бюл. №17. С.1-2, Приоритет 15.12.2008 (Россия).

5. Бикбау М.Я., Луговкина В.Н. Комплексная переработка твердых бытовых отходов. - М.: ОАО "Московский институт материаловедения и эффективных технологий", 2006. - с.56-58
6. Бернадинер М.Н., Жижин В.В., Иванов В.В. Термическое обезвреживание промышленных органических отходов// Экология и промышленность России. – 2000. – Апр. – С. 17-21.
7. Кармазинов Ф.В., Пробирский М.Д. Технологический комплекс по обработке и утилизации осадков сточных вод на ЦСА Санкт-Петербурга// ВСТ. – 2001. – №8. – С. 2-7.
8. Коммунальные сточные воды и перспективы их использования в сельском хозяйстве Западной Сибири/ А.В.Шуравин, Р.П.Воробьева, А.С.Давыдов и др. // Вода: экология и технол.: Тез. докл. 4-го Международ. конгр. – М.: 2000. – С. 595-596.
9. Мадорский С. Термическое разложение органических полимеров. - М: Мир, 1967. - 328 с.
10. Сооружения по очистке городских канализационных стоков как источники загрязнения атмосферы/ А.О.Карелин, О.Н.Карелин, В.С.Лучкевич и др.// Гигиена и санитария. – 2000. – №3. – С. 12-14.
11. Скобелева Л.А., Храпцов Д.Ю., Гильманова Э.М. Экологический и технический надзор (практика осуществления) М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2008. -320.

УДК 55.551

Г. М. Ахмадиев

ФГБОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» Набережночелнинский институт (филиал)

КАМСКАЯ МОДЕЛЬ «ИННОКАМ» ОСНОВА РАЗВИТИЯ НИЖНЕКАМСКОГО РЕГИОНА РОССИИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Аннотация: В Нижнекамском регионе России, на территории Республики Татарстан (РТ) одной из точек реализации новой модели роста, направленное на использование новых инновационных технологий в промышленности, является Камский инновационный территориально-производственный кластер расположенный г.Набережные Челны. Камский инновационный территориально-производственный кластер «ИнноКам» является один из крупнейших кластеров в России, а по ряду товаров и в мире, центр создания добавленной стоимости в обрабатывающих отраслях промышленности со сложившимся производственным, кадровым и инновационным потенциалом. Кластер расположен в Приволжском федеральном округе, целевая агломерация является одним из ядер Волго-камского метрополиса и Всероссийского полюса роста «Волга-Кама», специализирующегося на обрабатывающих производствах. Социально ориентированный проект «ИнноКам» позволит повысить не только транспортную доступность и близость экономических агентов внутри Камской агломерации, но и позволит обеспечить их институциональную, организационную, технологическую близость, комфортные условия жизни для населения и экологическую техносферную безопасность.

Ключевые слова: Россия, Республика Татарстан, Камская модель «ИнноКам», экономика, экология, население, комфорт, жизнь.

G. M. Akhmadiev

KAMA MODEL «INNOKAM» BASIS OF DEVELOPMENT OF THE NIZHNEKAMSK REGION OF RUSSIA IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Abstract: In the Nizhnekamsk region of Russia, in the territories of the Republic of Tatarstan (RT), one of the points of realization of the new growth model, aimed at using new innovative technologies in industry, is the Kama innovative territorial production cluster located in Naberezhnye Chelny. Kamsky Innovation Territorial Production Cluster InnoKam is one of the largest clusters in Russia, and for a number of products in the world, a center for creating value added in the manufacturing industries with established production, personnel and innovation potential. The cluster is located in the Volga Federal District, the target agglomeration is one of the nuclei of the Volga-Kama metropolis and the All-Russian growth pole "Volga-Kama", specializing in processing industries. The socially-oriented InnoKam project will not only increase the accessibility and proximity of economic agents within the Kama metropolitan area, but also ensure their institutional, organizational, technological proximity, comfortable living conditions for the population and environmental and technological spheres.

Keywords: Russia, Republic of Tatarstan, KamskyInnoKam model, economy, ecology, population, comfort, life

В настоящее время в Нижнекамском регионе России на территориях Республики Татарстан масштабной проблемой и актуальной задачей социально-экономического развития Российской Федерации является научно-обоснованная мобилизация, концентрация не использованных ресурсов для создания новой экономической зоны. При этом должен быть правильный целесообразный план для сбора огромного неиспользованного резервного потенциала урбанизированных территорий РФ направленный на обеспечение стабильных темпов роста экономики в рамках инновационной, социально-ориентированной модели развития Нижнекамского региона. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 596 «О долгосрочной государственной экономической политике» прогнозирует и направляет денежные резервы на развитие высокотехнологичных отраслей экономики и рост производительности труда. В России по Республике Татарстан одной из постоянных пространственно-территориальных и перспективных плановых экономических мероприятий и ориентированных географических точек реализации новой модели роста, предполагающее прогнозное и интенсивное использование новых инновационных технологий в промышленности, является новый перспективный Камский инновационный территориально-производственный кластер. В 2012 году настоящий перспективный плановый Кластер вошел в Перечень приоритетных инновационных территориальных кластеров, утвержденный Председателем Правительства Российской Федерации Д.А. Медведевым [1].

Целью настоящей работы является глубокий и подробный научно-методологический анализ необходимости создания проекта Камского инновационного территориально-обособленного производственного центра «ИнноКам». Настоящий проект напрямую зависит от экологических и экономических механизмов оздоровления природной и социальной среды обитания живых организмов, в том числе человека. В первую очередь от правильного выбора способов, устройств и приемов технологии обеззараживания, утилизации и переработки отходов различного происхождения накопленных на урбанизированных территориях в Нижнекамской экономической зоне территорий Республики Татарстан и далее Камском инновационном территориальном обособленном производственном центре «ИнноКам». Правильно выбранные инновационные приемы определяют и экологическую и техносферную безопасность Нижнекамского региона РТ. Методологической основой перспективного развития Камской модели «ИнноКам» являются научные основы и принципы организации, управления и технологические приемы развития Нижнекамского региона России в РТ.

Для проведения настоящей работы нами предлагается научно-обоснованная методология. Реализация проекта и создания Кластера позволит добиться значительных положительных результатов в Нижнекамском регионе РТ за счет внедрения экспериментально проверенных производственных технологий. На сегодняшний день Кластер является определяющим и ключевым рассматриваемым проектом для роста и развития территории Камской агломерации. Его успешная эффективная экологически безопасная и экономическая оправданная реализация позволит создать в регионе необходимый задел и фрагменты для запуска

крупномасштабного проекта по комплексному научному, образовательному и производственному развитию Камской агломерации и по созданию в ее границах инновационного территориально-обособленного производственного центра «ИнноКам». Одним из прикладных научных направлений внутри «ИнноКама» планомерно и целенаправленно ведется научная работа по разработке методологических основ и принципов обеззараживания и утилизации иловых осадков сточных вод, отходов животноводства и птицеводства в Камском инновационном территориально-обособленном производственном центре «ИнноКам». Инновационный проект «ИнноКам» позволит максимально и полно раскрыть экологические, экономические, промышленные и хозяйственные потенциалы региона России в РТ. Реализация многих проектов в регионе происходит и за счет планового, комплексного и системного развития и роста территории Камской агломерации. Стратегия и тактика снятия ограничений на урбанизированных территориях в техносферной среде происходит в области промышленно-транспортной и социальной инфраструктуры. Они направлены на создание производственных условий благополучной и комфортной среде с учетом экологических особенностей безопасной территории с высококачественными параметрами жизни и благоприятными условиями проживания и чтобы регион был привлекательным и притягательным для максимального количества заинтересованных людей из разных регионов Российской Федерации и относительного (абсолютного) числа мирового сообщества [2].

В настоящее время Камский инновационный производственный территориально-обособленный центр «ИнноКам» представляет собой привлекательный, обновленный, новый, перспективный и рубежный долгосрочный регион для комплексного развития территории Камской экономической зоны. При этом надо учитывать и особенности экологической среды и экономические возможности для совершенствования техники и технологии производства на урбанизированной промышленной и агропромышленной специализированной Камской агломерации. Установлено, что население Камской экономической зоны составляет более 1,2 млн. человек, то есть около 30% населения РТ, причем непосредственно в Камской агломерации, одной из крупнейших регионов в России, сосредоточено более 1 млн человек. Около 85% населения Нижнекамской экономической зоны проживает в городах и поселках городского типа. На предприятиях трудится около 370 тыс. человек, что составляет чуть менее 30% всех занятых с определенными трудовыми условиями в Республике Татарстан. По государственным статическим данным в Камской экономической зоне было создано более 27% валового регионального продукта РТ (410млрд руб.), около 44% промышленной и более 25% сельскохозяйственной продукции; в последние годы растет удельный вес Камской экономической зоны в экономике РТ и РФ. При этом производительность труда занятой, в промышленности в Камской агломерации в 1,6 раза выше, чем в среднем по Республике Татарстан. В Республике Татарстан по основным экономическим регионам среднемесячная заработная плата в Камской экономической зоне (22,4 тыс. руб.) выше, чем в Казанской (19,4), но существенно ниже, чем в Альметьевской (24,2) экономической зоне. Из негативных, нежелательных явлений и социальных процессов в Камской экономической зоне в последние годы отмечен миграционный отток населения, особенно из городских поселений. Возможно и по причине эволюционных и техносферных изменений и ухудшений экологических и социальных условий жизни в Камской экономической зоне отмечался миграционный отток населения городской среды. При этом следует отметить и что наблюдается тенденция повышения заболеваемости населения от внешних причин в Нижнекамском регионе России в РТ и это проблема все еще остается ни конца изученной, сегодня каждый 35-ый житель РТ страдает онкологическим заболеванием, которое уже превосходит заболевания сердечно-сосудистой и других систем организма человека. Поэтому своевременный предлагаемый инновационный проект направлен на повышение устойчивости, на создание комфортного и благополучного состояния людей с высоким социально - ориентированным потенциалом и жизнестойкости населения. В первую очередь они направлены на повышение жизнеспособности людей в эволюционно измененной социальной среде, и условно благополучных техносферных условиях, и на резкое сокращение количества больных с различными специфическими инфекци-

онными неспецифическими патологиями и болезнями. По указу президента РФ, и утвержденного правительством Российской Федерации, проект Камской модели направлен на формирование новых научных методологических основ и комфортных производственных принципов и типов взаимоотношений между городами, поселками, селами. Все это приводит к правильному установлению нормативных правил и норм взаимоотношения с прилегающими городскими и сельскими территориями, изменений структуры управления, способов планирования и комплексного мониторинга и далее постепенно приводят к совершенствованию природно-экологического комплекса и каркаса. В результате все это приводит к установлению и формированию комфортной городской и сельской среды и вследствие чего и повышается качества жизни населения проживающего в регионе России по Республике Татарстан [3,4,5]. Основными отраслями производственной специализации промышленности Камской агломерации являются: нефтепереработка, нефтехимия и автомобилестроение. В Камской агломерации производится около 54% полимеров России, 42% синтетических каучуков России, каждый второй российский грузовой автомобиль и каждая третья шина. Сегодня ОАО «Нижнекамскнефтехим» является постоянно имеющую динамику и стабильно сохраняющее высокотехнологичное нефтехимическое предприятие в РТ, входит в группу компаний «ТАИФ». Производственный комплекс компании включает: 10 заводов основного производства, 6 центров (в т.ч. научно-технологический и проектно-конструкторский), а также вспомогательные цеха и управления, расположенные на двух производственных площадках и обладающие централизованной транспортной, энергетической и телекоммуникационной инфраструктурой. Акционерное общество экспортирует в 59 стран Европы, Америки, Юго-Восточной Азии. Доля экспорта в общем объеме продукции составляет около 50 %. Суммарное годовое количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу ОАО «Нижнекамскнефтехим» по последним данным составило 26,831 тыс. тонн. Суммарный объем технической воды забираемый предприятием из реки Кама за последнее время составил 132,414 млн м³. При этом объем собственного водопотребления предприятия составил 62,99 млн м³. Объем очищенных сточных вод, сброшенных за последние годы ОАО «Нижнекамскнефтехим» в поверхностные водные объекты составил 70,334 млн м³. В настоящее время использование воды в оборотных системах водоснабжения составило предприятия составило 1648,523 млн м³. Сегодня стабильно функционирующие биологические очистные сооружения в Нижнекамском регионе (БОС) ОАО «Нижнекамскнефтехим», мощность которых составляет 213 тыс. м³/сутки и предназначены для очистки коммунальных и производственных стоков г. Нижнекамска. По итогам последних лет средняя производительность БОС составила 165 тыс. м³/сутки. В перспективе (к 2020 г.) из-за строительства новых производств объем стоков увеличится до 275 тыс. м³/сут, в связи с чем требуется выполнение плановых мероприятий, связанных с наращиванием мощности существующих БОС. Реконструкцию БОС планируется провести с применением новых технологических решений без увеличения существующих площадей. ОАО «Нижнекамскнефтехим» запланировало выполнение работ по ремонту и реконструкции БОС и коллекторов канализации на общую сумму более 157 млн руб. Для обеспечения промышленной и экологической безопасности были приняты безотлагательные решения о необходимости разработки и реализации ОАО «Нижнекамскнефтехим» конкретных мероприятий по недопущению загрязнения воздушного бассейна г. Нижнекамска и Нижнекамского муниципального района РТ. ОАО «Нижнекамскшина» является крупнейшим предприятием в шинной отрасли РФ. В рейтинге мировых шинных компаний «Нижнекамскшина» занимает 20-е место среди 98 компаний. Основной деятельностью компаний является производство шин для промышленно-транспортного комплекса, начиная легковых, грузовых и до сельскохозяйственной техники. Приоритетом компании является строгое соблюдение правил охраны окружающей среды и как социально ориентированное предприятие обеспечивает производственную и промышленную безопасность. Несмотря на положительные достижения в регионе РТ, все еще много проблем в области экологии, на их решение должны быть направлены меры для оздоровления и обеспечения экологической безопасности терри-

тории Камской агломерации. Поэтому и требуются научно обоснованные инновационные подходы организации безотходной технологии производства. На урбанизированных территориях Камской агломерации все еще остается нерешенной, экономические, технологические и экологические проблемы обеззараживания, утилизации и переработки отходов различного происхождения [6]. Поэтому для восстановления и сохранения прежних эволюционных закономерностей в измененных урбанизированных территориях требуется разработка инновационных приемов, способов на базе научных основ и принципов жизнеобеспечения и безопасности жизнедеятельности в регионе страны. В настоящее время перспективным направлением является разработка критериев оценки и прогнозирования эволюционных процессов и глубоких изменений состояния окружающей среды. В этом направлении научная работа проводится с учетом многолетней длительной антропогенной деятельности. Поэтому на территории Камской агломерации требуется комплексная мониторинговая система для достоверной оценки и прогнозирования появления приоритетных загрязнителей Нижнекамском регионе путем применения биоиндикации для определения состояния урбанизированных территорий в условиях техносферизации региона России [7]. На сегодняшний день Камская агломерация – один из крупнейших в стране, а по ряду товаров и в мире, центр создания добавленной стоимости в обрабатывающих отраслях промышленности со сложившимся производственным, кадровым и инновационным потенциалом. ИнноКам имеет территориально-географическое расположение, в Приволжском федеральном округе в собранном виде агломерации является одним из ядер Волго-камского метрополиса и Всероссийского полюса роста «Волга-Кама», специализирующегося на обрабатывающих производствах и реализации. Для повышения глобальной конкурентоспособности требуется наличие качественной инфраструктуры, высококвалифицированных кадров, постоянное обновление оборудования для выпуска новой продукции, кооперация крупнейших предприятий с малым и средним бизнесом и научно-исследовательским сектором и развитой инновационной инфраструктурой. Поэтому в рамках настоящей Концепции решается задача превращения территории Камской агломерации, а впоследствии и всей Камской экономической зоны – в основное ядро полюса роста «Волга-Кама», продукция которого могла бы конкурировать на глобальных высокотехнологичных передовых конкурентно способных рынках. Для осуществления крупных инновационных проектов в сфере машиностроения и нефтехимии требуется привлечение и обучение высококвалифицированных кадров. При этом высокий производственный потенциал в современную эпоху не может не поддерживаться высоким уровнем и качеством жизни, иначе он будет деградировать за счет оттока высококвалифицированных специалистов и ценных кадров. Одним из главных условий обеспечения конкурентоспособности компаний и высокого качества жизни в агломерации – это создание и развитие качественной транспортной, инженерной жилищной и социальной инфраструктуры. В настоящее время на региональном уровне Российской Федерации в Республике Татарстан существует очень многосторонние широкие экономические, технологические, управленческие, кадровые и иные связи между предприятиями различных городов и отраслей народного хозяйства Камской агломерации. Но существующая управленческая, организационная и технологическая и образовательная система взаимоотношений между муниципальными образованиями, крупными предприятиями и малым и средним бизнесом остается маложизнеспособным и неэффективным, выстроена по иерархическому принципу. Возможно, по этой причине Нижнекамский регион РТ не мог способствовать созданию и развитию новых инновационных технологий. Поэтому требуется создание структуры экономики безопасности и производственного менеджмента и управления с соответствующими предстоящими целями и задачами перед стоящим Камским инновационным центром «ИнноКам». Сегодня создание Камского инновационного территориально-обособленного производственного центра «ИнноКам» позволит повысить не только транспортную доступность и близость экономических агентов внутри Камской агломерации, но и позволит обеспечить их институциональную, управленческую, организационную, технологическую близость, а также техносферную и экологическую безопасность.

Камский инновационный территориально-производственный кластер (центр) расположен в г.Набережных Челнах Республики Татарстан. В перспективе на основе настоящего жизненного проекта появляются возможные пути и направления, улучшения качества жизни населения Камского региона РТ. Плановое экологическое и экономическое снятие ограничительных мер и целесообразная ликвидация транспортных и иных инфраструктурных ограничений, снижения транзакционных издержек происходит за счет эффективного взаимодействия участников кластера, связанного с их географической близостью, расширения доступа к научным инновациям, технологиям, ноу-хау, специализированным услугам и высококвалифицированным кадрам за счет создания инновационной инфраструктуры и регионального технологического университета. Дальнейшее развитие «ИнноКама» приведет к привлечению прямых иностранных инвестиций и интеграции предприятий агломерации в мировой рынок высокотехнологичной продукции, которые обеспечат повышения благосостояния и снижение заболеваемости населения региона страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правительство Российской Федерации - распоряжение от 17 июня 2016г. № 1257-р//Концепция создания территориально обособленного инновационно-производственного центра "ИнноКам, 2016.-11с.
2. Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 января 2018 г. № 84-р
3. Информация по материалам, представленным Министерством экологии и природных ресурсов РТ,2015.
4. Концепция экологической безопасности Республики Татарстан (на 2007 – 2015), 2007.
5. Концепция создания территориально-обособленного инновационно-производственного центра ИнноКам (на 2015-2020), 2015.
6. *Ахмадиев Г.М., Хабибулина Л.Ф.* Философские основы и социально-экологические принципы восстановления нарушенных природных комплексов урбанизированных сельских и промышленных территорий // *Аэкономика: экономика и сельское хозяйство*, 2018. №5 (29). URL: <http://aeconomy.ru/science/economy/filosofskie-osnovy>
7. *Пилипенко Т.А.* Биоиндикация состояния урбанизированных территорий в аридных условиях (на примере города Астрахани) // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук - Астрахань, 2008.- 25с.

УДК 699.058

А. А. Баранец, Г. А. Пригорелов, Е. Т. Хамраев

ФГКВОУ ВО Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ФТОРИРОВАННЫХ СИДНОНИМИНОВ

Аннотация: Проведено экспериментальное исследование различных биологических эффектов полифторированных сиднониминнов. Установлено наличие у этих соединений защитного действия при остром отравлении гидразином. Кроме того, изученные сиднониминны продемонстриро-

вали умеренно выраженный антибактериальный эффект в отношении грамположительной микрофлоры.

Ключевые слова: сиднонимины, токсикологический скрининг, судорожный синдром, антибактериальная активность

A. A. Baranetz, G. A. Prigorelov, E. T. Hamraev

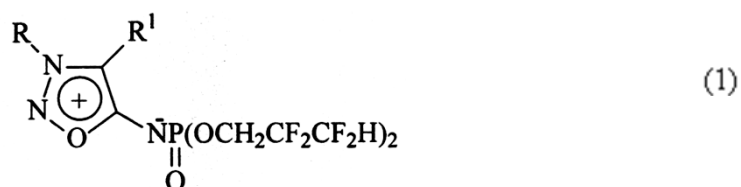
STUDY OF THE BIOLOGICAL EFFECTS OF FLUORINATED SIDNONYMINS

Abstract: An experimental study of the various biological effects of polyfluorinated sydnonimines has been carried out. It has been established that these compounds have a protective effect in case of acute hydrazine poisoning. In addition, the studied sydnonimines demonstrated a moderately pronounced antibacterial effect on gram-positive microflora.

Keywords: sydnonimine, toxicological screening, convulsive syndrome, antibacterial activity

В современной токсикологии и фармакологии отмечается постоянно растущее внимание в отношении веществ из класса сиднониминов [1]. Это обусловлено тем, что данные соединения обладают целым рядом уникальных и полезных с практической точки зрения свойств. Многочисленные исследования метаболизма данных соединений позволили отнести их к классу генераторов оксида азота (NO-доноров) [2,3]. Как известно, оксид азота является внутриклеточным мессенджером и сигнальным метаболитом во многих биохимических процессах и играет огромную роль в поддержании постоянства внутренней среды организма. По-видимому, именно этот механизм лежит в основе способности сиднониминов оказывать биостимулирующее и психостимулирующее действие – повышать умственную и физическую работоспособность, улучшать зрительное и слуховое восприятие, ускорять ответные реакции на внешние раздражители, снимать усталость, удлинять время бодрствования). Подобным спектром физиологического действия обладают, в частности, фармакологические препараты сиднофен и сиднокарб [4]. Стимулирующий эффект этих препаратов не сопровождается тахикардией, гипертензией и другими нежелательными побочными физиологическими реакциями, а по окончании действия этих медикаментов не наблюдается общей слабости и сонливости. Полезные эффекты сиднониминов находят всё более широкое практическое применение. В том числе они могут быть рекомендованы пожарным как специалистам, работающим в экстремальных условиях, сопровождающихся повышенной физической и психоэмоциональной нагрузкой. В силу указанных причин актуальным направлением является синтез новых соединений из класса сиднониминов и оценка различных аспектов их физиологической эффективности. С учетом перечисленных обстоятельств целью настоящей работы явилось изучение биологических эффектов новых фторсодержащих производных сиднонимина на моделях *in vivo* и *in vitro*.

Объектом исследований явились впервые синтезированные на кафедре химии военной академии РХБЗ новые образцы полифторированных сиднониминов с общей формулой (1):



Комплексное экспериментальное изучение полученных сиднониминовых соединений было направлено на выявление и оценку следующих биологических эффектов: 1) уровня острой токсичности; 2) антидотных (антитоксических) свойств; 3) бактерицидной активности.

Ориентировочный уровень острой токсичности соединений оценивался на основании токсикологического скрининга, который проводился путем экспериментального определения

медианной летальной дозы (LD_{50}) на белых нелинейных мышах в количестве 24 особей. Величины LD_{50} рассчитывались с помощью стандартного метода пробит-анализа.

Антидотные свойства синтезированных веществ изучались в ходе токсикологического эксперимента на бесшерстных крысах породы «Сфинкс». Для этого были сформированы три группы биообъектов: группа 1 («контроль»), группа 2 («затравка») и группа 3 («профилактика»). В качестве модельного токсиканта использовался гидразин дигидрохлорид (ГДГ). Вещество вводилось внутривентриально животным групп 2 и 3 в дозах, близких к уровню 1 LD_{50} , что составило 6 мг/кг, или 2,4 мг на каждую особь. Полифторпропиловый эфир сиднонимина, который испытывался нами как потенциальный антидот, вводился биообъектам группы 3 («профилактика») в виде 40 %-го водного раствора внутримышечно за 30 минут до инъекции ГДГ. В качестве контроля использовались животные, получившие внутривентриально 0,9 % изотонический раствор хлорида натрия.

Параллельно с наблюдением проводился анализ параметров крови животных. При этом оценивались: содержание форменных элементов, уровень гемоглобина и другие показатели. Исследование выполнялось на гематологическом анализаторе «Abacus», Австрия (рисунок 1).



Рис. 1. Автоматический гематологический анализатор «Abacus»

Изучение бактерицидной активности фторсодержащих сиднониминов выполнялось в условиях *in vitro* путем определения чувствительности микроорганизмов к образцам соединений. Метод включал экспозицию взвеси культуры микроорганизма с веществом в течение 15, 30 и 60 минут и посев взвеси на твердую питательную среду в чашках Петри с последующей оценкой роста микроорганизмов на этой среде (рисунок 2).

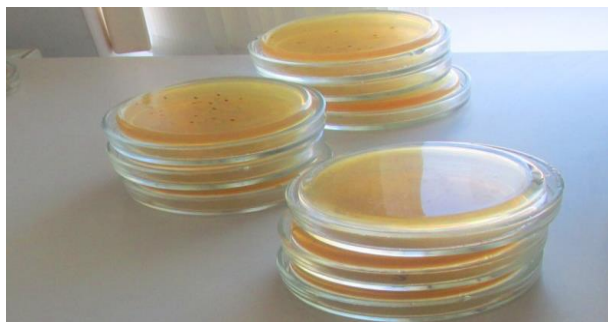


Рис. 2. Чашки Петри с питательной средой для оценки роста бактерий

В качестве тест-объектов для определения бактерицидной активности использовались грамположительные бактерии вида *Staphylococcus aureus*. Результаты исследований оценивались по росту тест-микроорганизмов на питательных средах до и после воздействия исследуемых образцов фторированных сиднониминов.

По данным скринингового токсикологического исследования на белых мышах доза LD_{50} , характеризующая ориентировочный уровень острой токсичности, составила для трёх

исследуемых образцов полифторированных сиднониминов, соответственно, 3100, 3400 и 3600 мг/кг. Согласно критериям современной токсиколого-гигиенической классификации это соответствует низшему, четвертому классу опасности («Малоопасные вещества»).

Исследования антидотных свойств исследуемых соединений, прежде всего, включали в себя оценку результатов клинической картины поражения у всех биообъектов; выраженность видимых симптомов и признаков поражения у животных, получивших и не получивших потенциальный антидот (пропиловое производное полифторированного сиднонимина), а также среднее время развития симптомов от начала заправки ГДГ. Результаты наблюдений приведены в таблице 1.

Таблица 1. Данные динамического наблюдения за подопытными животными

Группы	Симптомы					
	атаксия		апатия, адинамия		кровоизлияния	
	время развития	степень	время развития	степень	время развития	степень
Группа 1: контроль	–	–	–	–	–	–
Группа 2: затравка	10 мин.	+++	15 мин.	+++	1 сутки	+++
Группа 3: профилактика	20 мин.	++	30 мин.	+	1 сутки	++

Как следует из таблицы 1, общая картина токсического поражения гидразином у животных, предварительно получивших дозу фторированного сиднонимина (группа 3, «затравка»), характеризовалась значительно меньшей выраженностью по сравнению с животными, получившими только модельный токсикант (группа 2, «профилактика»). Это касается как времени появления симптомов, так и степени тяжести симптоматики: из приведенных данных видно, что в группе 3 симптомы отравления в большинстве случаев развились в более поздний период времени и носили менее тяжелый характер, чем в группе 2.

В результате проведенных анализов установлено, что в группе 2 («затравка») наблюдались достоверные количественные изменения большинства оцениваемых гематологических показателей. Наиболее ярко выраженные нарушения были при этом зарегистрированы со стороны тромбоцитарного ростка периферической крови отравленных животных. Уже на 3 сутки отравления ГДГ содержание тромбоцитов составило $71 \cdot 10^6$ в 1 мкл (при нормальном диапазоне физиологических показателей для данного вида биообъектов, составляющем от $500 \cdot 10^6$ до $1370 \cdot 10^6$ в 1 мкл), что свидетельствует о развитии у подопытных крыс крайне тяжелой, несовместимой с жизнью, степени тромбоцитопении. В то же время исследования показали, что в группе 3 («профилактика») численность тромбоцитов оказалась на значительно более высоком уровне – порядка $235 \cdot 10^6$ в 1 мкл, что как минимум в 3,5 раза выше по сравнению с животными, не получившими профилактическую дозу полифторированного сиднонимина. Хотя данная величина и не достигает нормы, однако является достаточной для выживания биообъектов в ходе интоксикации.

Исследование бактерицидной активности образцов полифторированных сиднониминов показало, что метиловый, этиловый, пропиловый и изопропиловый эфиры фторированных сиднониминов в различной мере способны подавлять рост колоний микробной тест-культуры. Это означает, что все эти соединения в целом обладают той или иной (как правило, умеренной, или частичной) степенью бактерицидной активности. Следует подчеркнуть, что наиболее явно выраженный бактерицидный эффект проявил пропиловый эфир полифторированного

сиднонимина, в присутствии которого был отмечен минимальный рост бактериальных стафилококковых колоний.

Проведенные исследования показали, что вновь синтезированные фторсодержащие производные сиднонимина в целом являются мало токсичными для теплокровных млекопитающих, в связи с чем можно надежно прогнозировать достаточную степень их безопасности для человеческого организма. В то же время указанные вещества обладают достаточно широким спектром биологической активности. В частности, выявлена способность пропилового эфира фторированного сиднонимина оказывать антитоксический защитный эффект при остром токсическом поражении дигидрохлоридом гидразина. Одновременно с этим на модели *in vitro* данное производное сиднонимина среди всех исследуемых соединений показало наиболее значительную бактерицидную активность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gotz M., Grozinger P. Synthesis of 3-aminosydnone imine // J. Heterocyclic Chem., 1990. – Vol. 7. – P. 123-129
2. Граник В.Г., Григорьев Н.Б. Экзогенные доноры оксида азота // Успехи химии, 2011. – Т. 80, № 2. – С. 182-198
3. Rehse K., Schleifer K. New NO-donors with antithrombotic and vasodilating activities. V. Oligonitrososydnone imines // Arch. Pharm. (Weingheim, Ger.) – 2008. – V. 327, N 6. – P. 393.
4. Самонина Г.Е., Мандрико Е.В. // Возможные периферические эффекты некоторых психостимуляторов. // Бюллетень экспериментальной биологии. – 1999. – Т. 4, с. 449-451.

УДК 502.333

Л. И. Севостьянова, А. В. Роготнев

ФГБОУ ВО Поволжский государственный технологический университет

БАЛЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА СЕЛЬСКИХ АДМИНИСТРАЦИЙ МЕДВЕДЕВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация: Для оценки природно-ресурсного потенциала Медведевского района Республики Марий Эл использовался метод балльных оценок, применён природно-хозяйственный подход, основанный на административном делении территории. Сельская администрация является единым целым в плане управления и использования природных ресурсов, находящихся на территории.

Ключевые слова: административная территория, природно-ресурсный потенциал, природно-хозяйственный подход, критерии оценки, поправочные коэффициенты значимости.

L. I. Sevostyanova, A. V. Rogotnev

SCORING OF NATURAL RESOURCE POTENTIAL RURAL ADMINISTRATIONS MEDVEDEVSKY DISTRICT OF THE REPUBLIC OF MARI EL

Abstract: To assess the natural resource potential of the Medvedevsky district of the Mari El Republic, a scoring method was used, a natural economic approach based on the administrative division of the territory was used. The village administration is a single entity in terms of the management and use of the natural resources in the territory.

Keywords: administrative territory, natural resource potential, natural economic approach, assessment criteria, significance correction factors.

Размещение производственных сил на территории определяется природно-ресурсным потенциалом и зависит от таких качеств, как качество, количество и природных ресурсов. Формирование мест добычи природных ресурсов приводит к формированию крупных экономических кластеров и хозяйственных комплексов. На развитие территории весомое значение оказывает природно-ресурсный потенциал, вносящий вклад в развитие территориального разделения труда и специализацию территории. Природно-ресурсный потенциал оказывает влияние на его рыночную специализацию и место в территориальном разделении труда территории. К факторам, влияющим на размещение территориального развития можно отнести условия добычи, характер и темпы использования природных ресурсов. Рыночная экономика подразумевает наличие множества видов собственности, в том числе природных ресурсов [5].

При оценке природно-ресурсного потенциала Медведевского района Республики Марий Эл предпочтительным методом оказался балльный метод оценки природно-ресурсного потенциала по следующим основаниям:

- доступность информации и статистических данных;
- сопоставимость показателей.

Существует несколько подходов к районированию природопользования:

- ландшафтный;
- бассейновый;
- природно-хозяйственный.

Применён природно-хозяйственный подход, основанный на административном делении территории [6]. С целью оценки природно-ресурсного потенциала Медведевский район поделен по сельским администрациям. Разделяя территорию района на администрации, можно считать, что сельская администрация является единым целым в плане управления и использования природных ресурсов, находящихся на территории [5].

В число оцениваемых природных ресурсов, как наиболее значимых в хозяйстве района, вошли следующие виды ресурсов:

- растительные ресурсы – лесной фонд;
- земельные ресурсы – сельскохозяйственный фонд;
- минеральные;
- рекреационные;
- водные [2].

Проанализировав информацию, были выделены критерии оценки каждого ресурса (табл. 1).

Таблица 1. Критерии оценки природно-ресурсного потенциала

Природные ресурсы	Критерии оценки
Растительные	Процент (%) площади лесного фонда от площади сельской администрации – лесистость.
Земельные	Процент (%) сельскохозяйственных угодий от площади сельской администрации.
Минерально-сырьевые	Количество разрабатываемых и разведанных месторождений в шт.
Водные	Процент (%) протяженности водотоков на территории сельской администрации от протяженности всего района.
Рекреационные	Наличие объектов, на которых осуществляется рекреационная деятельность.

Данные ресурсы имеют не одинаковые значения по району в целом, что бы придать им «вес» вводятся поправочные коэффициенты значимости.

Коэффициенты значимости:

- растительные ресурсы – 2

- земельные ресурсы – 1,5
- минеральные – 1,5
- водные – 1,0
- рекреационные – 1,0

Значительная территория Медведевского района покрыта лесами, поэтому растительные ресурсы имеют весьма большое значение, но также широко распространены и сельскохозяйственные угодья. Минеральные ресурсы играют немаловажную роль в развитии района, так как в наличии множество разрабатываемых и разведанных источников, что бы их развивать. Таким образом, доминантными являются растительные, сельскохозяйственные и минеральные ресурсы, которые могут влиять на развитие района.

Растительные ресурсы

Здесь учитывается лесистость территории сельской администрации. Составлена следующая шкала оценки:

- 5 баллов – лесистость 50% и выше;
- 4 балла – от 40 до 50%
- 3 балла – от 30 до 40%
- 2 балла – от 20 до 30%
- 1 балл – до 30%.

Самыми лесистыми оказались сельские поселения Азяковское, Кундышское, Куярское, Сидоровское, поэтому им присвоено 5 баллов по обеспеченности растительными ресурсами. В остальных сельских поселениях лесистость ограничена тем, что их площади малы и заняты землями других категорий (дороги, с/х угодьями и т.д.).

Земельные ресурсы

При оценке были использованы все сельскохозяйственные угодья. Составлена следующая шкала оценки:

- 5 баллов – свыше 50% территории занято с/х угодьями
- 4 балла – от 40 до 50%
- 3 балла – от 30 до 40%
- 2 балла – от 20 до 30%
- 1 балл – до 20%

В данном случае лидерами оказались сельские поселения Азановское, Ежовское, Знаменское, Кузнецовское, Люльпанское, Нурминское, Пекшисолинское, Русско-Кукморское и Юбилейное. Остальные сельские администрации в основном заняты землями лесного фонда.

Минеральные ресурсы

При оценке минерально-сырьевого потенциала использовались как действующие, так и разведанные месторождения. Составлена следующая шкала оценки:

- 5 баллов – свыше 10 месторождений;
- 4 балла – 7-9 месторождений;
- 3 балла – 5-6 месторождений;
- 2 балла – 3-5 месторождений;
- 1 балл – менее 3 месторождений.

Наиболее обеспеченными оказались сельские поселения Азяковское, Пижменское, Сидоровское. В остальных сельских администрациях не имеется разведанных или разрабатываемых месторождений, именно поэтому вышеперечисленные сельские администрации являются лидерами по обеспеченности минеральными ресурсами.

Водные ресурсы

По карте определена протяжённость водотоков в километрах по каждой сельской администрации. Их общая протяженность по Медведевскому району составляет 786,50 км. Рассчитан процент от всей протяженности водотоков. Составлена следующая шкала оценки:

Шкала:

- 5 баллов – 20% и более;

- 4 балла – 15-19%
- 3 балла – 10-14%
- 2 балла – 4-9%
- 1 балл – менее 4%

Самыми обеспеченными водными ресурсами оказались сельские поселения: Нужьяльское, Азяковское. Остальные сельские администрации менее обеспечены, т.к. длина водотоков относительно мала от длинны самых обеспеченных сельских администраций. Так в Медведевском и Краснооктябрьском городских поселениях вовсе отсутствуют водотоки.

Рекреационные ресурсы

Данные ресурсы оценены по наличию объектов, на которых осуществляется рекреационная деятельность. Составлена следующая шкала оценки:

Шкала:

- 5 баллов – 4 объектов и более;
- 4 балла – 3 объекта;
- 3 балла – 2 объекта;
- 2 балла – 1 объект;
- 1 балл – 0 объектов.

Наибольшим рекреационным потенциалом обладают сельские поселения: Сидоровское, Кундышское, а также городское поселение Медведево, так как в них сосредоточена основная масса рекреационных объектов.

Произведя анализ всех видов природных ресурсов района, была составлена общая таблица балльных оценок, где выведен средний арифметический балл природно-ресурсного потенциала сельских администраций (табл. 2).

Таблица 2. Природно-ресурсный потенциал Медведевского района в разрезе сельских администраций.

Сельские администрации	Ресурсы					Итого	Среднее значение ПРП
	Растительные	Земельные	Минерально-сырьевые	Водные	Рекреационные		
ГП Медведево	2	1,5	1,5	1	4	10	2
ГП Краснооктябрьский	10	1,5	1,5	1	1	15	3
Азановское СП	2	7,5	1,5	1	2	14	2,80
Азяковское СП	10	1,5	7,5	4	1	22	4,40
Ежовское СП	2	7,5	1,5	1	2	14	2,80
Знаменское СП	2	7,5	1,5	2	1	14	2,80
Кузнецовское СП	2	7,5	3	1	1	14,50	2,90
Кундышское СП	10	1,5	7,5	2	4	25	5
Куярское СП	10	1,5	3	1	3	18,50	3,70
Люльпанское СП	2	7,5	1,5	1	1	13	2,60
Нужьяльское СП	8	3	1,5	5	1	18,50	3,70
Нурминское СП	2	7,5	1,5	1	1	13	2,60
Пекшиксалинское СП	2	7,5	1,5	1	1	13	2,60
Пижменское СП	10	4,5	6	2	1	23,50	4,70
Русско-Кукморское СП	2	7,5	1,5	1	1	13	2,60
Руэмское СП	2	6	3	1	3	15	3
Сенькинское СП	2	7,5	3	1	1	14,50	2,90
Сидоровское СП	10	1,5	7,5	2	5	26	5,20
Туршинское СП	8	6	1,5	5	1	21,50	4,30
Шойбулакское СП	8	6	3	3	2	22	4,40
Юбилейное СП	2	7,5	1,5	2	2	15	3

Таким образом, в результате проведенной исследовательской работы были получены многочисленные данные, характеризующие природно-ресурсный потенциал района, на основании которых можно сделать следующие выводы:

1. На территории Медведевского района преобладают дерново-подзолистые почвы различного гранулометрического состава [1].

2. Для определения природно-ресурсного потенциала был использован метод балльной оценки, в соответствии с которым нами разработаны критерии оценки.

3. Зоной наибольшего природно-ресурсного потенциала оказались сельские администрации Юго-Востока района: Сидоровское и Кундышское сельское поселение. Основным ресурсом данных территорий является лесной фонд и минерально-сырьевые источники и зоны рекреационные объекты, а зоной наименьшего природно-ресурсного потенциала оказались Люльпанское, Азановское, Ежовское, Знаменское, Кузнецовское, Нурминское, Пекшик-солинское, Русско-Кукморское, Сенькинское сельские поселения, а также городское поселение Медведево. В приведенных сельских администрациях присутствуют не все виды природных ресурсов или их ограниченная часть, что отнесло их к зоне наименьшего природно-ресурсного потенциала. Основная часть Медведевского района отнесена к зоне среднего природно-ресурсного потенциала, а именно Куярское, Азяковское, Нужъяльское, Пижменское, Руэмское, Туршинское, Шойбулакское, Юбилейное сельское поселение, и городское поселение Краснооктябрьский. В них присутствуют практически все виды природных ресурсов, но не в таком объеме, как в сельских администрациях, оказавшихся в зоне наибольшего природно-ресурсного потенциала [4].

4. Таким образом, результаты позволяют знать о наличии резервов в деле повышения эффективности использования природно-ресурсного потенциала.

Преимущества территории:

– географическое положение Медведевского района в центре максимально развитого промышленного комплекса страны и близость к транспортным магистралям делает его перспективным для организации новых производств;

– Медведевский район имеет развитую социально-производственную инфраструктуру, наличие дорог с твердым покрытием, железнодорожной ветки от Яранска до Йошкар-Олы, шести шоссейных дорог, связывающими столицу Марий Эл со всеми районами [3].

– величина газификации района достигает порядка 94%;

– наличие стекольных и силикатных песков, щебня и глины дает возможность Медведевскому району перспективы для организации и расширения предприятий строительных материалов;

– наличие памятников природы, санаторно-курортных зон и положительное состояние экологической обстановки;

– по рейтингам ежегодного конкурса, Медведевский район признан самым комфортным районом для проживания;

– большой сельскохозяйственный и экономический потенциал;

– выпускаемые специалисты местных учебных заведений, продукция и оказываемые услуги подтверждают конкурентоспособность [3].

Привлечение в экономику достаточного числа инвестиционных ресурсов служит залогом развития как отдельных регионов страны, так и Российской Федерации в целом. Стимулирование, регулирование и формирование благоприятной инвестиционной составляющей региона – вот одна из главнейших задач органов местного самоуправления. Инвесторы ориентируются в первую очередь на инвестиционно-привлекательные регионы. Медведевский район является наиболее экономически развитым районом Республики. Сельскохозяйственный комплекс вносит немалый вклад не только в экономическое развитие, но и в социальное положение Медведевского района. Медведевский муниципальный район в течение пяти последних лет неоднократно награждался дипломами Правительства Республики Марий Эл по итогам соревнования между муниципальными образованиями [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьев, Ф.Б. ТОМ № ГД.1-09 / Ананьев, Ф.Б. и др. – Йошкар-Ола: Открытое акционерное общество «МАРИЙСКГРАЖДАНПРОЕКТ Базовый территориальный проектный институт», 2010. – 129 с.
2. Бендерский, Ю. Г. Проблемы экономической оценки природно-ресурсного потенциала Красноярского края / Ю. Г. Бендерский, И. В. Варфоломеев, А. П. Лопатин. – Красноярск: , 2008. – с.
3. Инвестиционная привлекательность Медведевского муниципального района [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://medvedevo12.ru/city/economica.php?ELEMENT_ID=13850, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения 13.09.2017)
4. Комаров, М. А. Ресурсный потенциал экономического роста / М. А. Комаров. – М.: 2002. – с.
5. Лукьянчиков, Н. Н. Экономико-организационный механизм управления окружающей средой и природными ресурсами / Н. Н. Лукьянчиков. – М.: Москва, . – 1998 с.
6. Минц, А. А. Опыт количественной оценки природно-ресурсного потенциала районов СССР / А. А. Минц, Т. Г. Кахановская. – : Изв. АН СССР, сер.геогр., 1975. – 55-65 с.

УДК 614.2

Д. Н. Ширшов, П. В. Шевцов, Н. А. Честнов, О. В. Хонгорова
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЖАРНЫХ

Аннотация. В следствии резкого падения социально-экономического положения в период с 2008 по 2017 г. В стране повышается численность высокоактивных заявлений к врачам специалистам с целью подтверждения заболеваний, связанных с профессией пожарного. Данная тема является одной из актуальных в современном мире. В статье представлен анализ заболеваемости пожарных с потерей трудоспособности со временем в профессии с намерением выявления болезни как принципа оценивания профессионального риска.

Ключевые слова. Пожарно-спасательный гарнизон, пожарный, влажно-температурный микро-режим, заболеваемость, системы органов человека.

D. N. Shirshov, P. V. Shevtsov, N. A. Chestnov, O. V. Khongorova

ANALISYS OF PROFESSIONAL FIRE DISEASES

Abstract: As a result of the sharp fall in the socio-economic situation in the period from 2008 to 2017, the number of highly active applications to doctors and specialists is increasing in the country in order to confirm diseases related to the firefighter profession. This topic is one of the most relevant in the modern world. The article presents an analysis of the incidence of firefighters with disability over time in the profession with the intention of identifying the disease as a principle of assessing occupational risk.

Keywords: Fire and rescue garrison, fire, wet-temperature micro-mode, morbidity, human organ systems.

Работа служащих в ФПС ГПС МЧС России имеет значительные различия от труда персонала общепромышленного производства, сферы обеспечения и прочих отраслей человеческой деятельности. Профессия пожарных, в особенности при пожаротушении, отличает-

ся повышенной степенью трудности, несёт стохастические характерные черты, сопровождающиеся влиянием различных наиболее опасных и вредных производственных факторов, большими физическими и нервно-психологическими перегрузками.

Подробный анализ трудовых условий работников подразделений пожарной охраны показал, что после ликвидации ЧС и пожаротушения трудовая выносливость служащих в ФПС ГПС длительно уменьшается на 75-85 %. Деятельность пожарных является опасной и одной из самых трудных по нынешней спецификации в нашем государстве, имеющей повышенный процент появления особо выраженных отрицательных реакций организма. Такие реакции могут иметь безвозвратный характер и формироваться в тяжелых повреждениях жизненно необходимых функций организма. У работников пожарной охраны с хорошим здоровьем под конец рабочего дня об отрицательные реакции, преобразовывающиеся в характерные болезни свойственные пожарным. В ходе исследований в России был выявлен факт, что пожарным свыше 48 лет не рекомендовано трудиться по данному направлению, так как имеется большой процент проблем с сердечно-сосудистой системой, гипертонических, дыхательных, язвенных заболеваний, а также поражений желудочно-кишечного тракта, связанных с кумуляцией отрицательных реакций. Они образуют профзаболевания. В итоге анализируя информации о болезнях пожарных были обнаружены последующие профессиональные заболевания: болезни органов дыхания, нервно-психические, костно-мышечной системы, органов пищеварительной системы, кровообращения и сердечно-сосудистой системы.

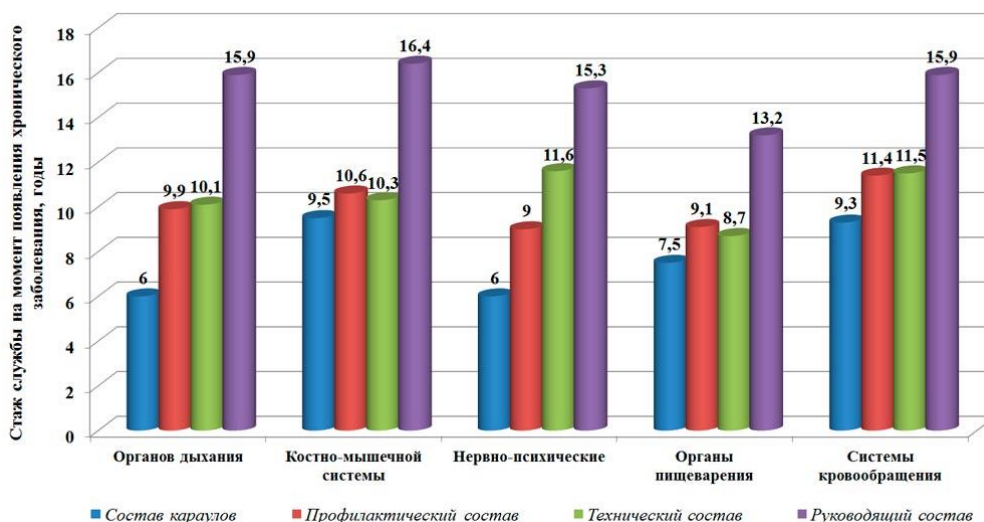


Рис. 1. Профессионально-обусловленная заболеваемость сотрудников пожарной охраны в зависимости от направления их деятельности.

На первом рисунке представлены значения срока службы в ФПС в период возникновения хронического заболевания, зависящего от выбора их сферы труда. Информация приведена именно для профессиональных заболеваний. Из данного анализа можно сделать вывод, что наименьшее время выдержки воздействия фактора «профессиональная деятельность пожарных» для возникновения хронического заболевания необходимо для пожарных караулов специальной части, занимающихся пожаротушением; наибольшее – для начальствующего персонала ГПС МЧС России.

Стоит обратить внимание на проведенный нами анализ по среднестатистической продолжительности болезней органов респираторной системы у пожарных во многих органах функционирования ФПС.

Таблица 1. Средняя длительность течения болезней органов дыхания у пожарных в разных подразделениях ГПС

Год	Средняя длительность течения одного случая заболевания					Общее среднее
	Оперативные	Объектовые	Специализированные	Технические	Управление	
2010	7,4	7,6	7,9	8,5	8,4	7,7
2012	7,9	7,6	7,3	7,9	8,4	7,8
2014	7,6	7,6	8,1	8,4	8,1	7,8
2016	8,3	8,5	8,5	9,4	8,5	8,3
Уровень роста, %	12,4 %	12,1 %	7,7 %	10,8 %	1,3 %	7,9 %

Из данной таблицы можно выявить, что наивысшая скорость роста протяженности заболеваний дыхательной системы наблюдается в ряде работников ГПС МЧС оперативных (12,4 %) и объектовых (12,1 %) подразделений, однако хронические болезни органов дыхательной системы, в соответствии с приказом № 90 МЗ и МП РФ, считаются противопоказанием для реализации работ, связанных с тушением пожара. У сотрудников управления рост данного значения за этот же период времени содержит всего 1,3%. Так же табличные данные непрямым образом подтверждают то, что в 2010 г. специальный отбор работников пожарно-спасательных гарнизонов и медицинское исследование их здоровья проводились более качественно, в связи с чем среднестатистическая продолжительность процесса патологии дыхательных органов в ключевых подразделениях ФПС была значительно меньше (7,4; 7,6; 7,9), чем в технических (8,5) и в управленческих (8,4).

Пожарные выполняют свой долг при повышенной температуре воздуха, при действии теплового потока высокой мощности, открытого огня, что приводит к ожогам кожи и дыхательной системы человека с текущими последствиями для здоровья пожарного. Предельный влажно-температурный микроклимат в ходе горения, преимущественно в прохладный период года, часто считается мотивом заболеваний простуды. На месте очага возгорания преследуется повышенное содержание дыма, средняя насыщенность аэрозолей в закрытых участках равняется примерно 23 (мг/м³), а в 20% ситуациях – не менее 110 (мг/м³) (оптимальное разрешение содержания частиц для рабочих мест промышленных предприятий – не более 21 (мг/м³)). Засорение окружающей среды обитания в районах пожара также является следствием возникновения остро-хронических болезней легких. Так как профессия пожарного очень опасна и влечет за собой заболевания, связанные с профессией, приобретенные в ходе занятия своей деятельностью, нами был проведен структурный анализ профессиональных заболеваний (Рисунок 2).



Рис. 2. Структура профессиональных заболеваний в 2016 году

В заключении, хотелось подвести итоги проведенной работы. На самом деле профессия пожарного является одной из самых опасных для здоровья человека и функционирования всех его внутренних систем организма. С течением времени в своем труде сотрудники ФПС приобретают профессиональные заболевания, которые негативно отражаются на протяжении всей жизни на здоровье каждого огнеборца. Именно поэтому мы выбрали данную тему статьи и провели анализ в виде статистических таблиц и диаграмм, на которые необходимо обратить внимание руководству ФПС ГПС МЧС России для предотвращения данных проблем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Королева С.В. Медицина катастроф: учебное пособие (гриф МЧС России) / С.В. Королева, П.Л. Колесниченко, И.Ю. Шарбанова. – Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2010. - 187 с.
2. Королева С.В. Оперативный прогноз медицинской обстановки в чрезвычайных ситуациях и методики расчёта санитарных потерь: учебное пособие по специальностям 280104.65 - «Пожарная безопасность» / С.В.Королева. - Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2012. -164с. (ГРИФ).
3. Кошелев А.А. Медицина катастроф. Теория и практика: Учебное пособие (гриф МЧС России) – изд. Лань – 2016 г. – 320 с.

УДК 574.632

А. А. Баранец, Г. А. Пригорелов, Е. Т. Хамраев

ФГКВООУ ВО Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко

ИССЛЕДОВАНИЕ КУМУЛЯЦИИ АЛЮМИНИЯ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

Аннотация: Рассмотрены источники загрязнения алюминием окружающей среды и организма человека. Разработан новый высокочувствительный метод обнаружения алюминия в биологическом материале. С помощью разработанного метода изучена материальная кумуляция алюминия в головном мозге белых мышей и проведена оценка уровня гибели нейронов в присутствии этого токсичного металла.

Ключевые слова: алюминий, кумуляция, нейротоксичность, ализариновая реакция

A. A. Baranetz, G. A. Prigorelov, E. T. Hamraev

STUDY OF ALUMINUM CUMULATION IN IN THE BRAIN OF LABORATORY ANIMALS

Abstract: Sources of aluminum pollution of the environment and the human body are considered. A new highly sensitive method for detecting aluminum in a biological material has been developed. Using the developed method, the material cumulation of aluminum in the brain of white mice was studied and the level of neuron death in the presence of this toxic metal was evaluated.

Keywords: aluminum, cumulation, neurotoxicity, alizarin reaction

По распространенности алюминий занимает 4 место после кислорода, водорода и кремния. В природе этот элемент существует исключительно в связанном виде - в составе глин, бок-

ситов, алюмосиликатов и других пород и минералов. Лишь в 30-х годах XX века была освоена технология искусственного выделения этого металла в чистом виде для нужд авиапромышленности. С тех пор алюминий всё шире используется в самых различных сферах и, соответственно постоянно растёт уровень загрязнения этим металлом окружающей среды и организма человека [1]. Помимо промышленного производства, существует множество других антропогенных источников его попадания в человеческий организм. К ним относятся, в частности, пользование алюминиевой посудой и пищевой фольгой, а также косметикой и гигиеническими средствами, содержащими наночастицы алюминия: пудры, мази, дезодоранты, антиперспиранты, кремы для загара, зубные пасты. Широко применяется алюминий также в составе фармакологических препаратов (альмагель, фосфалюгель и др.) и вакцин [1, 2].

Характерно, что, несмотря на широкое распространение в природе, алюминий не используется ни одним живым объектом, иначе говоря, он является абсолютным ксенобиотиком (чужеродным для организма веществом). Если ранее алюминий считался безвредным химическим элементом, то в последние годы отношение к нему под влиянием накопленных научных фактов стало меняться в негативную сторону. Так, например, было обнаружено, что регулярное использование дезодорантов, антиперспирантов и кремов для загара способно вызывать рак кожи (меланому) и молочных желез. Не менее серьезные последствия влечет за собой воздействие на организм алюминия, содержащегося в медикаментах и особенно вакцинах, где он используется в качестве адьюванта – вещества, усиливающего неспецифическое антителиобразование. Большое число случаев тяжелых реакций на вакцинацию в ходе проведения массовых прививочных кампаний многие авторы связывают именно с токсическим действием алюминиевого адьюванта. В медицинской литературе появился даже специальный термин – адьювант-индуцированный синдром (ASIA) [2, 3].

В ряде исследований показано, что катионы алюминия в силу своего высокого заряда (3+) способны разрушать клеточные мембраны [2]. Кроме того, они оказывают прооксидантное действие, т. е. генерируют образование в клетках высокоактивных свободных радикалов (гидроксид-радикал, атомарный кислород, гидроперекиси), причем эта сторона действия алюминия выражена в 7 раз сильнее, чем у ртути, и в 3 раза сильнее, чем у свинца и других тяжелых металлов. Еще один биологический эффект алюминия заключается в его способности к химическому связыванию фосфора, что приводит к фосфорному голоданию организма. Кроме того, алюминий снижает активность более 200 ферментов, а также вступает в конкурентные отношения с полезными металлами (кальцием, магнием, железом, цинком, кобальтом), вытесняя их атомы из жизненно важных биохимических субстратов и клеточных структур. В совокупности всё это усугубляется выраженной склонностью алюминия к биоаккумуляции – по имеющимся оценкам, коэффициент кумуляции для этого элемента близок к единице, что является максимальным значением для данного показателя.

Известно, что основной мишенью поражающего действия алюминия является центральная нервная система (ЦНС). Под влиянием этого металла происходит ингибирование нервных рецепторов и нарушается передача нервных импульсов, что приводит к синдрому хронической усталости, энцефалопатии, деменции (слабоумию), рассеянному склерозу, болезни Альцгеймера, болезни Паркинсона. У детей и подростков при накоплении алюминия в мозге развивается аутизм, признаками которого являются изменения личности, ухудшение памяти, неспособность к концентрации внимания, проблемы с обучением, склонность к агрессии и суициду [4].

Таким образом, присутствие соединений алюминия в среде обитания человека, значительный уровень токсичности этого металла и его высокая кумулятивная способность представляют собой актуальную проблему для современной экологии, гигиены и токсикологии. Учитывая указанные обстоятельства, целью настоящего исследования явились изучение кумуляции алюминия в ткани головного мозга и её влияния на жизнеспособность нейронов головного мозга лабораторных животных.

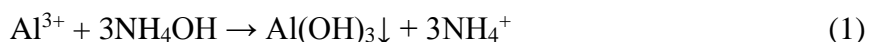
Для достижения поставленной цели была проведена серия токсикологических экспериментов на взрослых белых нелинейных мышах. Общая схема исследования включала в се-

было использовано несколько групп животных. Группа №1 («чистый» контроль) не подвергалась никакому воздействию. Животным группы №2 (контроль растворителя) внутривенно вводился 0,09% водный раствор хлорида натрия (физиологический раствор). Особям группы №3 аналогичным способом вводился сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3$ в физиологическом растворе в дозе, соответствующей уровню 05 LD₅₀ (2,8 мг/кг).

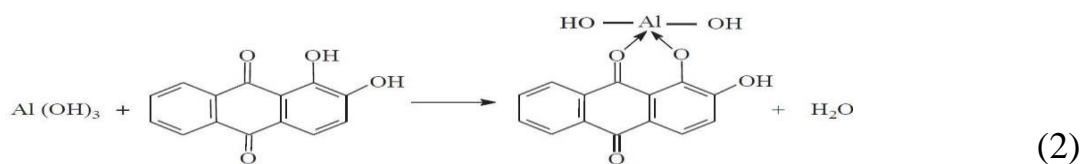
За всеми группами животных было установлено клиническое наблюдение в течение 14 суток, в ходе которого выборочно производилась декапитация отдельных особей со взятием мазков-отпечатков головного мозга для дальнейшего исследования.

Алюминий в нейронах мозга выявлялся с помощью разработанного нами метод, в основе которого лежит известная в аналитической химии чувствительная специфическая реакция, суть которой состоит в связывании алюминия с красителем ализарином (1,2-диоксиантрахиноном, $C_{14}H_8O_2(OH)_2$). Технология метода включала в себя следующие этапы.

1. Обработка биологического материала раствором гидроксида аммония в течение 15 минут. В результате этой химической реакции достигается связывание содержащихся в клетках катионов Al^{3+} в молекулы нерастворимого в воде гидроксида алюминия:



2. Экспозиция мазков в 5% водном растворе ализарина S (производство фирмы «Sigma», США) продолжительностью 40 минут. При этом происходит образование специфического продукта связывания реагента с алюминием – так называемого ализаринового лака:



3. Фоновое окрашивание мазков-отпечатков 0,1% водным раствором биологического красителя «прочного зеленого» (Fast Green, производство фирмы «Serva», ФРГ).

Препараты, изготовленные по описанной выше методике, подвергались исследованию на световом микроскопе «Биомед-11», оснащенный цифровой фотокамерой. Результаты анализа представлены на микрофотоснимках (рисунок 1).

На фото А показан участок ткани головного мозга мыши контрольной группы, где видны нервные клетки, строение которых полностью соответствует норме. На фото Б представлена ткань мозга мыши, получившей сульфат алюминия, где видны структурно измененные нейроны, в цитоплазме которых присутствуют гранулы ярко-красного цвета, являющиеся продуктом взаимодействия алюминия с ализарином.

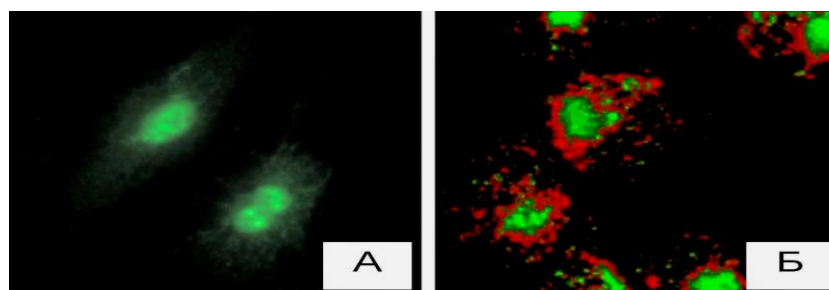


Рис. 1. Кумуляция алюминия в головном мозге белых мышей:

А – нормальные нейроны; Б – нейроны после введения $Al_2(SO_4)_3$: в поле зрения видны ярко-красные ализариновые гранулы.

Увеличение 900×

Результаты проведенных лабораторных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1. Лабораторные показатели на 7 сутки от начала эксперимента.

Группы	Лабораторные показатели, $X \pm S_x$	
	Ализариновые гранулы, %	Индекс гибели нейронов, %
«Чистый» контроль, n = 6	0	0,01±0,001
Контроль растворителя, n = 6	0	0,01±0,001
Опыт, n = 12	12,7±0,15*	10,6±0,23*

Примечание. Отличия от контроля достоверны, $p < 0,01$

Приведенные в таблице 1 данные показывают, что действие сульфата алюминия сопровождается выраженными изменениями исследуемых показателей. Обращает на себя внимание наличие в цитоплазме нейронов у животных экспериментальной группы большого количества ярко-красных гранул как продукта ализариновой реакции (показатель АГ), что свидетельствует о выраженной материальной кумуляции алюминия в ткани мозга. В этой же группе наблюдается высокий индекс гибели нейронов опытной группе - в отличие от контрольных групп, где количество погибших нейронов было близким к нулю.

На приведенной ниже гистограмме отражена общая динамика изменения величин исследованных нами лабораторно-диагностических показателей у мышей экспериментальной группы в различные сроки клинического наблюдения (рисунок 2).

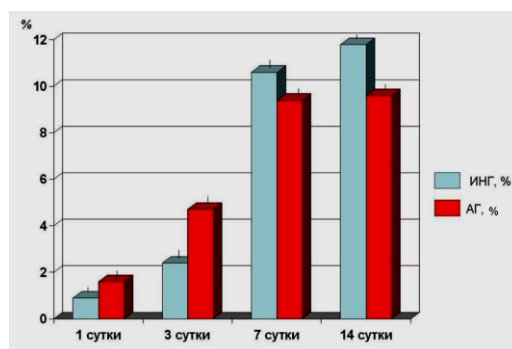


Рис. 2. Динамика кумуляции алюминия в виде образования ализариновых гранул (АГ) и индекс гибели нейронов (ИНГ) у мышей в различные сроки наблюдения

Как видно на рисунке, кумуляция алюминия в клетках мозга происходит постепенно, достигая максимума на 7 сутки. Этот процесс сопровождался прогрессирующим ростом гибели нейронов, который усиливался на протяжении всего времени наблюдения, вплоть до 14 суток, несмотря на то, что накопление алюминия к этому времени уже стабилизировалось.

Таким образом, разработанный способ обнаружения алюминия в биологических тканях обладает высокой чувствительностью, позволяющей идентифицировать данный металл при его попадании в организм даже в незначительных количествах. Способ может быть рекомендован не только для экспериментальной работы на различных видах биообъектов, но и для целей установления факта присутствия алюминия в организме человека, в том числе, для прижизненного анализа – при условии, если в качестве исследуемого материала будут использованы не пробы ткани головного мозга, а мазки периферической крови.

1. Рассмотрены основные пути поступления алюминия в окружающую среду и организм человека и проведен анализ механизмов действия этого металла на биомишени.

2. Разработан новый высокочувствительный способ обнаружения алюминия в биологическом материале, основанный на ализариновой реакции.

3. Экспериментальное исследование влияния сульфата алюминия на головной мозг белых мышей подтвердило факт активной кумуляции алюминия, что приводит к высокому уровню гибели нейронов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артамонов, В.Г., Шаталов, Н.Н. Поражения токсичными металлами / Под ред. В.Г. Артамонова. – М.: Медицина, 2002. – 312 с.

2. Zatta, P., Alfrey, A. Aluminum Toxicity in Human Health and Disease – New York, Boston, Philadelphia: Academic Press, 2015. – 416 p.

3. Palewsky, L. Aluminium in the vaccines // Immun. Res. – 2010. V. 23, N 1. – P. 59.

4. Verstraeten, S., Aimo, L., Oteiza, P. Aluminium: molecular mechanisms of brain toxicity. Archive of Toxicology. – 2008. – Vol. 82. – P. 789.

УДК 543.31:614.8:615.9

А. Г. Бубнов^{1,2}, С. А. Буймова², М. С. Пискунова²

¹ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

²ФГБОУ ВО Ивановский Государственный химико-технологический университет

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РИСКА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА РОДНИКОВЫХ ВОД

Аннотация: в работе были использованы различные подходы оценки риска для здоровья населения из-за употребления родниковой воды. Проанализированы диаграммы полученных значений рисков для здоровья.

Ключевые слова: риск, мониторинг, родниковая вода, население, канцерогенный риск.

A. G. Bubnov, S. A. Buimova, M. S. Piskunova

ASSESSMENT OF RISK INDICATORS BY RESULTS OF MONITORING SPRING WATERS

Abstract: In the work, various approaches were used to assess the risk to public health due to the use of spring water. Analyzed charts obtained values of health risks.

Keywords: risk, monitoring, spring water, population, cancer risk.

Проблема качества питьевой воды затрагивает многие стороны жизни общества в течение всей истории его существования [16]. Питьевая вода – важнейший фактор здоровья человека. Контроль за качеством воды из родников позволяет своевременно устанавливать факт его изменения, выявлять и своевременно устранять причины ухудшения свойств воды, исключать неблагоприятное воздействие на здоровье человека [2].

Россия стабильно входит в группу стран мира, наиболее обеспеченных водными ресурсами, как по общим запасам, так и в расчете на одного жителя. Однако, располагая столь значительными водными ресурсами и используя ежегодно в среднем не более 2 % речного стока, Россия в целом ряде регионов испытывает дефицит в воде. И главная причина в этом – крайне неравномерное распределение водных ресурсов по территории страны, которые не

согласуются с потребностями в них, очень большой их временной изменчивостью, а также высокой степенью загрязнения. По данным Росгидромета в 2017 году водообеспеченность на одного жителя по Ивановской области составляет 55,6 тыс. м³/год [8].

Результатом санитарного надзора за соблюдением требований Федерального закона от 07.12.2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» [15] стало улучшение показателей обеспечения населения питьевой водой. За несколько лет реализации данного закона обеспеченность населения питьевой водой, которая соответствует требованиям безопасности, составила 91,5 % населения страны. Доля источников централизованного питьевого водоснабжения, качество которых не соответствует санитарно-эпидемиологическим требованиям, составила 15,2 % [10].

С понятием здоровья тесно связано представление о факторах риска. Факторы риска – это факторы, благоприятствующие возникновению и развитию болезней. Известно, что в России отсутствует определённая методика оценки экологических рисков, но имеются рекомендации по оценке рисков для здоровья населения от негативного воздействия окружающей среды.

Вода относится к основным факторам, которые влияют на здоровье людей, а отрицательное воздействие на организм человека могут оказывать также вещества, которые содержатся в природных источниках воды, если их концентрация значительно выше или ниже содержания необходимого для нормальной жизнедеятельности человека [1, 7]. Во всем мире неудовлетворительное качество водоснабжения из распределительной сети, недостаточный санитарный контроль и гигиена считаются одной из важных и главных причин потери потенциально здоровых лет жизни из-за смерти и болезни. Отчего всё большая часть населения предпочитает употреблять в качестве альтернативного источника питьевой воды – родниковую воду. Поэтому тема настоящей работы, несомненно, является актуальной.

В данной работе представлен обзор результатов химического анализа проб родниковой воды из источников, расположенных на территории городов Иваново и Кохма. Целями работы были:

- 1) определение показателей качества воды питьевой из подземных источников (родников) городов Иваново и Кохма;
- 2) оценка соответствия качества исследованных вод нормативным требованиям и возможности потребления рассматриваемых образцов вод в питьевых целях в чрезвычайных ситуациях;
- 3) оценка риска здоровью населения по двум различным методикам - [11] и [9];
- 4) разработка мероприятий, направленных на улучшение состояния территории вблизи родников.

Для исследования динамики показателей качества родниковых вод были рассмотрены три природных источника, находящиеся на территории городов Иваново и Кохма как [3]. Отметим, что загрязнение подземных вод рассматривалось по требованиям, относящимся к качеству вод питьевого назначения [12] и [6], причём гигиенические требования к качеству питьевой воды, а также правила контроля качества воды приняты нами по [14].

Проведённый химический анализ родниковой воды из трёх источников показал, что вода из родников не соответствует санитарно-гигиеническим нормативам.

В исследованных источниках были обнаружены превышения нормативных требований по следующим показателям качества:

- для родниковой воды из источника № 1, расположенного в г. Иваново, в районе городского бассейна – содержанию железа, марганца и содержанию СПАВ;
- для родниковой воды из источника № 2, расположенного в г. Кохма - по величине содержания СПАВ, содержанию железа и марганца;
- для родниковой воды из источника № 3, находящегося в парке отдыха «Харинка» г. Иваново – по величине содержания СПАВ, железа и марганца.

Показатели химического состава воды из родника, который расположен в городе Иваново в парке «Харинка» за 2018 год представлены в таблице ниже, из которой видны превышения содержания железа в октябре, а также превышение содержания марганца в январе.

В тяжелых условиях чрезвычайных ситуаций для удовлетворения основных потребностей воды может не хватать, и в таких случаях жизненно важной задачей является обеспечение некоторого минимального уровня снабжения безопасной питьевой водой, необходимого для выживания. Обычно первыми и главными причинами болезней, которые поражают перемещенных лиц во время и после бедствия, являются нехватка воды и потребление зараженной воды.

Таблица. Показатели химического состава воды из родника № 3, расположенного в г. Иваново парк Харинка (в долине р. Увось), в 2018 г.

	ПДК	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Июнь	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.
Жест., мг- экв/л	7	3,6 ± 0,4 (0,51 ПДК)	2,9 ± 0,4 (0,44 ПДК)	3,6 ± 0,4 (0,51 ПДК)	3,4 ± 0,4 (0,49 ПДК)	3,4 ± 0,4 (0,49 ПДК)	2,4 ± 0,4 (0,34 ПДК)	3,1 ± 0,4 (0,44 ПДК)	2,8 ± 0,4 (0,4 ПДК)	4,0 ± 0,3 (0,57 ПДК)
Fe _{общ.} , мг/л	0,3	0,28±0,01 (0,93 ПДК)	0,25±0,01 (0,8 ПДК)	Н/О	0,01 ± 0,01 (0,03 ПДК)	0,25 ± 0,01 (0,83 ПДК)	0,21 ± 0,01 (0,7 ПДК)	0,31 ± 0,01 (1,03 ПДК)	0,21 ± 0,01 (0,7 ПДК)	0,15 ± 0,01 (0,5 ПДК)
Сг _{общ.} , мг/л	0,05	2,6·10 ⁻² (0,05 ПДК)	Н/О	7,04·10 ⁻³ (0,14 ПДК)	2,64·10 ⁻³ (0,05 ПДК)	Н/О	Н/О	Н/О	Н/О	6·10 ⁻³ ±2·10 ⁻³ (0,12 ПДК)
Сu _{общ.} , мг/л	1,0	0,01 (0,01 ПДК)	7,5·10 ⁻² ± 1·10 ⁻² (0,075 ПДК)	2,26·10 ⁻² (0,02 ПДК)	Н/О	5·10 ⁻² ± 1·10 ⁻² (0,05 ПДК)	6·10 ⁻² ±1·10 ⁻² (0,06 ПДК)	4·10 ⁻² ±1·10 ⁻² (0,04 ПДК)	6·10 ⁻² ±1·10 ⁻² (0,06 ПДК)	4·10 ⁻² ± 1·10 ⁻² (0,04 ПДК)
Mn _{общ.} , мг/л	0,1	0,11 (1,1 ПДК)	Н/О	Н/О	Н/О	5·10 ⁻² ± 2·10 ⁻² (0,5 ПДК)	7·10 ⁻² ± 2·10 ⁻² (0,7 ПДК)	4·10 ⁻² ±2·10 ⁻² (0,4 ПДК)	5·10 ⁻² ±2·10 ⁻² (0,5 ПДК)	Н/О
Zn ²⁺ , мг/л	5,0	0,47 (0,09 ПДК)	1,4 (0,28 ПДК)	0,58 (0,12 ПДК)	0,65 (0,13 ПДК)	Н/О	Н/О	Н/О	Н/О	2,9 (0,58 ПДК)
Pb ²⁺ , мг/л	0,03	1,2·10 ⁻² (0,41 ПДК)	Н/О	Н/О	Н/О	Н/О	Н/О	Н/О	Н/О	4·10 ⁻² ±1·10 ⁻³ (1,37 ПДК)
Cd ²⁺ , мг/л	0,001	Н/О	Н/О	3,2·10 ⁻⁴ (0,32 ПДК)	7,0·10 ⁻⁵ (0,07 ПДК)	Н/О	8,05·10 ⁻⁵ ± 4·10 ⁻⁵ (0,08 ПДК)	Н/О	Н/О	1,83·10 ⁻⁴ ±4·10 ⁻⁵ (0,183 ПДК)

Водоснабжение в чрезвычайных ситуациях является одной из важнейших задач инженерного обеспечения в условиях чрезвычайной ситуации. Водоснабжение в чрезвычайных ситуациях включает:

- выявление источников,
- добычу,
- очистку,
- хранение,
- подвоз, то есть доставку,
- выдачу воды,
- контроль за её качеством.

Источников водоснабжения в чрезвычайных ситуациях могут быть открытые водоёмы, подземные артезианские скважины, шахтные колодцы и родники. Без воды не может быть жизни, здоровья и человеческого достоинства.

В России отсутствует нормативная методика оценки экологических рисков. Имеются рекомендуемые методики к применению по оценке риска для здоровья человека от воздействия негативных факторов окружающей среды, в частности [8].

Также, оценка риска здоровью населения осуществлялась по методическому подходу, предложенному учёными Авериним Г.В. и Звягинцевой А.В. из Донецкого национального технического университета (ДонНТУ) [9].

Расчёт показателей риска для здоровья населения по [11] и [9], результаты которого представлены в [3], проводился на примере родника № 2. Нами была проведена сравнительная характеристика двух подходов на примере такого загрязняющего вещества, как Cd^{2+} с учётом данных 2018 и 2019 гг. (рис. 1).

В целом величины риска по исследуемым методам за исследуемый период уменьшаются, что свидетельствует о тенденции улучшения качества родниковой воды из источника № 2, расположенного в г. Кохма.

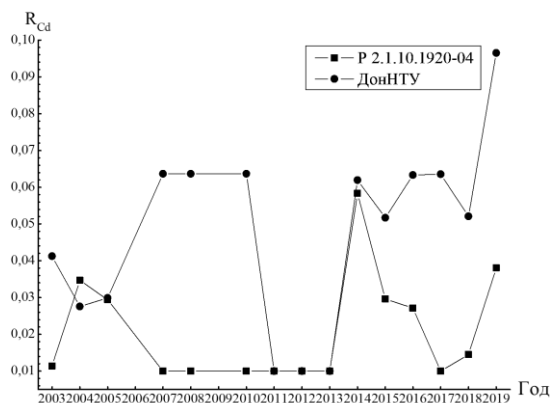


Рис. 1. Динамика величин риска употребления родниковой воды из источника № 2 (по содержанию Cd^{2+})

На основе проведённых аналогично [3] расчётов была получена динамика величины пожизненного индивидуального риска от употребления вод на примере источника № 1, который расположен в районе городского бассейна (рис. 1). Большую часть результатов вычислений можно отнести к низкому риску, т.е. риск приемлем без ограничений исходя из критериев Эшби.

Результаты мониторинга и расчётов показали, что значения пожизненного индивидуального риска от употребления родниковой воды в Иванове и Кохме можно отнести к низкому риску, т.е. риск приемлем без ограничений исходя из критериев Эшби [4]. В частности, была получена динамика с 2003-2019 гг. (рис. 2) величины пожизненного индивидуального риска от употребления воды из источника № 1 – г. Иваново, район городского бассейна.

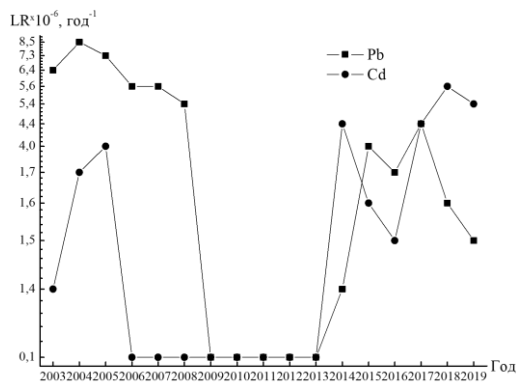


Рис. 2. Динамика величины пожизненного индивидуального риска от употребления воды из источника № 1 (г. Иваново, район городского бассейна)

В целом пожизненный индивидуальный риск от употребления воды из источника находится на приемлемом законодательством РФ уровне.

Оценки показателей риска для здоровья населения по [11] и [9] на примере родника № 1 в течение последних четырёх лет в январе (спад производства в г. Иваново и Кохма). Причём была проведена сравнительная характеристика двух использованных подходов на примере соединений такого загрязняющего вещества, как $Fe_{общ}$, (см. рис. 3).

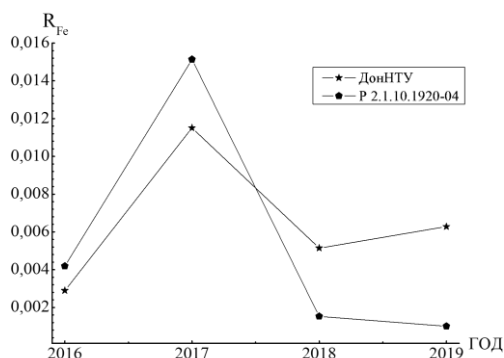


Рис. 3. Динамика величин риска употребления родниковой воды из источника № 1 (по содержанию $Fe_{общ}$) в течение четырёх лет в январе.

Величины риска для здоровья по данным обоих методов оценки за исследуемый период находятся примерно на одном уровне, что свидетельствует о тенденции стабильности качества родниковой воды из источника № 1, расположенного в г. Иваново.

В целом оба применённых нами подхода применимы к расчёту показателей риска для здоровья населения при употреблении родниковой воды и, вероятно, методика ДННТУ, можно применять для оценок экологических рисков. Методика ДННТУ для расчёта нижней границы риска применительно к родниковым водам не подходит.

С целью сохранения и улучшения санитарного состояния природных источников необходимо выполнять мероприятия, которые направлены на улучшение состояния территории вблизи родника, а также на качество родниковой воды необходимо:

- организовать надкаптажные сооружения в соответствии с законодательством об источниках водоснабжения;
- соблюдение зон санитарной охраны вокруг родников [13], для этого необходимо определение границ поясов ЗСО подземного источника.

В качестве мероприятий по устранению негативных факторов, оказывающих влияние на качество родниковых вод, можно предложить, например, кипячение и фильтрование.

Для обеспечения граждан питьевой водой в случае возникновения чрезвычайной ситуации может осуществляться резервирование источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения на основе защищённых от загрязнения и засорения подземных водных объектов [5]. В качестве источников питьевого водоснабжения для обеспечения граждан питьевой водой в случае возникновения чрезвычайной ситуации может быть использована вода исследованных родников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арустамов Э. А. Природопользование: учеб. пособие для вузов: [Текст] / Э. А. Арустамов. – М.: Издательский Дом «Дашков и Ко», 2002. – 276 с.
2. Бессонова, Т. А. Влияние воды на здоровье человека: [Текст] / Т.А. Бессонова, В.И. Хайновский // Молодые аграрии Ставрополья. – 2013. – №1. – С. 163–164.
3. Бубнов, А. Г. Риск для здоровья населения от перорального употребления родниковых вод [Электронный ресурс] / А. Г. Бубнов, С. А. Буймова, М. С. Пискунова. // Сборник статей по материалам VIII Всероссийской научно-практической конференции: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, г. Железногорск, 26 октября 2018 г., - С. 219-223. URL: <http://sibpsa.ru/science/publications/m-26-10-2018.pdf> (дата обращения 03.03.2019).
4. Ваганов, П. А. Человек-Риск-Безопасность / П.А. Ваганов. - СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та. - 2002. – 160 с.
5. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 03.08.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2019).
6. ГН 2.1.5.2280-07. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Дополнения и изменения № 1 к ГН 2.1.5.1315-03.
7. Голдовская-Перистая, Л. Ф. Гигиеническая оценка качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения Белгородской области по некоторым химическим показателям / Л. Ф. Голдовская-Перистая, В. А. Перистый, А. А. Шапошников // Научные ведомости Белгородского государственного университета, серия: естественные науки. – 2008. - № 6. – Т. 3. – С. 140-146.
8. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2017 году». – М.: НИА-Природа, 2018. – 298 с.
9. Звягинцева, А. В. Оцінка екологічних ризиків при забрудненні водних об'єктів (на прикладі рік та водоймищ донецької області): [Текст] / А.В. Звягинцева // Вісник Донецького університету. Серія природничі науки. – 2007. № 2. – С. 330-337.
10. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия, 2018. – 268 с.
11. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду.
12. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
13. СанПиН 2.1.4.1110-02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения.
14. СанПиН 2.1.4.559–96 «Питьевая вода и водоснабжение населённых мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
15. Федеральный закон от 07.12.2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» (ред. от 29.07.2018).

16. Шимова, О. С. Основы экономики природопользования: учеб. пособие / О.С. Шимова – Минск: НКФ «Экоперспектива», 1995. – 127 с.

УДК 502.1

А. А. Муратова, Ю. Н. Картушина

ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ В ГОРОДАХ-МИЛЛИОНЕРАХ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ВОЛГОГРАДА

Аннотация: Проведен анализ основных проблем обращения с твердыми коммунальными отходами в городе Волгограде. Обозначен вред захоронения утильных компонентов твердых коммунальных отходов. Изучены правовые акты, направленные на решение данных проблем. Предложены возможные рациональные пути решения проблем обращения с ТКО в городах-миллионерах.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, сортировка ТКО, обращение с отходами, полигон, утилизация, захоронение, свалки.

A. A. Muratova, Yu. N. Kartushina

CONDITION OF THE ISSUE OF HANDLING WITH SOLID MUNICIPAL WASTE IN MILLIONAIRE CITIES ON THE EXAMPLE OF THE VOLGOGRAD CITY

Abstract: The analysis of the main problems of solid municipal waste management in the Volgograd city was carried out. Hazardous components of solid waste at landfills are indicated. Legal acts aimed at solving these problems have been studied. Possible rational solutions to the problems of solid municipal waste management in millionaire cities have been proposed.

Keywords: municipal solid waste, MSW sorting, waste management, landfill, recycling, disposal of MSW, rubbish dump.

Безопасное обращение с отходами, включая утилизацию их компонентов, является одним из важнейших направлений природоохранных мероприятий, способствующих охране здоровья населения и реализующих его право на благоприятную окружающую среду, что необходимо для любого субъекта Российской Федерации, в том числе и для города Волгограда.

В настоящее время на территории Волгограда существуют три основные проблемы в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО):

- наличие свалок, образованных 20 – 50 лет назад;
- недостаточное количество объектов инфраструктуры обращения с ТКО, соответствующих нормам и требованиям законодательства, в том числе сортировочных и перерабатывающих мощностей, отсутствие которых приводит к нерациональному использованию природных ресурсов;
- несанкционированное размещение ТКО [5].

Необходимо отметить, что Волгоград является самым маленьким городом-миллионером России по данным Росстата, однако, несмотря на это, проблема обращения с твердыми коммунальными отходами стоит остро. Следовательно, для более крупных городов эта тема является не менее актуальной.

Целью статьи является изучение состояния вопроса обращения с ТКО в городах-миллионерах на примере города Волгограда, для этого необходимо решить ряд задач:

- показать вред, приносимый природным объектам и человеку, захоронением ТКО;
- привести законодательные акты, нацеленные на борьбу с захоронением утильных компонентов ТКО;
- предложить пути уменьшения количества отходов, поступающих на полигон.

Согласно действующему законодательству существуют три способа предотвращения негативного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду:

- обезвреживание;
- утилизация (5 %);
- захоронение отходов (95 %).

Основным способом обращения с ТКО в городах-миллионерах на данный период времени является захоронение на полигонах. При этом нужно отметить, что в процессе жизненного цикла полигон ТКО образует комплекс воздействующих на окружающую среду, живых организмов и человека факторов, например, образование:

- свалочного газа,
- фильтрата,
- сточных вод с поверхности полигона,
- пыли,
- запаха.

Эти факторы негативно влияют на состояние почв и атмосферного воздуха; способствуют попаданию вредных компонентов в наземные и грунтовые воды [1]. Кроме того, полигонами занимают внушительные площади земельных ресурсов, общая их площадь составляет около 10 тыс. га [7], которые могли бы использоваться под нужды сельского хозяйства, селитебные застройки и прочее.

Переход из одной фазы жизненного цикла свалочного тела в другой сопровождается в одних случаях высвобождением и растворением тяжелых металлов и перехода их в фильтрат, в других – образованием и выделением биогаза.

Выделение из тела полигона фильтрата – концентрированной токсичной жидкости с высоким содержанием патогенных бактерий и микроорганизмов – приносит губительные и опасные для жизни человека и окружающей природной среды факторы. Фильтрат имеет сложный состав, который качественно меняется во времени от фазы к фазе жизненного цикла полигона. В водах фильтрата полигонов концентрации органических и неорганических загрязнителей относительно высоки и превышают ПДК в несколько раз.

Так отсутствие системы отвода, сбора и очистки для фильтрата является грубым нарушением прав человека на безопасные условия жизни, так как фильтрат предстает источником загрязнения поверхностных и подземных вод на протяжении всего жизненного цикла полигона ТКО.

Основными источниками образования фильтрата в теле полигона являются:

- атмосферные осадки, контактирующие с поверхностью массива отходов;
- исходная влажность отдельных видов отходов;
- влага, образующаяся в результате биохимических процессов в теле полигонов твердых коммунальных отходов.

Еще одним важным фактором негативного воздействия на окружающую среду можно назвать неконтролируемое образование и выделение с территории полигона ТКО биогаза, который состоит из метана (30 – 50 %) и углекислого газа (70 – 50 %). Биогаз часто является причиной возгорания на полигонах, которые в свою очередь являются источниками вторичного загрязнения атмосферы дымовыми газами, содержащими высокотоксичные компоненты, являющиеся продуктами горения или термического разложения компонентов в составе твердых коммунальных отходов [2].

Сортировка ТКО на отдельные фракции – немаловажный этап в комплексе мер, направленных на минимизацию их образования [3].

Отсутствие предварительной сортировки отходов приводит к тому, что и размещение отходов на полигонах и мусоросжигание не отвечают современным санитарным требованиям и являются источником загрязнения окружающей среды.

С 1 января 2018 г. действующим природоохранным законодательством [6] установлен запрет на захоронение отходов, в состав которых входят полезные компоненты, подлежащие утилизации. На полигонах ежегодно безвозвратно теряется 9 млн т макулатуры, 1,5 млн т черных и цветных металлов, 2 млн т полимерных материалов, 0,5 млн т стекла. Многие свалки уже заполнены или близки к заполнению, а строительство новых связано с определенными трудностями, особенно в крупных городах и вблизи водоемов [7].

При решении проблем в сфере обращения с ТКО следует придерживаться рекомендуемых государственной политикой параметров:

– снижение бюджетных расходов на ликвидацию и предупреждение образования несанкционированных свалок и захламления территорий, а также на создание инфраструктуры и транспортной системы в сфере обращения с ТКО;

– увеличение объема средств, привлекаемых из внебюджетных источников и федерального бюджета;

– увеличение объема утилизируемых отходов [5].

Перспектива развития города Волгограда до 2020 г. предусматривает увеличение объема извлечения утильных компонентов.

Нужно отметить, что способ захоронения ТКО выбирается отходообразователем прежде всего из-за преимущественно самой низкой стоимости, однако в Волгоградской области есть спрос на утильные компоненты от различных организаций, некоторые из них представлены в таблице 1.

Таблица 1. Примеры предприятий по приему вторичного сырья в Волгоградской области

Муниципальный район Волгоградской области	Наименование организации	Вид принимаемого отхода – вторичного сырья
г. Волгоград	ООО «ПК Снежинка»	макулатура
г. Волгоград	ООО «Современник-2»	макулатура
г. Волгоград	ТПК «Холтес»	пластик
г. Волгоград	ООО «ВИД-авто»	макулатура, лом свинца, стружка металлов (в том числе загрязненная), пластик
г. Волжский	ООО «Волма»	макулатура
г. Волжский	ООО «БМК»	ПЭТ-бутылки
г. Камышин	ООО "КАМСТЕК"	бой стекла

Всего это около 20 организаций; главным препятствием для предоставления вторичного сырья является отсутствие сортировки утильных компонентов при сборе отходов [4].

В настоящее время существуют три основные стратегии обращения с отходами:

– топливно-энергетическая стратегия, к которой относятся сжигание отходов с получением тепла и электроэнергии, пиролиз и газификация;

– сырьевая стратегия, включающая в себя селективный сбор утильных фракций твердых коммунальных отходов, сортировку их на промышленных комплексах с получением вторичного сырья для производства;

– биотехнологическая стратегия, включающая в себя анаэробное и аэробное компостирование отходов с получением компоста и биогаза, экологически чистое захоронение отходов на полигонах твердых коммунальных отходов, а также получение биоэтанола.

Учитывая географическое положение и климатические особенности города Волгограда, плотность и средний доход населения, сравнительные характеристики данных технологий позволяют сделать вывод о том, что наиболее приемлемой к применению на его территории является сырьевая Стратегия обращения с отходами. Вместе с тем в ходе анализа определено, что все технологии состоят из сортировки отходов с последующей переработкой вторсырья и захоронением неутильной части отходов на полигоне ТКО.

Учитывая составляющие перерабатывающих производств, а также направления государственной политики в данной сфере, создание объектов инфраструктуры обращения с ТКО в регионе целесообразно осуществлять в следующей последовательности:

– первый этап – создание объектов приема (мусороперегрузочные объекты) и захоронения ТКО (полигоны твердых коммунальных отходов) с эффективной современной системой сбора и транспортировки отходов. Создание в первую очередь именно таких объектов обусловлено тем фактом, что полигон твердых коммунальных отходов является неотъемлемой составляющей любой технологии переработки отходов, а также отсутствием на данный момент у захоронения ТКО экономической альтернативы по обеспечению экологической безопасности при обращении с отходами. На данном этапе путем размещения твердых коммунальных отходов только на экологически безопасных объектах достигается первая цель Стратегии – экологическая безопасность при обращении с твердыми коммунальными отходами;

– второй этап – дооснащение объектов первого этапа мусоросортировочными мощностями;

– третий этап – ввод в эксплуатацию перерабатывающих предприятий, что позволит завершить полный цикл операций в сфере обращения с ТКО.

Вторым и третьим этапами достигается вторая цель Стратегии – ресурсосбережение.

При этом основными критериями, подлежащими учету при принятии решения о создании того или иного объекта инфраструктуры обращения с отходами на территории города Волгограда с целью их дальнейшего успешного и эффективного функционирования, должны являться:

- экологическая безопасность;
- экономическая заинтересованность для инвестора;
- отсутствие бюджетных гарантий и обязательств;
- доступный тариф для населения [5].

Вопрос обращения с ТКО в Российской Федерации имеет перспективу развития ввиду большой социальной, экономической и экологической значимости.

Для реализации мер, предложенных государственными структурами, необходимо начать с локальных действий:

– воспитывать культуру сбора мусора в общеобразовательных и детских учреждениях путем проведения соответствующих лекций и установки контейнеров для раздельного сбора отходов;

– поощрение организаций, обеспечивающих частный сбор опасных компонентов, зачастую попадающих в ТКО (ртутные лампы, батарейки, аккумуляторы);

– создание пунктов приема вторичного сырья от населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джамалова Г. А. Антропогенный пресс ТКО на водный режим полигона. Известия российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена, 2014. № 165. 112 – 120 с.

2. Знаменок А. Ю., Трофимова В. А., Комиссарова А. В. Актуальные проблемы полигонного захоронения ТКО. Научное сообщество студентов: Междисциплинарные исследования: сб. ст. по мат. XLIV междунар. студ. науч.-практ. конф. № 9 (44).

3. Ламзина И. В., Желтобрюхов В. Ф., Шайхиев И. Г. Анализ методов сортировки твердых бытовых отходов. Вестник Казанского технологического университета, 2015. Т. 18, № 5. 244 – 247 с.

4. Муратова А. А., Картушина Ю. Н. Анализ состояния вовлеченности твердых коммунальных отходов во вторичное производство в Волгоградской области. Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сб. тр. всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов (22 – 24 ноября 2018 г.), отв. ред.: Д. А. Чинахов; ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический ун-т», Юргинский технологический ин-т (филиал), Томск, 2018. 99 – 101 с.

5. Приказ комитета природных ресурсов и экологии Волгоградской обл. от 17.03.2015 N 189 (ред. от 27.08.2018) «Об утверждении комплексной стратегии развития сферы обращения с твердыми коммунальными отходами на территории Волгоградской области на период до 2020 года».

6. Распоряжение Правительства РФ от 25 июля 2017 г. № 1589-р. «Об утверждении перечня видов отходов производства и потребления, в состав которых входят полезные компоненты, захоронение которых запрещается».

7. Сопилко, Н. Ю. Переработка отходов – анализ мировых тенденций. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://msk.specialautoservice.ru/pererabotka-otxodov-analiz-mirovuyh-tendencij/>

УДК 355.404.7

Ю. С. Иванов, В. Ю. Кудрявцев

ФГКВООУ ВО Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ МОБИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ ЗА РУБЕЖОМ

Аннотация: В статье рассматриваются машины РХБ разведки ведущих зарубежных стран их технические характеристики, преимущества и недостатки. Тенденции развития технических средств войсковой биологической разведки за рубежом.

Ключевые слова: Комплекс технических средств биологической разведки; машины РХБ разведки; высококомбинированные разведывательные системы; оборудование для взятия биологических проб.

Y. S. Ivanov, V. Yu. Kudryavtsev

ANALYSIS OF DEVELOPMENT OF FOREIGN MOBILE COMPLEXES OF BIOLOGICAL RECONNAISSANCE

Abstract: In this article is concerned the NBC reconnaissance vehicles of leading foreign countries, the main technical descriptions of vehicles, their advantages and deficiencies. The authors were analyzed the development trends of technical means of the foreign troops biological reconnaissance.

Keywords: Complexes of technical means of the biological reconnaissance; NBC reconnaissance vehicles; highly mobile reconnaissance systems; biological specimen sampling equipment.

В системе мероприятий биологической защиты важная роль отводится своевременному выявлению факта применения биологических средств, в целях получения данных о масштабах и характере биологического заражения, а также принятия адекватных мер защиты. Исходными данными для определения масштабов и характера биологического заражения являются результаты биологической разведки.

Комплекс технических средств биологической разведки ведущих зарубежных стран включает:

- войсковые средства разведки для своевременного обнаружения факта применения биологического оружия (биологического заражения) в условиях ведения боевых действий, представленные машинами разведки;

- мобильные лаборатории подразделений РХБ защиты Объединенных Вооруженных Сил НАТО, групп быстрого реагирования национальной гвардии сухопутных войск, территориальных сил гражданской обороны, специальных подразделений по борьбе с химическим и биологическим терроризмом, оснащенные системами и аналитическим оборудованием для проведения специфической индикации (идентификации) БПА;

- системы мониторинга и контроля состава воздушной среды на территории объектов, имеющих важное оперативное и стратегическое значение (морских баз, аэропортов, органов административного и военного управления и т.п.).

В данной статье будут рассмотрены машины РХБ разведки и контроля.

Анализ доступной литературы и интернет ресурсов показал, что в настоящее время в ВС и специальных подразделениях зарубежных стран имеются следующие машины РХБ разведки:

- машина радиационной, химической разведки «Фукс» (FUCHS, фирма «RHEINMETALL GROUP», Германия);

- машина биологической разведки «Био-Фукс» (FUCHS/FOX Bio-RS, фирма «RHEINMETALL GROUP», Германия);

- машина РХБ разведки БМР-600 (VRAC-NBQ, Испания);

- машина РХБ разведки «Пиранья» (Piranha, фирма «MOWAG», Швейцария), выпускаемая по лицензии в Канаде, Чили и Великобритании компанией «Alvis Vehicles» и экспортируемая в Кувейт, Оман и Саудовскую Аравию;

- машина радиационной, химической разведки M93A1 «Фокс» (M93A1 FOX фирма «GENERAL DYNAMICS», США);

- машина РХБ разведки «Страйкер» M1135 NBCRV (M1135 Stryker NBCRV, фирма «GENERAL DYNAMICS», США);

- машина радиационной, химической разведки «ВАБ-РЕКО» (VAB-RECO, фирма «THALES GROUP», Франция);

- усовершенствованная машина химической и биологической разведки «ИБДС» (IBDS, фирма «INSIZE LTD», Великобритания);

- машина биологической разведки «БИДС М31» (BIDS M31, фирма «ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY GROUP», США);

- машина РХБ разведки «ПАРС» 6х6 (PARS 6х6, компания FNSS, Турция);

- машина РХБ разведки «Аллигатор» (Alligator, компания «KERAMETAL», Словакия)

и др.

Рассмотрим приборное оснащение некоторых машин РХБ разведки и контроля зарубежных стран.

Одной из наиболее эффективных созданных за рубежом моделей в настоящее время является модернизированная машина разведки «Фукс» на базе шестиколесного бронетранспортера Transportpanzer 1. Машина имеет цельносварный корпус для защиты экипажа от стрелкового оружия и осколочных снарядов, и систему избыточного давления, обеспечивающую защиту от поражающих факторов ОМП. Машина обеспечивает отбор, хранение, транспортировку и анализ проб воздуха, почвы, воды. Кроме того, она оснащена аппаратурой, позволяющей автоматически определять (с помощью приемника космической

радионавигационной связи) собственные координаты (погрешность измерения ± 25 м); скорость и направление ветра; температуру воздуха и поверхности почвы; относительную влажность воздуха и атмосферное давление.

В состав оборудования машины РХ разведки «Фукс» входят: радиометр АСГ-1; дозиметр МАВ 500; масс-спектрометр ММ-1; приборы химической разведки КАМ (британский вариант) и М43А1; УКВ-радиостанция; навигационная система; метеорологический датчик; система коллективной защиты от ОМП; приемник космической радионавигационной системы «NAVSTAR»; двухколесное выносное устройство для сбора проб с поверхности (почва, вода); устройство сбрасывания маркеров для ограждения зоны заражения.

По оценке немецких специалистов, данная машина хорошо зарекомендовала себя во время боевых действий в Ираке и бывшей Югославии. Вместе с тем отсутствие аппаратуры, направленной на проведение биологической разведки существенно ограничивало ее оперативные возможности, не позволяя обеспечивать контроль возможного наличия в окружающей среде биологических поражающих агентов (БПА). В этой связи немецкая фирма «RHEINMETALL GROUP» разработала два варианта модификации машины РХ разведки «Фукс». Первый из них дополнительно имеет биологическую лабораторию «BIRD» (BIRD – Biological Identification Refinement Device), размещенную на автомобиле или в одномосном прицепе (рисунок 1).



а)



б)

Рис. 1. Размещение биологической лаборатории BIRD на автомобиле (а) и на прицепе (б)

Лаборатория оснащена аппаратурой для отбора проб и идентификации БПА; хранилищем для проб, подлежащих анализу в стационарных условиях, и обеспечивает автономную работу экипажа из двух человек в полевых условиях в течение двух суток. Вместе с тем результаты испытаний экспериментального образца свидетельствуют, что размещение приборов биологической разведки в отдельном прицепе может негативно повлиять на эксплуатационные характеристики машины, увеличит время разворачивания и приведет к снижению ее маневренности на поле боя. Поэтому немецкими специалистами создан второй вариант машины – специализированная автономная бронемашина для биологической разведки «Био Фокс» (Bio-RS Fox), внешний вид которой показан на рисунке 2.

Машина «Био Фокс» предназначена для совместного разворачивания с машинами РХ разведки и обеспечивает отбор; безопасное хранение; транспортировку и анализ проб воздуха, почвы, воды. Время непрерывного ведения разведки без пополнения запаса расходных средств составляет 12 ч, а в случае их частичного пополнения может увеличиться до 48 ч.



Рис. 2. Внешний вид машины РХБ разведки «Био Фокс» на базе бронетранспортера TPz-1A3

Основную часть салона машины занимает микробиологический бокс со вторым или третьим уровнем биологической безопасности для работы с пробами аэрозоля. В состав оборудования также входят: аппаратура метеокомплекта, устройство определения аэродинамических характеристик аэрозольных частиц американской фирмы «TSI»; пробоотборник производительностью до $180 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$; приспособления для отбора проб воды и почвы; морозильная камера; хранилища реактивов и проб; комплект аппаратуры для идентификации БПА «LightCycler» швейцарской корпорации «Hoffmann-La Roche», исключительные коммерческие права на использование которого были переданы разработчиком американской фирме «Idaho Technology». Идентификацию БПА проводят с помощью генетических и иммунологических методов.

Аппаратура метеокомплекта бронемашины автоматически определяет собственные координаты (погрешность измерения $\pm 25 \text{ м}$) с помощью приемника космической радионавигационной системы и угол крена по показаниям электронного отвеса (гравитометра). Кроме скорости и направления ветра измеряется температура воздуха и поверхности почвы, а также относительная влажность воздуха и атмосферное давление. Комплекс позволяет выполнять весь спектр измерений в движении в любых климатических и погодных условиях.

Для отбора проб почвы в кормовой части бронетранспортера находится устройство с двойными небольшими колесами с силиконовыми покрышками, которые опускаются и катятся по земле, а затем поднимаются, забирая пробу почвы, которая передается в бронетранспортер для выполнения анализа. Кроме того, в кормовой части машины находится люк, через который с помощью пробоотбирающего устройства вручную проводят забор проб для дальнейшего анализа. В устройстве предусмотрены рукавичные отверстия, позволяющие оператору работать с зараженным материалом с полной от них изоляцией. Вид кормовой части машины показан на рисунке 3.



Рис. 3. Кормовая часть машины РХБ разведки «Био Фокс» с открытым задним люком (а) и при отборе пробы почвы вручную (б)

К началу 2004 года войска Bundeswehr располагали 114 машинами различных модификаций, кроме того, в США было поставлено 123 ед. таких машин (1989), в Великобританию – 11 ед. (1990), в Саудовскую Аравию – 10 ед. (1992), в Нидерланды – 8 ед. (2004) и в Норвегию – 2 ед. (2004), в ОАЭ – 32 ед. (2005).

Для армии США машину «Фукс» поставляли под названием машина РХБ разведки M93, первое поколение которой было модернизировано компанией GDLS на военной базе Anniston при поддержке RLS (США) и названо M93A1 «Фокс».

Машинами РХБ разведки M93A1 была оснащена в первую очередь служба реагирования на чрезвычайные ситуации с применением опасных химических веществ и биологических агентов (CBIRF – Chemical and Biological Incident Response Force) морской пехоты, созданная в США в 1996 году [56]. Подразделения CBIRF задействовались в рамках обеспечения безопасности Олимпийских игр в Атланте (1996), в обследовании здания сената США по сигналу об обнаружении рицина в феврале 2004 года и для решения других задач. Специалисты CBIRF подготовлены к работе с 25 видами БПА.

В настоящее время производство машин РХБ разведки на базе TPz-1A3 Фукс/Фокс прекращено. На смену им пришли машины Dingo2 (рисунок 4) компании Krauss Maffei Wegmann и фирмы Bruker Daltonik (Германия). В 2012 году немецкая оборонная промышленность заключила с Саудовской Аравией контракт на сумму 100 млн. долл. на поставку 30 машин Dingo2.



Рис. 4. Внешний вид машины РХБ разведки Dingo2

В девяностых годах в США во время реформирования ВС перед военными встал вопрос оснащения сухопутных войск новой бронетехникой. Согласно принятой концепции, сухопутные войска, в зависимости от их оснащения, должны были делиться на три типа подразделений. Тяжелые дивизии и бригады предлагалось оснащать танками, легкие пехотные – бронетранспортерами семейства M113 и легкобронированной техникой. Для оснащения средних (промежуточных) дивизий (бригад) компания GDLS выбрала бронетранспортеры «Страйкер».

Первоначально реализация проекта предполагалась в два этапа. На первом этапе (до 2001 года) комплект планировалось оснастить по модульному принципу аппаратурой, созданной в рамках разработки других средств биологической разведки (БИДС, ИБАД, БА-УС и др.), а также коммерчески доступными средствами обнаружения БПА. На втором этапе (до 2006 года) предусматривалась замена этой аппаратуры специально разработанными приборами с существенно сниженными массогабаритными характеристиками. Однако объективные сложности, связанные с необходимостью интеграции различных компонентов в рамках единого устройства и обеспечения заданных показателей эффективности, уже в 2000 году привели к существенной корректировке темпов НИОКР и сроков постановки комплекта на снабжение. Затраты на программу его разработки и проведение испытаний превысили 200 млн. долл., а суммарные расходы, с учетом предполагаемой закупки более 1100 комплектов для всех видов ВС США, в период до 2009 года оценивались в

1,2 млрд. долл.

Необходимо отметить, что в 2003 году при эксплуатации машин РХБ разведки «Страйкер» в условиях реальных боевых действий в Ираке был выявлен ряд существенных недостатков конструкции выбранной базы: малая удельная мощность (БТР вяз в песке), высокий центр тяжести (возможность опрокидывания машины), незащищенность от противотанковых средств (защита обеспечивалась только от стрелкового оружия и не работала для простейших противотанковых средств, в частности от РПГ-7), проблемы с колесами и подвеской (после нескольких дней эксплуатации колеса требовали замены). Последующие партии бронетранспортеров изготавливали с учетом выявленных проблем, но значительных изменений в конструкции не последовало. Бронемшины получили новую электронику, штатные противокумулятивные решетки и ряд других исправлений. Внешний вид машины РХБ разведки «Страйкер» показан на рисунке 5.



Рис. 5. Внешний вид машины РХБ разведки «Страйкер»

В конце декабря 2005 года корпорация «General Dynamics» осуществила поставку в СВ США первых двух машин РХБ разведки «Страйкер» M1135 NBCRV (Nuclear Biological, Chemical Reconnaissance Vehicle), а к середине 2006 года – еще 15 машин для проведения комплексных войсковых экспериментов. В конце 2007 года машина принята на вооружение сухопутных войск США. По состоянию на начало 2016 года произведено 234 ед. техники. Ожидается, что в перспективе эта машина заменит стоящую в настоящее время на снабжении машину РХ разведки M93A1 «Фокс», которая, как заявляется, уже не соответствует современным требованиям, предъявляемым к такого рода техническим средствам.

Машина M1135 NBCRV лишена каких-либо систем вооружения, кроме личного оружия экипажа. Экипаж из четырех человек работает в полностью загерметизированном корпусе и располагает оборудованием, необходимым для обнаружения и идентификации различных источников ионизирующих излучений и радиоактивных веществ, ОБ и БПА всех типов, а также обозначения зон заражения, отбора проб и быстрой передачи полученных данных по каналам связи в интересах частей и соединений сухопутных войск США.

Комплекс технических средств биологической разведки машины «Страйкер» (рисунок 6) включает: аппаратуру системы биообнаружения Joint Biological Point Detection System (JBPDS); химико-биологический масс-спектрометр (Chemical Biological Mass Spectrometer CBMS); метеокомплект Netsman; микробиологический изолятор с рукавичными отверстиями для отбора проб. Автоматические системы обнаружения РХБ опасности интегрированы с бортовыми навигационными и метеорологическими системами и автоматической системой управления боем. Для обозначения участков заражения предусмотрено использование единых для армий стран НАТО знаков.

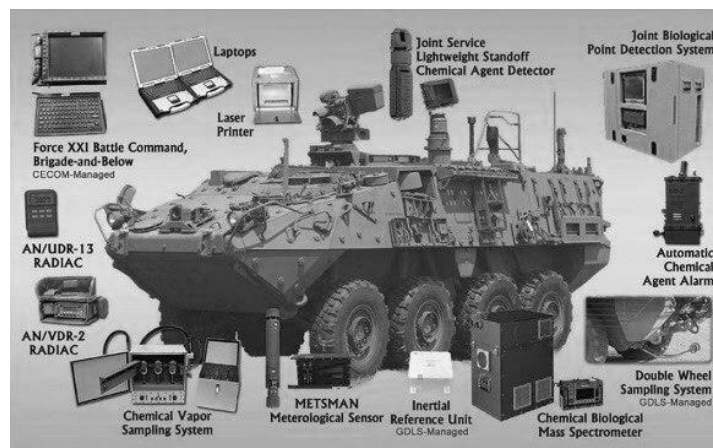


Рис. 6. Комплект технических средств РХБ разведки машины «Stryker» M1135 NBCRV

Система JBPDS, обеспечивающая автоматическое обнаружение в воздухе БПА (в незначительных концентрациях) и их идентификацию, а также передачу информации об угрозе на ближайшие и отдаленные точки системы оповещения, предназначена для использования всеми видами ВС США и будет являться основным штатным комплексом биологической разведки до 2020 года. Датчик прибора системы биообнаружения непрерывно исследует атмосферный фон на предмет наличия БПА, используя вызванную лазером флуоресценцию. При срабатывании прибора (определении наличия микроорганизмов в воздухе) включается концентратор-пробоотборник и производится отбор пробы воздуха в объеме нескольких сотен литров воздуха за минуту. Проба представляет собой небольшое количество жидкости, содержащей концентрированный образец аэрозоля. Образец оценивается на наличие БПА методом иммуноферментного анализа с автоматизированным получением результата. При положительном результате подается сигнал биологической опасности. Первые 35 систем JBPDS были предоставлены в распоряжение 375-ой роты химической защиты сухопутных войск армии США. Основными недостатками, ограничивающими использование JBPDS в боевых условиях, являются большие размеры и высокое энергопотребление.

Химико-биологический масс-спектрометр – система, основанная на использовании метода масс-спектрометрического анализа сложных биоорганических соединений. Ее действие заключается в непосредственной выборке и анализе «производных» биологических частиц после термического воздействия на них. Принцип «сухой» системы сводит к минимуму техническую нагрузку на прибор и затрату времени; обеспечивает снижение массо-габаритных характеристик и энергопотребления по сравнению с существующими системами. В системе СВМС используется связь пиролизера и «виртуального» импактора. Работа в режиме мониторинга воздуха возможна без участия оператора. В настоящее время в системе используются ионные мембраны. Система устойчива к механическим воздействиям, суровым климатическим условиям, вибрации и экстремальным перепадам температур.

Заложенные в машинах биологической разведки «Фукс/Фокс» и «Страйкер» технические решения широко используются армиями различных стран при создании собственных технических средств. Так, в 1990 году во Франции и Республике Корея с помощью немецких специалистов были разработаны аналогичные комплекты РХ разведки, смонтированные на шасси собственного производства.

Одной из последних разработок стран НАТО является машина РХБ разведки PARS (колесная формула 6х6), изготовленная турецкой компанией FNSS (рисунок 7).



Рис. 7. Внешний вид машины РХБ разведки PARS

Машина имеет возможность обнаружения и идентификации ОВ, других токсичных промышленных веществ (включая возможность удаленного обнаружения), биологических веществ, а также оценки радиационной обстановки. Установленная в машине PARS система коллективной защиты от ОМП, соответствующая стандарту НАТО АЕР-54. Машина оборудована стабилизированным дистанционно управляемым боевым модулем, в который в соответствии с требованиями заказчика могут устанавливаться 40-мм автоматический гранатомет, 12,7-мм или 7,62-мм пулемет. Экипаж машины включает четырех человек: водителя, командира машины (группы) и двух операторов-химиков. В ней установлено дополнительное сиденье для повышения эксплуатационных возможностей и оперативности экипажа, в частности, при отборе и обработке биологических и химических проб для дальнейшего анализа. Оборудование, аналогичное машине PARS с колесной формулой 6х6, также может устанавливаться на машине PARS 8х8.

Устройства обнаружения ОМП, интегрированные в машину PARS 6х6, работают по программе, которая обеспечивает экипаж своевременными сигналами предупреждения и информацией о любой потенциальной угрозе ОМП. Информация собирается, обрабатывается вместе данными, полученными от метеорологического датчика и станции GPS, и передается через бортовую коммуникационную систему в формате ATP 45.

PARS 6х6 имеет на борту систему отбора проб и анализа, которые выполняются внутри встроенного перчаточного бокса, предназначенного для обеспечения безопасности оператора. При обнаружении биологического вещества отбирается вспомогательная проба для дополнительного анализа. Благодаря встроенной конструкции перчаточного бокса в него можно поместить одновременно несколько проб грунта.

Интегрированная система маркировки зон позволяет оператору отмечать любую идентифицированную зараженную зону, не покидая машины. Маркирующие флажки (стандарт НАТО) устанавливаются из машины с помощью блокирующейся системы доставки, которая постоянно поддерживает избыточное давление и безопасность экипажа.

Определенный интерес представляет развитие и техническое оснащение машин РХБ разведки стран, входивших ранее в блок Варшавского договора. Так Словакия разработала и поставила на снабжении своих ВС машину РХБ разведки «Аллигатор» компании «Кераметал». В настоящее время на вооружении ВС Словакии имеется 42 ББМ «Аллигатор». Бронемашина обеспечивает защиту от стрелкового оружия, осколков снарядов и мин, соответствующую требованиям STANAG 4569 «Уровень 2». При оснащении навесной броней защита увеличивается до стандарта «Уровень 3». Противоминная защита соответствует «Уровню 1+». При изготовлении машины в версии с V-образным днищем уровень защиты возрастает до «Уровня 2+» (защищает при взрыве шестикилограммовой противотанковой мины под колесом). В базовой версии боевая масса бронемшины составляет 6,7 т, масса полезной нагрузки – 1,2 т. Машина в составе экипажа в количестве двух человека рассчитана на перевозку восьми десантников.

Для проведения биологической разведки машина оснащена прибором биологической разведки МАБ (фирмы «ProEngin», Франция) и прибором РЭЙЗОР (фирма «Idaho Technologi», США).

В результате анализа технических возможностей машин РХБ разведки можно утверждать, что основное внимание зарубежных разработчиков систем биологической разведки уделяется обеспечению безопасности расчета; исключению необходимости его выхода на зараженный участок; снижению энергоемкости технических средств и их габаритов; повышению чувствительности средств идентификации биологических поражающих агентов и снижению вероятности ложных срабатываний; автоматизации процессов отбора проб; созданию систем обработки и передачи данных о результатах разведки на пункты управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. TPZL-FOX/FUCHS [Электронный ресурс] / army-guide.com: журнал guide. – Режим доступа: <http://www.army-guide.com>
2. БТР Piranha (Швейцария) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.xliby.ru>.
3. Rheinmetall unveils new armoured Fuchs [Электронный ресурс] // Fox BIO reconnaissance systems for United Arab Emirates – rheinmetall-defence.com. – Режим доступа: <http://www.rheinmetall-defence.com>.
4. STRYKER ICV [Электронный ресурс]. / army-guide.com: журнал guide. – Режим доступа: <http://www.army-guide.com>.
5. Развитие машин РХБ разведки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.army-guide.com.
6. M31E1 Biological Integrated Detection System (BIDS) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://fas.org>.

УДК 504.052; 712.254

О. А. Кульков, Н. В. Коростелева

ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет

ОЗЕЛЕНЕНИЕ ТЕРРИТОРИЙ КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРОДОВ

Аннотация: На дворе XXI в., век бурного развития жизни, а главное технологий, заполнивших каждый уголок человеческой повседневности. Но кроме очевидных достоинств, эта тенденция имеет и отрицательную сторону, например, увеличение количества машин и заводов, выбрасывающих в атмосферу тонны губительных веществ, несет за собой угрозу окружающей среде, которая без своевременных принятых мер, с течением лет накопится как снежный ком и разрушительной лавиной обрушится на наши города. Поэтому эта проблема требует пристального внимания со стороны всего мирового сообщества.

Увеличение площади и методов озеленения в городах — один из возможных вариантов решения данной проблемы. В статье проведено исследование с целью выяснения эффективности и целесообразности использования зелёных насаждений, как фактора обеспечивающего экологическую безопасность урбанизированных территорий. На основе оценки опыта других стран даются рекомендации по решению данной проблемы.

Ключевые слова: Экологическая безопасность, экологические проблемы, оздоровление окружающей среды, урбанизированные территории, озеленение общего пользования, вертикальное озеленение, озеленение крыш.

O. A. Kulkov, N. V. Korosteleva

GREENING OF TERRITORIES AS FACTOR OF ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE CITIES

Abstract: In the yard of the XXI c., the century of rapid development of life, and most importantly technologies that filled every corner of human everyday life. But in addition to the obvious advantages, this tendency has a negative side, for example, the increase in the number of vehicle and factories that emits tons of harmful substances into the atmosphere poses a threat to the environment, which, without timely measures, over the years accruing as a snowball once will fall on our cities with devastating avalanche. Therefore, this problem requires close attention from the entire world community.

Increasing the area and methods of greening in cities is one of the possible solutions to this problem. The article conducted a study to determine the effectiveness and the appropriateness of the use of green spaces as a factor of providing ecological safety of urbanized territories. Based on the assessment of the experience of other countries, recommendations are made to address this problem.

Keyword. Environmental safety, environmental problems, environmental sanitation, urban areas, greening of common use, vertical gardening, the greening of roofs.

На сегодняшний день экологическая ситуация в Российской Федерации характеризуется очень высоким уровнем антропогенного воздействия на природную среду. Состояние окружающей среды на территории Российской Федерации, где сосредоточены большая часть населения страны, производственных мощностей и наиболее продуктивные сельскохозяйственные угодья, составляющие около 15 % территории страны, по экологическим параметрам оценивается как неблагоприятное.

Так значительное загрязнение атмосферного воздуха наблюдается в 40 субъектах Российской Федерации, что охватывает более 54 % городского населения. Очень высок процент недостаточно очищенных сточных вод, которые сбрасывается в поверхностные водные объекты. Практически во всех регионах сохраняется тенденция к ухудшению состояния почв и земель. Интенсивно развиваются процессы, ведущие к потере плодородия сельскохозяйственных угодий и к выводу их из хозяйственного оборота. Опустыниванием в той или иной мере охвачены 27 субъектов Российской Федерации на площади более 100 млн. га. Возрастает количество отходов, которые не вовлекаются во вторичный хозяйственный оборот, а направляются на хранение. При этом условия размещения и захоронения отходов не соответствуют требованиям экологической безопасности (Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 г.).

В июне 1992 г. в Рио-де-Жанейро после проведения Конференции ООН по окружающей среде и развитию главы правительств пришли к выводу, что в современном мире социально-экономическое развитие и окружающая среда не могут больше рассматриваться изолированно, следовательно, природу, экономику и общество необходимо рассматривать как тесно взаимосвязанные и взаимозависимые компоненты одного целого. Развитие науки и технологий оказывает пагубное влияние на природную среду, вызывая деградацию экосистем, и лишает её способности к самовосстановлению. Дальнейшее игнорирование данной проблемы может привести к неминуемым последствиям, разрушению среды обитания и гибели всего живого на планете.

Таким образом, в настоящее время среди огромного количества проблем, стоящих перед обществом и государством, одной из главенствующих является обеспечение экологической безопасности урбанизированных территорий [1, 3].

Одним из важных факторов, оказывающих благоприятное экологическое воздействие на городскую среду, является озеленение территорий.

Озеленение – комплексный процесс, связанный непосредственно с вопросами охраны здоровья населения, созданием благоприятных условий для жизнедеятельности и устойчивого развития общества.

Система озеленения городов является комплексной, имеющей многоуровневый характер и подразделяющейся на различные виды в зависимости от поставленной задачи. Система озеленения начинается от одного предприятия и заканчивается страной в планетарном аспекте. Но наибольшее значение имеют насаждения в пределах жилых территорий, прежде всего зеленые насаждения, входящие в природный комплекс города и так или иначе взаимодействующие с ним [6].

Зеленые насаждения города подразделяются на озеленение общего, ограниченного и специального пользования. Зелеными насаждениями общего пользования являются городские парки, парки культуры и отдыха, районные парки, парки жилых районов и скверы при группах жилых домов, скверы, бульвары, набережные, лесопарки, лугопарки, гидропарки.

Зелеными насаждениями ограниченного пользования являются посадки на жилых территориях, на участках школ, детских учреждений, общественных зданий, спортивных сооружений, учреждений здравоохранения, промышленных предприятий, а зелеными насаждениями специального назначения являются посадки на улицах, в санитарно-защитных и охранных зонах, на территориях ботанических и зоологических садов, выставок, кладбищ и крематориев, а также питомников, коллективных садов, цветоводческих хозяйств и т. п.

К каждому виду озеленения устанавливаются определенные нормативы и требования. Так для озеленения общего пользования в СП 42.13330.2016 прописаны нормативные значения озеленения на 1 жителя в зависимости от величины населенного места (таблица 1).

Таблица 1. Площадь озелененных территорий общего пользования размещаемых на территории городских и сельских поселений.

Озелененные территории общего пользования	Площадь озелененных территорий общего пользования, м на одного человека			
	крупнейших, крупных и больших городов	средних городов	малых городов	сельских поселений
Общегородские	10	7	8 (10)*	12
Жилых районов	6	6	-	-

Что касается озеленения ограниченного и специального пользования, то для того вида прописываются требования минимального процента озеленения территории. Например, согласно приказу Министерства регионального развития № 613 «Об утверждении Методических рекомендаций по разработке норм и правил по благоустройству территории муниципальных образований» установлены требования к процентному содержанию зеленых насаждений ограниченного пользования на территориях различного градостроительного назначения, так для участков детских садов-яслей для озеленено должно быть не менее 50 %, для общеобразовательных школ – не менее 40 %, высших учебных заведений – 30-40 %, больниц – 50-65 % и т. д.

Если говорить о требованиях к озеленению специального назначения, то в СП 42.13330.2016 прописаны минимальные площади озеленения санитарно-защитных зон (СЗЗ). Для СЗЗ шириной 3000 метров озелененность территории составлять 20 %; от 1000 до 3000 метров – 40%; 300-1000 метров – 50 %; до 300 метров – 60 %.

Помимо размеров озелененных территорий, требования предъявляет и к их размещению и плотности. В нормативах прописаны минимально допустимые расстояния при посадке деревьев и кустарников до различных объектов и сооружений (таблица 2).

Таблица 2. Расстояния от зданий и сооружений, а также объектов благоустройства до деревьев и кустарников.

Здание, сооружение, объект инженерного благоустройства	Расстояния, м, от здания, сооружения, объекта до оси	
	ствола дерева	кустарника
Наружная стена здания и сооружения	5,0	1,5
Край трамвайного полотна	5,0	3,0
Край тротуара и садовой дорожки	0,7	0,5
Край проезжей части улиц, кромка укрепленной полосы обочины дороги или бровка канавы	2,0	1,0
Мачта и опора осветительной сети, трамвая, мостовая опора и эстакада	4,0	-
Подошва откоса, террасы и др.	1,0	0,5
Подошва или внутренняя грань подпорной стенки	3,0	1,0
Подземные сети:		
- газопровод, канализация	1,5	-
- тепловая сеть (стенка канала, тоннеля или оболочка при бесканальной прокладке)	2,0	1,0
- водопровод, дренаж	2,0	-
- силовой кабель и кабель связи	2,0	0,7

Кроме этого рекомендуется соблюдать определенную плотность зеленых насаждений для городских территорий различного назначения. Например, для озелененных территорий участков жилой застройки максимальным количеством деревьев должно составлять 100-120 шт. на 1 га, кустарников 400-800 шт/га, а для парков общегородского и районного значения - 120-170 шт/га, кустарников 800-1000 шт/га [5].

Все вышеперечисленные требования служат для одной цели – обеспечение благоприятной экологической ситуации в городе. Так как растительность в условиях экологического неблагополучия является одним из эффективных факторов оздоровления среды обитания человека. Зеленые насаждения улучшают микроклимат урбанизированной территории, предохраняют от чрезмерного перегревания почву, стены зданий и тротуары, создают хорошие условия для отдыха на открытом воздухе. Невозможно переоценить роль зеленых насаждений в очистке воздуха в городах. Одно лишь дерево средней величины за 24 часа восстанавливает столько кислорода, сколько необходимо для дыхания троих человек, а вот 1 га леса за день поглощает из воздуха уже 220-280 кг углекислого газа и выделяет 180-200 кг кислорода. Один гектар деревьев хвойных пород задерживает за год 40 т пыли, а лиственных – около 100 т. Однако озеленение может не только очищать воздух, но и увлажнять его. Так, например, с 1 м² газона испаряется около 200 г воды в час, что снижает температуру воздуха на высоте роста человека на 2,5 градуса Цельсия по сравнению с асфальтированной мостовой. Газон также задерживает заносимую ветром пыль и обладает фитонцидным действием. Ещё зеленые полосы являются эффективным средством борьбы с вредными выбросами автомобильного транспорта, но их эффективность варьируется в очень широком диапазоне – от 7 % до 35 %. Лесопарки, окружающие города, служат активными проводниками чистого воздуха в центральные районы, т.к. воздушные массы, проходящие над лесопарками площадью от 600 до 1000 га, снижают количество взвешенных примесей на 10-40 % [4].

Следовательно, можно с уверенностью говорить о том, что озеленение является важным фактором для обеспечения экологической безопасности урбанизированных территорий. Но для того, чтобы оно было эффективно необходимо максимально увеличивать площадь озелененных территорий. К сожалению, в городских условиях это очень часто вызывает серьезную проблему, так как на данный момент наблюдается тенденция дефицита свободных земель. Для большей наглядности рассмотрим г. Волгоград.

В настоящее время в городе площадью 85935,3 га насчитывается 12389 га зеленых насаждений, из них только 1292,82 га — насаждения общего пользования [2].

Согласно генеральному плану города Волгограда на каждого жителя должно приходиться в среднем 25 м² зеленых насаждений, но на практике этот показатель гораздо ниже. Исследования Волгоградской областной общественной организации охраны природы показали, что самый высокий показатель характерен для Центрального района – 12 м², а самый низкий – для Ворошиловского и Советского - 4,9 и 4 м² соответственно. В среднем же для всего города — это значение находится на уровне 10 м². Озеленение санитарно-защитных зон промышленных предприятий также находится в неудовлетворительном состоянии. Более того ни одно из предприятий Волгограда не имеет оборудованной в соответствии с санитарными нормами озеленением санитарно-защитной зоны. Территории санитарных зон зачастую используются под свалки, стоянки для автомобилей или просто заброшены. Вся ситуация усугубляется ещё и тем, что рабочие посёлки этих предприятий находятся в пределах защитных зон. Большая часть зеленых насаждений представляют собой старовозрастные посадки 50–70-х гг., погибающие от старости или болезней.

Таким образом, можно с уверенностью говорить о том, что Волгоград не является исключением, и в нём, как и в большинстве городов России, наблюдаются проблемы с озеленением. В этом случае равенство на остальные города не приносит никакой пользы. Поэтому пока проблема не стала нерешаемой, нужно начать принимать всесторонние меры уже сейчас.

К основным направлениям деятельности при ее решении можно отнести:

- увеличение площади зеленых насаждений;
- усиления приоритета защиты зеленых насаждений на муниципальном уровне;
- увеличения ассортимента пород древесно-кустарниковой растительности, устойчивого к техногенным нагрузкам и акклиматизированного к условиям Нижнего Поволжья.

Первостепенными задачами по увеличению площади зеленых насаждений являются насаждения объектов культурно-массового отдыха населения, парков и скверов, увеличение протяженности защитных полос насаждений вдоль основных магистральных улиц и дорог, внутриквартальных насаждений, особенно, рядом с детскими учреждениями.

Помимо традиционного озеленения, располагающегося на земле, для экономии места в городе нужно начать использовать вертикальное озеленение. На фоне привычного озеленения парков и скверов вертикальное озеленение имеет ряд преимуществ. Главным плюсом вертикального озеленения является возможность создать зеленую композицию на любой вертикальной плоскости, начиная от жилого здания и заканчивая хозяйственными постройками. Также существенным плюсом является декоративный эффект. Фасады, украшенные зелеными насаждениями, разбавляют скудную цветовую палитру улиц и благотворно влияют на восприятие человеком застройки, приближая человека к природе. Но, как и любая технология, вертикальное озеленение имеет и свои недостатки. Безусловно, основным недостатком вертикального озеленения является трудоёмкость ухода за растениями. Летом растения зачастую испытывают недостаток влаги, почва на вертикальных грядках пересыхает намного быстрее чем на открытой территории, а зимой почва может промерзнуть насквозь. Поэтому для ухода за растениями используются система капельного полива или специальный гидрогель. По сравнению с обычным поливом эти способы требуют гораздо больших затрат. Ещё одним негативным фактором, сопровождающим применение вертикального озеленения, является возможность их отрицательного воздействия на сооружения, частью которого они являются. Растения очень сильно повышают влажность воздуха, что может привести к сырости стен и разрушению фасада здания. В качестве примера такого озеленения можно привести жилой комплекс в One Central Park, Сидней, чье здание обладает живой стеной из растений высотой 116 м (рис.1) и жилой дом L'Oasis D'Abukir в Париже (рис.2).



Рис. 1. Жилой комплекс One Central Park, Сидней.



Рис. 2. Жилой дом L'Oasis D'Abukir, Париж.

Ещё одним способом увеличения площади озеленения является создание «зеленых оазисов» высоко над землей – на лоджиях, на балконах. Сегодня такое озеленение распространено в мегаполисах: на крышах торговых центров, офисных зданий, жилых высоток. Есть несколько способов озеленения крыши зданий – это озелененные крыши и сады на крыше. К первым относят крыши зданий, на которых обустроено лишь газонное покрытие. Ко вторым относят крыши зданий, на которых, помимо газона, разбиты настоящие мини-сады с дорожками, деревьями и кустарниками, цветниками и зонами отдыха. Озеленение крыши существенно улучшает экологию здания и территории вокруг, повышает уровень шумо- и теплоизоляции: зеленая кровля хорошо регулирует процессы теплообмена здания с окружающей средой, увеличивает срок службы кровли. Растения и грунт защищают крышу от воздействия влаги, снега, солнечных лучей и т.д.

В Волгограде уже есть примеры использования этого способа. На проспекте имени В.И. Ленина, 80 строится здание главной изюминкой которого является небольшой «сад» на его крыше и балконе.

Рассмотренные выше положения является не чем иным, как просто рекомендациями, воспользовавшись которыми, мгновенно не решить все проблемы, но идя вышеизложенным путём можно достичь значительного улучшения экологической ситуации. Это рекомендации справедливы не только для города Волгограда, но и для любого другого города страны.

Подытоживая всё вышеупомянутое, хочется сказать, что в условиях катастрофически ухудшающейся экологической ситуации, вызванной увеличением количества выбросов с промышленных предприятий и автотранспорта, озеленение приобретает поистине особенное значение для ближайшего будущего. Оно может значительно улучшить экологическое состояние городов, создать более комфортные условия для жизни, отдыха и труда людей, придать городам эстетически выразительный вид. От приоритетного выполнения именно этой задачи зависит многое, в том числе качество жизни каждого из горожан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коростелева Н. В. К вопросу обеспечения экологической безопасности на территории Волгограда // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит. 2014. Вып. 36(55). С. 258—263.

2. Коростелева Н. В. Освоение овражных территорий крупных городов под объекты озеленения как способ улучшения благоустройства территории на примере г. Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 153—162.

3. Милешко Л.П., Попова О.В. Обеспечение экологической безопасности городов как условие их устойчивого развития // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности» (<http://ipb.mos.ru/ttb>) Выпуск № 4 (62), 2015 г.

4. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений 2003г. / БЕЛНИЦ ЭКОЛОГИЯ, 2004 -202с.

5. Приказ Министерства регионального развития №613 от 27 декабря 2011 г. «Об утверждении Методических рекомендаций по разработке норм и правил по благоустройству территории муниципальных образований»

6. Korosteleva M.V., Korosteleva N.V. Forest-park green belts as environment-forming element of urbanized territories // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 451, № 1. International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety (IC-CATS 2018) 26-28 September 2018, South Ural State University, Russian Federation / eds A. A. Radionov, D.V. Ulrikh. – [Publisher : IOP Publishing Ltd], 2018. - 7 p. - URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/451/1/012158/pdf>

УДК 628.517.2

Э. Н. Муллагалеева, Р. Е. Липантьев

ФГБОУ ВО Казанский государственный энергетический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Аннотация: Определены нормативы предельно-допустимого уровня звукового давления и уровня звука для исследуемого объекта; выявлены источники шумового воздействия. Измерены фактические значения уровней звукового давления на границе санитарно-защитной зоны предприятия. Выполнен анализ и сделан выбор современного технологического решения, направленного на уменьшение величины шумового воздействия.

Ключевые слова: шумовое воздействие, уровень звука, санитарно-защитная зона, энергетический объект, исследование, нормативы, предприятие, предельно-допустимый уровень.

E. N. Mullagaleeva, R. E. Lipantiev

STUDY OF THE NOISE EXPOSURE MAGNITUDE OF EQUIPMENT AT THE ENERGY ENTERPRISES

Abstract: Defined standards for maximum permissible sound pressure level and sound level for the prototype system, identified sources of noise exposure. Measured values of the actual sound pressure levels on the boarder of Sanitary Protection Zone. An analysis was made and a choice of a modern technological solution directed towards reducing the noise exposure magnitude impact was made.

Keywords: noise exposure, sound level, Sanitary Protection Zone, power facilities, study, standards, enterprise, maximum permissible level.

На сегодняшний день при модернизации и расширении действующих объектов теплоэнергетики, находящихся вблизи селитебных территорий возникает проблема влияния про-

изводственного шума на границе и за границей промышленных площадок этих объектов. Это связано с тем, что при обновлении парка оборудования тепловых электрических станций и промышленно-отопительных котельных, установление и корректировка границ санитарно-защитных зон довольно часто носят формальный характер. В этой связи, осуществление мер по снижению шумового воздействия оборудования и установление реальных границ санитарно-защитных зон энергетических предприятий является актуальной задачей, требующей детального изучения [3].

Известно, что особенности звукового поля, характеризуемого интенсивностью и скоростью распространения звука зависят, прежде всего, от источников возникновения акустических колебаний и позволяют определить вид мероприятий по шумоглушению. От энергетического объекта излучается, как правило, шум от целой группы источников. Наиболее интенсивными источниками шума являются паровые и газовые турбины, тягодутьевые механизмы, компрессоры, редуционно-охладительные установки, насосы и другое тепломеханическое оборудование. Так, например, группа питательных насосов при увеличении нагрузки блока с 550 МВт до 760 МВт создаёт уровень шума в производственном помещении выше нормативного на 8-12 дБА, что оказывает негативное воздействие на обслуживающий персонал станции.

Другими источниками звукового давления, влияющими непосредственно на величину санитарно-защитной зоны предприятия, являются выбросы пара в атмосферу, происходящие при технологических процессах и реже – при аварийных ситуациях. Технологический шум, создаваемый выбросами пара, распространяется на большие расстояния. Это связано с тем, что выхлопные трубы паровых котлов, редуционно-охладительных установок, различного оборудования, работающего под давлением расположены на крышах производственных помещений и из-за места своего расположения создаваемый ими шум не находит препятствий для распространения [2, 3].

С целью изучения влияния шумового воздействия, проведен ряд экспериментальных исследований, результаты которых позволяют оценить степень его распространения.

Объектом исследования послужила промышленно-отопительная котельная, расположенная на территории одного из предприятий г. Казань.

В котельной установлены два паровых котла ДКВР-4/13 и один водогрейный котел КВЖ-4,0Г. Суммарная тепловая мощность котлоагрегатов составляет 13,5 Гкал/ч. Установленное оборудование предназначено для выработки насыщенного пара, приготовления сетевой воды на нужды отопления, вентиляции, а также греющей воды на горячее водоснабжение и технологические нужды предприятия.

Котельная работает круглосуточно. Постоянно в работе, как правило, находится один паровой котел. Давление в барабане котла поддерживается не ниже 0,5 МПа. Источником возникновения шума являются выбросы пара из предохранительных клапанов парового котла, создаваемые по производственной необходимости в часы низкого теплоснабжения.

По санитарным нормам СН 2.2.4/2.1.8.562-96 с учетом особенностей расположения предприятия определены нормативы предельно-допустимого уровня звукового давления и уровня звука, значения которых приведены в таблице 1.

Измерения фактического значения уровня звукового давления проводились по ГОСТ 23337-2014 с помощью цифрового шумомера ОКТАВА-121. Метеорологические условия определяли по показаниям метеометра МЭС-200А.

Нормирование шума производится в соответствии с регламентирующими документами:

1. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»;
2. ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».

Таблица 1. Санитарно-гигиеническая оценка шума предприятия

Параметр	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Эквивалентный уровень звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Предельно-допустимый уровень звукового давления, дБ										
Нормативное значение	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Фактический уровень звукового давления, дБ										
Начало границы	101	91	85	80	76	73	70	68	66	77
Участок 1	102	93	86	80	77	74	71	69	69	78
Участок 2	102	94	88	85	81	76	72	70	66	80
Участок 3	101	94	89	84	80	79	73	70	68	80
Участок 4	99	88	82	78	74	72	66	65	66	75
Участок 5	92	90	81	76	73	69	66	63	62	73
Участок 6	94	91	82	76	75	70	69	69	67	75
Участок 7	99	92	85	83	80	82	72	71	66	79
Участок 8	102	94	86	85	85	84	73	70	69	81
Участок 9	104	95	85	87	84	84	72	71	69	82

В ходе эксперимента, измерения уровня звукового давления проводились на границе территории промышленного предприятия с территорией жилой застройки. Периметр предприятия поделили на равные участки с размерами 30 метров каждый. Замеры проводились по границам участков на высоте 1,5 метра над уровнем поверхности территории. Суммарное время измерения в каждой точке замера составляло 12 минут, которое складывалось из трех измерений по 3 минуты с интервалами между регистрацией в 1 минуту.

По результатам экспериментальных исследований было выявлено, что на границах участков 2-3 фактический уровень звукового давления не соответствует нормативам в диапазоне частот 125 – 1000 Гц, а на границах участков 7 – 9 не соответствует нормативам в диапазоне частот 250 – 1000 Гц. При этом фактический уровень звука превышает установленную норму 80 дБА, что говорит о проблеме, требующей незамедлительного решения. Ведь кроме превышения уровня звука на территории предприятия, воздействию шума подвергаются жители домов, располагающихся в непосредственной близости с санитарно-защитной зоной предприятия. Согласно нормативам, для жилого сектора уровень звука в дневное время не должен превышать 55 дБА, а в ночное 45 дБА.

Обзор современной литературы по данному направлению показал, что все способы уменьшения величины звукового давления можно разделить на активные и пассивные. К активным способам относят снижение шума в самом источнике возникновения. Среди пассивных наиболее эффективными являются применение средств индивидуальной защиты и снижение интенсивности шума на пути его следования, установкой акустических экранов.

Наиболее популярным методом снижения шума, создаваемого выбросами пара, является применение на объекте шумоглушителей. Шумоглушители имеют различную конструкцию. Они бывают реактивные, абсорбционные, комбинированного типа (ГОСТ 12.1.029 – 80). Все они относятся к пассивным глушителям, так как не используют постороннего источника энергии для шумоглушения. Наиболее широко в энергетике используются трубчатые глушители.

Трубчатый шумоглушитель представляет собой внутренний каркас, выполненный из перфорированной стали, а между ним и внешним корпусом располагается звукоизоляционный материал – стекловолокно, минеральная вата или другие виды специальных материалов. Такие трубчатые глушители обычно применяют в каналах с поперечными размерами до 500-600 мм.

Достоинством глушителей являются относительная простота изготовления и обработанность технологии установки; снижение шума осуществляется в широком диапазоне частот и составляет до 25 дБ при умеренном аэродинамическом сопротивлении.

Глушитель содержит многоступенчатый корпус, состоящий из двух ступеней шумоглушения и камеры расширения. Первая ступень шумоглушения предназначена для плавного снижения скорости и давления сбрасываемого пара. Для плавного расширения потока пара в первой ступени глушителя применена спирально свернутая сетка, которая удерживается в ступени перегородками, выполненными из полосы. Для снижения скорости пара до расчётной величины на выходе второй ступени расположена камера расширения. Снижение шума до требуемой величины осуществляется в третьей ступени шумоглушения, состоящей из трёх концентрических кассет и облицовки внутренней поверхности корпуса глушителя звукопоглощающим материалом.

Кассеты и облицовка корпуса глушителя удерживаются за счёт перпендикулярных между собой нижнего и верхнего рядов металлических перегородок. Внутри ступеней шумоглушения расположен негигроскопичный звукопоглощающий материал, который удерживается от выдувания с помощью стеклоткани и перфорированных цилиндрических металлических обечаек с коэффициентом перфорации около 35 %.

На выходе второй ступени шумоглушения расположена пластина для предотвращения попадания атмосферных осадков во внутренние полости глушителя. Для слива конденсата в нижней части первой ступени предусмотрена дренажная ванна с отводом накапливающегося конденсата через дренажную трубку.

Механизм действия шумоглушителей:

1. рассеивание энергии потока на входе в шумоглушитель за счет дросселирования пара;
2. рассеивание энергии потока в закрытом объеме за счет разделения всего потока на потоки малой мощности;
3. максимально возможное снижение скорости пара в камере расширения;
4. последовательное увеличение проходных сечений;
5. отражение акустического звука от крышки, перед его выходом в атмосферу.

Недостатком работы таких глушителей является возможное забивание перфорированных листов, которые защищают звукопоглощающий материал от выдувания. Это может происходить при работе котла на угле или мазуте. Забивание перфорированных листов приводит к снижению и изменению акустической эффективности глушителя. Глушители данной конструкции имеют ограниченные возможности снижения шума в низкочастотной области.

Альтернативой трубчатым глушителям может быть использование глушителей активного типа. Известны работы датских, английских и американских ученых по использованию системы «антизвук» в энергетике.

Глушитель работает с помощью громкоговорителя создаются волны в противофазе с шумом источника, амплитуды которых при наложении становятся равными нулю. Это достигается с помощью процессора, который получает сигналы от микрофонов, которые находятся сразу после громкоговорителя. При этом глушитель активного типа не создает дополнительного сопротивления и может снижать шум в запыленном и агрессивном потоке газов.

Недостатком является высокая стоимость оборудования, ввиду того, что на рынке услуг данного типа довольно мало предложений.

Комбинация активного глушителя с пассивным позволит максимально снизить уровень шума, создаваемого выбросами пара, так как глушитель активного типа снижает шум в низкочастотной области, а пассивный – в высокочастотной.

Создание эффективных методов шумоподавления является актуальной задачей при решении вопросов обеспечения санитарно-гигиенических требований и норм на строящихся и действующих объектах энергетики.

Таким образом, на основании проведенного обследования предприятия можно сделать следующие выводы:

1. установлены нормативы предельно-допустимого уровня звукового давления и уровня звука для объекта энергетики;
2. выявлены источники шумового воздействия;
3. экспериментально установлены фактические значения уровня звукового давления на границе санитарно-защитной зоны предприятия;
4. предложено современное технологическое решение для уменьшения величины шумового воздействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванов Н. И.* Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом. М.: Университетская книга, Логос, 2008. 424 с.
2. *Марченко М. Е., Пермяков А. Б.* Современные системы шумоглушения при сбросах больших потоков пара в атмосферу // Теплоэнергетика. 2007. №6. 69 с.
3. *Тупов В. Б.* Снижение шума от энергетического оборудования. М.: Издательство МЭИ. 2005. 232 с.

УДК 504.064:664.64.016:614.3

С. А. Буймова¹, А. Г. Бубнов^{1,2}, А. Е. Ефимов¹

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОРГАНИЧЕСКИЕ ПОЛЛЮТАНТЫ В РОДНИКОВЫХ ВОДАХ

Аннотация: работа посвящена выявлению возможного наличия органических веществ в подземных водах питьевого качества. Обнаружено присутствие в анализированных образцах воды ряда органических веществ.

Ключевые слова: органические вещества, качество воды, подземные воды, родник, безопасность, риск

S. A. Buymova, A. G. Bubnov, A. E. Efimov

ORGANIC POLLUTANTS IN SPRING WATERS

Abstract: The work is devoted to identifying the possible presence of organic substances in groundwater of drinking quality. The presence of water samples analyzed in a number of organic substances.

Keywords: organic compounds, quality water, groundwater, spring, security, risk

В природной воде всегда присутствуют органические вещества – загрязнители [4]. Наличие загрязнителей обусловлены не только работой промышленных предприятий, направляющих свои выбросы в реки и океаны, но и современным сельским хозяйством с его массовым поголовьем скота, интенсивным внесением удобрений в почву и использованием средств защиты растений от вредителей (удобрения и химические соединения попадают в

грунтовые и поверхностные воды). Наконец, бытовые сбросы также вносят вклад в загрязнение вод.

Попадая в природную воду из различных источников, органические вещества-загрязнители делают ее не только непригодной для питья, но и создают реальную угрозу здоровью людей и обитателей водоемов. По этой причине контроль за их содержанием в поверхностных, грунтовых, подземных, морских и других водах, а также в питьевой (водопроводной) воде в настоящее время считается одним из наиболее важных и широко распространенных анализов в экологической аналитической химии, поэтому *целями работы* являлись:

- определение количественного содержания органических веществ в родниковой воде;
- выявление возможной степени антропогенного влияния на качество подземных вод;
- оценка экологического риска на здоровье населения, оценка ущерба окружающей среде от органических веществ, содержащихся в природных водах.

Для исследования родниковых вод на содержание органических веществ были выбраны три источника, находящиеся на территории городов Иваново и Кохма [3]. Выбор источников был обусловлен следующим: опрос потребителей (проведенный в форме анкетирования) показал, что родниковая вода используется жителями преимущественно в питьевых целях. По признаку движения поступающей воды, исследованные родники относятся к нисходящим, питающимся за счёт безнапорных вод.

Был произведен отбор проб родниковой воды из описанных выше источников в переходный (октябрь 2017 г. и апрель 2018 г.), а также холодный (январь 2018 г.) периоды года. При этом регистрировались температура окружающего воздуха, температура воды и расход воды из источников. Поскольку в большинстве случаев родниковую воду используют для питьевых целей, а гигиенические требования, предъявляемые к качеству воды нецентрализованного водоснабжения такие же, как и предъявляемые к водопроводной воде, то для оценки качества родниковой воды нами были использованы ПДК_{пит} в соответствии с [5].

В ходе анализа была определена величина по химического потребления кислорода (ХПК_{KMnO4}), нормируемая по [5]. Контроль величины ХПК_{KMnO4} осуществлялся для сопоставления полученных значений содержания органических веществ в исследованных пробах. Особенностью окисления органических веществ в воде является сопутствующий ему процесс нитрификации, искажающий характер потребления растворенного кислорода. Поэтому, чтобы узнать какое количество кислорода пошло на окисление органических веществ, необходимо было учесть его затраты на процесс нитрификации. Для этого нами были определены концентрации нитратов, нитритов и ионов аммония в исследуемых родниковых водах. Помимо этого были определены такие показатели качества родниковой воды, как содержание растворенного в воде кислорода и биохимического потребления кислорода (БПК). Для того, чтобы оценить, какое количество трудно разлагаемых веществ содержится в воде, было рассчитано соотношение БПК₅/ХПК для каждого из родников.

Также на значение величины ХПК может повлиять содержание некоторых органических соединений, например, спирты, альдегиды, карбоновые кислоты, фенолы и др. Поэтому в работе проводился количественный химический анализ на содержание органических соединений. Полученные значения химического анализа представлены в табл. 1, 2.

Результаты, представленные в табл. 1 и 2, показывают, что в большинстве случаев ни один из контролируемых показателей качества не превышает предельно-допустимую концентрацию. Однако в пробе воды из родника № 2 (г. Кохма) содержание **бенз[а]пирена** превышало предельно-допустимое значение и находилось на уровне 5,6 мкг/дм³. Отметим, что химический анализ на содержание бенз[а]пирена был проведен однократно, поэтому в дальнейшем планируется провести серию опытов, позволяющих исключить возможную ошибку, полученную в ходе эксперимента.

Кроме того, наблюдения показали, что в родниковой воде, за исключением родника № 3 (парк отдыха «Харинка»), в незначительных количествах присутствовали **синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ)**.

Таблица 1. Результаты химического анализа природных вод на наличие органических веществ (октябрь, ноябрь, декабрь 2017 г., апрель, сентябрь, октябрь, ноябрь, декабрь 2018 г., январь 2019 г.)

Наименование вещества/ показателя	Родник № 1, г. Иваново (район городского бассейна)	Родник № 2, г. Кохма	Родник № 3, г. Иваново (парк «Харинка»)
Спирты (в пересчёте на CH ₃ OH), мг/дм ³	< 0,06		
Альдегиды (в пересчете на CH ₂ O), мг/дм ³	< 0,025		
Карбоновые кислоты (в пересчёте на CH ₃ COOH), мг/дм ³	< 0,001		
Фенолы (C ₆ H ₆ O), мг/дм ³	< 0,0002		
Кетоны (в пересчёте на ацетон), мг/дм ³	< 0,3		
Хлорорганические пестициды (α,β,γ-ГХЦГ, ДДТ, ГХБ, 2,4-Д, гептахлор), мкг/дм ³	< 0,1		
ПАУ* (в пересчёте на бенз[а]пирен), мкг/дм ³	< 0,002	4,1 ± 1,2	0,22 ± 0,05

* ПАУ – полициклические ароматические углеводороды

Таблица 2. Результаты химического анализа родниковой воды на наличие СПАВ*

Наименование вещества/показателя	Наименование исследованного природного источника и период наблюдений								
	Родник № 1, г. Иваново (район городского бассейна)			Родник № 2, г. Кохма			Родник № 3, г. Иваново (парк «Харинка»)		
	10.2017 – 01.2018	04. 2018	09.2018 – 01.2019	10.2017 – 01.2018	04. 2018	09.2018 – 01.2019	10.2017 – 01.2018	04. 2018	09.2018 – 01.2019
СПАВ (в пересчёте на лаурилсульфат натрия), мг/дм ³	< 0,015	0,018 ± 0,005	< 0,015	< 0,015	0,021 ± 0,001	< 0,015	< 0,015		

* СПАВ – синтетические поверхностно-активные вещества

Возможными причинами загрязнения подземных вод (включая родниковые), а именно источниками поступления загрязняющих веществ могут быть [1]: несанкционированные места аккумуляции коммунальных и бытовых отходов (свалки бытового и строительного мусора), хозяйственно-бытовые сточные воды (из выгребных ям, находящихся на территории жилого сектора); загрязнённые участки водоносного горизонта, естественно или искусственно связанного со смежными водоносными горизонтами; участки инфильтрации загрязнённых атмосферных осадков; применяемые на автомобильных дорогах в холодный период года антигололёдные составы; транспортные выбросы (содержащие тяжёлые углеводороды, сажу и т.д.).

В работе была проведена оценка риска здоровью населения. Рассчитанные значения среднесуточной дозы поступления органических веществ с родниковой водой в организм человека в период с октября 2017 по январь 2019 гг. представлены в табл. 3.

Полученные значения показывают, что **наименьшее** значение среднесуточной дозы поступления органических веществ наблюдались для родниковой воды, отобранной из источника в г. Иваново (район городского бассейна), а **наибольшее** значение – для родника в г. Кохма.

Таблица 3. Значения средних суточных дозСДІ поступления органических веществ с питьевой водой в организм человека, мг·кг⁻¹·сут⁻¹

Наименование вещества/ показателя	Место отбора проб родниковой воды		
	Родник № 1, г. Иваново (район городского бассейна)	Родник № 2, г. Кохма	Родник № 3, г. Иваново (парк «Харинка»)
Период с октября 2017 г. по январь 2018 гг.			
Карбоновые кислоты, мг/дм ³	$2,8 \cdot 10^{-5}$		
Альдегиды, мг/дм ³	$7,1 \cdot 10^{-4}$		
Одноатомные спирты, мг/дм ³	$2,0 \cdot 10^{-3}$		
Фенолы, мг/дм ³	$5,7 \cdot 10^{-6}$		
Кетоны, мг/дм ³	$8,6 \cdot 10^{-3}$		
ХОП, мкг/дм ³	$2,8 \cdot 10^{-6}$		
ПАУ, мкг/дм ³	$5,7 \cdot 10^{-8}$		
СПАВ, мг/дм ³	$4,3 \cdot 10^{-4}$		
Период с января по апрель 2018 г.			
Карбоновые кислоты, мг/дм ³	$2,8 \cdot 10^{-5}$		
Альдегиды, мг/дм ³	$7,1 \cdot 10^{-4}$		
Одноатомные спирты, мг/дм ³	$2,0 \cdot 10^{-3}$		
Фенолы, мг/дм ³	$5,7 \cdot 10^{-6}$		
Кетоны, мг/дм ³	$8,6 \cdot 10^{-3}$		
ХОП, мкг/дм ³	$2,8 \cdot 10^{-6}$		
ПАУ, мкг/дм ³	$5,7 \cdot 10^{-8}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$6,2 \cdot 10^{-6}$
СПАВ, мг/дм ³	$5,1 \cdot 10^{-4}$	$6,0 \cdot 10^{-4}$	$4,3 \cdot 10^{-4}$
Период с апреля 2018 г. по январь 2019 гг.			
Карбоновые кислоты, мг/дм ³	$2,8 \cdot 10^{-5}$		
Альдегиды, мг/дм ³	$7,1 \cdot 10^{-4}$		
Одноатомные спирты, мг/дм ³	$2,0 \cdot 10^{-3}$		
Фенолы, мг/дм ³	$5,7 \cdot 10^{-6}$		
Кетоны, мг/дм ³	$8,6 \cdot 10^{-3}$		
ХОП, мкг/дм ³	$2,8 \cdot 10^{-6}$		
ПАУ, мкг/дм ³	$5,7 \cdot 10^{-8}$		
СПАВ, мг/дм ³	$4,3 \cdot 10^{-4}$		

Нами была проведена оценка риска для населения от наличия обнаруженных органических веществ в родниковых водах. Определение угроз для населения должно проводиться для каждого вида воздействия в отдельности по всему возможному спектру негативных воздействий. При токсикологических и санитарно-гигиенических исследованиях в качестве основных видов воздействий на человека определены хроническое, острое кратковременное, рефлекторное и канцерогенное действие вредных веществ [2]. Исторически сложилось, что для данных видов воздействий наиболее исследованы и проработаны количественные критерии, которые можно использовать при оценке риска. Хроническое воздействие на человека предполагает длительное воздействие факторов среды обитания, создающее угрозу жизни или здоровью человека либо угрозу для жизни или здоровья будущих поколений. Расчёты величин риска для человека при хроническом воздействии (от загрязнения родниковой воды органическими загрязнителями) были проведены по [2] и представлены в табл. 4. Результаты расчётов показали, что полученные значения риска для различных групп населения являются **высокими**.

Таблица 4. Значения верхних и нижних границ риска для человека от загрязнения родниковой воды органическими соединениями (при хроническом воздействии)

Наименование вещества/ показателя	Значение риска					
	для наиболее уязвимой группы		для средне уязвимой группы		для наименее уязвимой группы	
	R ₊	R ₋	R ₊	R ₋	R ₊	R ₋
Родник № 1 (г. Иваново, район городского бассейна)						
Карбоновые кислоты	$5,2 \cdot 10^{-2}$	$9,8 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-6}$	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$
Альдегиды	$2,6 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-6}$
Одноатомные спирты	$5,1 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$9,8 \cdot 10^{-5}$	$6,2 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-5}$
Фенолы	$4,1 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$8,0 \cdot 10^{-4}$	$5,1 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$
СПАВ	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$3,4 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$6,1 \cdot 10^{-4}$	$3,8 \cdot 10^{-5}$
Кетоны	$4,5 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$
ХОП	$4,7 \cdot 10^{-2}$	$9,0 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$5,7 \cdot 10^{-4}$	$9,9 \cdot 10^{-5}$
ПАУ	$5,2 \cdot 10^{-2}$	$3,9 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-7}$
Родник № 2 (г. Кохма)						
Карбоновые кислоты	$5,2 \cdot 10^{-2}$	$9,8 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-6}$	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$
Альдегиды	$2,6 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-6}$
Одноатомные спирты	$5,1 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$9,8 \cdot 10^{-5}$	$6,2 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-5}$
Фенолы	$4,1 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$8,0 \cdot 10^{-4}$	$5,1 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$
СПАВ	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$4,0 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$6,1 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$
Кетоны	$4,5 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$
ХОП	$4,7 \cdot 10^{-2}$	$9,0 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$5,7 \cdot 10^{-4}$	$9,9 \cdot 10^{-5}$
ПАУ	$3,8 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$9,8 \cdot 10^{-4}$	$4,6 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$
Родник № 3 (г. Иваново, парк отдыха «Харинка»)						
Карбоновые кислоты	$5,2 \cdot 10^{-2}$	$9,8 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-6}$	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$
Альдегиды	$2,6 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-6}$
Одноатомные спирты	$5,1 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$9,8 \cdot 10^{-5}$	$6,2 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-5}$
Фенолы	$4,1 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$8,0 \cdot 10^{-4}$	$5,1 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$
СПАВ	$5,1 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$6,1 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-5}$
Кетоны	$4,5 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-4}$	$6,2 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$
ХОП	$4,7 \cdot 10^{-2}$	$9,0 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$5,7 \cdot 10^{-4}$	$9,9 \cdot 10^{-5}$
ПАУ	$5,2 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$7,4 \cdot 10^{-5}$	$6,0 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$

При комплексной экологической оценке среды обитания в ряде случаев необходим анализ риска воздействий на биосферу в целом. Это требуется при оценке воздействий на территориях заповедных и природоохранных зон и объектов, а также при изучении воздействий на территориях природных и природно-промышленных комплексов. Оценка рисков воздействий на биосферу осуществлялась согласно [2]. Результаты расчётов представлены в табл. 5 и показывают, что значения риска можно отнести к **высоким**.

Таблица 5. Значения верхних и нижних границ риска от загрязнения родниковой воды органическими соединениями в ЗСО родников (г. Иваново и г. Кохма) для биосферы (хроническое и острое воздействие)

Наименование вещества/ показателя	Значение риска					
	Родник № 1, г. Иваново (район городского бассейна)		Родник № 2, г. Кохма		Родник № 3, г. Иваново (парк «Харинка»)	
	R ₊	R ₋	R ₊	R ₋	R ₊	R ₋
Карбоновые кислоты	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$
Альдегиды	$5,2 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-4}$	$5,2 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-4}$	$5,2 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-4}$
Одноатомные спирты	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-5}$
Фенолы	$8,3 \cdot 10^{-4}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$	$8,3 \cdot 10^{-4}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$	$8,3 \cdot 10^{-4}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$
СПАВ	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$7,2 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$5,2 \cdot 10^{-5}$
Кетоны	$9,0 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$9,0 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$9,0 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$
ХОП	$9,4 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$9,4 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$9,4 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$
ПАУ	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$7,1 \cdot 10^{-7}$	$7,6 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-5}$

Выводы:

1. использованные подходы позволяют провести количественную оценку риска загрязнения родниковой воды органическими поллютантами по данным экологического мониторинга родниковых вод;
2. такой подход может быть использован для количественной оценки риска воздействия органических поллютантов на человека применительно к различным природным средам: поверхностным и подземным водам, почвам, атмосферному воздуху и т.д.;
3. выявленное содержание поллютантов даёт высокую величину рисков от перорального употребления родниковых вод населением (при отсутствии какой-либо их подготовки).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буймова, С.А. Комплексная оценка качества родниковых вод на примере Ивановской области / С.А. Буймова, А.Г. Бубнов; под ред. А.Г. Бубнова; – Иваново: Изд-во Иван. гос. хим.-технол. ун-та, 2012. – 463 с. – 100 экз. ISBN 978-5-9616-0446-7.
2. Звягинцева А.В., Аверин Г.В. Количественная оценка рисков в экологической безопасности. Ч. 2. Практическое применение методики оценки риска при загрязнении атмосферы // Вісник Донецького університету. Серія природничі науки. № 1. – 2007. – С. 293 – 301
3. Буймова С.А., Бубнов А.Г., Ефимов А.Е. Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности, Иваново, 29 — 30 ноября 2018 г. Часть II. - Иваново : ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. - 486 с. - ISBN 978-5-6040373-9-3
4. Петин А.Н., Лебедева М.Г., Крымская О.В. Анализ и оценка качества поверхностных вод: учебное пособие / А.Н. Петин, М.Г. Лебедева, О.В. Крымская. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2006. – 252 с.
5. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.– Москва: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. – 62 с.

УДК 574.21

П. А. Драганов, М. К. Основин, Н. А. Куликова, О. К. Стаковецкая
ФГБОУ ВО Ивановская государственная медицинская академия Минздрава России

КАЧЕСТВО ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ГОРОДАХ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: методом биоиндикации по стабильности развития листьев дуба черешчатого *Quercus robur* L. определено качество среды в городах Ивановской области. В большинстве населенных пунктов сильное или критическое загрязнение атмосферы. Основными источниками экотоксикантов являются выбросы автотранспорта и промышленных предприятий.

Ключевые слова: качество среды, биоиндикация, дуб черешчатый, листья, стабильность развития.

P. A. Draganov, M. K. Osnovin, N. A. Kulikova, O. K. Stakovetskaya

QUALITY OF AIR ENVIRONMENT IN THE CITIES OF IVANOV REGION

Abstract: the quality of the environment in the cities of the Ivanovo region is determined by the bio-indication method for the stability of development of the leaves of pedunculate oak *Quercus robur* L. In most locations, severe or critical air pollution. The main sources of ecotoxicants are emissions from motor vehicles and industrial enterprises.

Keywords: environmental quality, bioindication, pedunculate oak, leaves, developmental stability.

В современном обществе большое внимание уделяется проблемам, существующим в экологической сфере. В Программе научно-технологического развития Российской Федерации 2016 г. одним из больших вызовов указывается возрастание антропогенных нагрузок на окружающую среду до масштабов, угрожающих воспроизводству природных ресурсов, и рост рисков для жизни и здоровья граждан. Для улучшения экологии России и обеспечения экологической безопасности страны необходим сбор достоверных данных о существующем состоянии среды. Данные экспериментальных и эпидемиологических исследований показывают, что экотоксиканты, загрязняющие окружающую среду, даже при невысоком уровне воздействия могут вызывать значительные расстройства здоровья населения: детей, беременных женщин, пожилых людей, больных хроническими заболеваниями, что отрицательно сказывается на их продолжительности жизни, общей резистентности, работоспособности и устойчивости в отношении неблагоприятных климатических условий [8, 9]. Все вышеуказанное и определяет актуальность проведения данного исследования.

Оценить качество окружающей среды можно с помощью метода биоиндикации, в частности с помощью оценки стабильности развития листовых пластин различных растений. Работы по изучению флуктуирующей асимметрии листьев дуба черешчатого проводятся в различных районах Ивановской области на кафедре биологии ИвГМА в течение нескольких лет [4, 5, 6, 7].

Цель исследования: оценить степень загрязнения воздушной среды в различных антропоэкосистемах методом биоиндикации.

В задачи исследования входили:

- сбор материала для исследования в различных населенных пунктах Ивановской области;
- измерения листьев дуба, создать электронные таблицы с результатами измерений и статистически обработать данные в программе Excel;
- вычисление показателей флуктуирующей асимметрии листовых пластинок дуба в разных точках сбора и проведение анализа результатов исследований;
- выявление основных факторов, вызывающих загрязнения антропоэкосистем.

Объект исследования: дуб черешчатый, или летний *Quercus robur* L. Относится к семейству Fagaceae Dumort. Естественно произрастает только в Европейской части РФ: часто встречается в лесных культурах, лесополосах и зеленых насаждениях. Крупное дерево, высотой до 40 м. Листья обратнояйцевидные или продолговато-обратнояйцевидные, длиной 7-15 см, на черешках около 5 мм, перистолопастные (лопастей обычно 6 пар), весной красноватые, летом зеленые, кожистые, слегка блестящие.

Для оценки уровня загрязнения окружающей среды в настоящее время широко используется величина флуктуирующей асимметрии листа дуба черешчатого. Случайные незначительные отклонения от симметричного состояния билатеральных морфологических структур представляют собой флуктуирующую асимметрию. При действии любых стрессовых факторов среды нарушается стабильность морфогенеза листа и увеличивается его асимметрия [1, 2].

Для оценки стабильности развития дуба использовали методику, предложенную Н.П. Гераськиной [3]. Листовые пластинки дуба черешчатого в сентябре 2018 г. собирали после остановки роста листьев с высоты протянутой руки, в среднем с 1,5 м, по 40 штук с каждого дерева по его периметру. Морфометрию листовых пластинок проводили с помощью линейки и транспортира, трижды измеряя каждый параметр для получения более точных результатов. Измерения производили с левой (L) и правой (R) сторон по четырем параметрам листовой

пластинки: длина второй жилки второго порядка; расстояние между вершинами второй и третьей жилок второго порядка; расстояние между основаниями второй и третьей жилок второго порядка; угол между центральной жилкой и второй жилкой второго порядка.

Результаты измерений ввели в электронные таблицы, а затем при помощи статистических программ Microsoft Excel были сделаны необходимые вычисления показателей: средних значений размеров и углов листьев; стандартных отклонений параметров листа; величины асимметрии между сторонами листа; интегрального показателя флуктуирующей асимметрии (ФА) листовых пластинок дуба. Расчет интегрального показателя асимметрии проводили следующим образом: вычисляли отклонения в симметрии левой и правой сторон каждой листовой пластинки по всем четырем показателям; устанавливали относительную сумму этих различий по каждому листу и её среднее значение.

По данным литературы в таблице 1 приведено соответствие между показателями флуктуирующей асимметрии и состоянием окружающей среды. Средние показатели отклонений стабильности развития сопоставили с данными шкалы оценки стабильности развития дуба черешчатого и оценили степень загрязнения среды в разных местах сбора.

В ходе проведения данной работы оценка качества окружающей среды была одновременно проведена на большей территории, где ранее не осуществлялась.

Таблица 1. Шкала оценки стабильности развития дуба черешчатого

Значение ФА/ состояние среды	Б а л л				
	1	2	3	4	5
Показатели флуктуирующей асимметрии	<0,065	0,066-0,070	0,071-0,075	0,076-0,083	>0,083
Характеристика среды по А. Б. Стрельцову [2]	Чисто	Относительно чисто – «норма»	Загрязнено – «тревога»	Грязно «опасно»	Очень грязно «вредно»
Характеристика среды по Н.П. Гераськиной[2]	Норма	Угнетенное состояние различной степени			Критическое состояние
Характеристика качества среды, предлагаемая авторами	Среда чистая	Слабое загрязнение среды	Умеренное загрязнение среды	Сильное загрязнение среды	Критическое состояние среды

В областном центре численность населения более 406 тысяч человек. В г. Иваново установлены показатели ФА листьев трех дубов, растущих в разных местах на территории парка культуры и отдыха им. В. Я. Степанова: 0,077; 0,085; 0,082, что соответствует загрязнению среды от умеренного до сильного. Наиболее чистая среда отмечена рядом с перекидным мостом у железнодорожного вокзала, там показатель ФА минимальный – 0,055 и 0,063 в районе Пустошь-Бор, где дуб растет в 20 м от дороги. На ул. Лежневская, напротив ТЦ «Тополь», и в 100 метрах от трассы Иваново-Родники ФА составил 0,077; на остановке ул. Радищева – 0,079, что соответствует сильному загрязнению воздуха. Значительно выше показатели асимметрии в других районах города у дубов на ул. Рабфаковская около д. 17 показатель ФА – 0,083; на ул. 1-я Минеевская напротив школы №11 – 0,104; на ул 3-я Чайковского – 0,117; на ул. Лежневская – 0,120; на ул. Полка Нормандия-Неман, в 10 метрах от дороги – 0,107; аллее на улице Шубиных – 0,066-0,079 до 0,103 у разных деревьев; на площади 40-летия Победы – 0,115; в местечке Беляницы – 0,092; Авдотьино – 0,097. Эти значения свидетельствуют о критическом уровне загрязнения среды в городе и его пригородах. В селах Ивановского района Семеновское ФА – 0,064 – среда чистая, в Бибирево (ФА – 0,095) критический уровень загрязнения.

Город Шуя с населением более 58 тысяч человек, в котором находится семь промышленных предприятий. По показателю ФА в городе умеренное и сильное загрязнение – 0,072 и 0,077, соответственно, рядом с городом в лесу – 0,091– критическое состояние среды. Факторы, негативно воздействующие на дуб – выбросы автотранспорта. Шуйский р-н, по дороге на Ковров в 2-3 км от Шуи ФА составил 0,074, что соответствует умеренному загрязнению, а недалеко от деревни Векино, рядом с особо охраняемой природной территорией – Русалочьи озера ФА-0,090, там критическое состояние среды.

В г. Вичуга, количество жителей около 35 тысяч человек, 5 промышленных предприятий. Исследованы четыре дуба: у двух деревьев, произрастающих в городском парке ФА составил 0,072 и 0,097, значения соответствуют умеренному и критическому уровням загрязнения воздуха; третий дуб расположен на расстоянии 1 км от автодороги с малой интенсивностью движения, ФА – 0,073, умеренное загрязнение среды; четвертое дерево растет на расстоянии приблизительно 1,5 км до федеральной автотрассы, ближайшей проселочной дороги - 100 м, ФА – 0,109, что соответствует критическому загрязнению атмосферы. Рядом с Вичугой находится сельское поселение Старая Вичуга, изучение листьев дуба на улице Советская рядом с дорогой средней загруженности показало критическое состояние среды (ФА=0,111). А в поселке Каменка Вичугского района асимметрия листьев значительно меньше ФА – 0,074, в деревне Боровитиха – 0,071, что соответствует умеренному загрязнению атмосферы.

В городе Кинешма проживает более 83 тыс. жителей. В разных точках города были собраны и измерены листья. Показатели асимметрии составили 0,086; 0,098; 0,106; 0,114 и соответствовали критическому уровню загрязнения атмосферы. В городе есть работающие промышленные предприятия, много автотранспорта, есть железная дорога, выбросы которых загрязняют атмосферу и нарушают стабильность развития органов растений, в том числе и листьев дубов.

Показатели асимметрии листовых пластинок и уровня загрязнения среды в других точках сбора приведены в таблице 2.

В большинстве точек сбора на территории Ивановской области отмечены высокие значения ФА листьев дуба черешчатого. Критическое состояние среды в этих городах связано с значительным количеством автотранспорта, а также работой и газообразными выбросами промышленных предприятий: в г. Шуя - Шуямежрайгаз, машиностроительный завод им. Фрунзе, ООО «Лесокомбинат», «Металлист»; в г. Юрьевец - Юрьевецкий промышленный комбинат; в г. Кохма - «Кохомский лён», «Кохматекстиль», «Строммашина». В небольших населенных пунктах области (в Пестяковском р-не в с. Нижний Ландех у дуба, произрастающего рядом с грунтовой дорогой, показатель ФА составил 0,094, в дер. Паршино – 0,095) отмечен критический уровень загрязнения. Сильное загрязнение воздуха выявлено в поселке Спасское Приволжского р-на (ФА-0,078), г.п. Заволжск (ФА-0,079) и с.п. Сеготь Пучежского р-на (ФА-0,081), что связано с газообразными выбросами только 1-2 промышленных предприятий. Так, например, в Спасском работает нефтяная компания; в Заволжске - Заволжский химический завод, Заволжский лесопункт; а в с.п. Сеготь - Пучежская швейная фабрика, Завод железобетонных изделий. Умеренное загрязнение воздушной среды отмечено только в г. Наволоки Кинешемского р-на, г. Южа, г. Приволжск, на расстоянии 1 км от дер. Демидово Пестяковского р-на, а также в 3 км от дер. Векино Шуйского р-на (дубы произрастают рядом с одним из памятников природы Ивановской области – Русалочьи озерами, которые расположены вдалеке от грунтовой проселочной дороги). Показатель ФА в этих точках исследования варьировал от 0,073 до 0,074. Основным источником загрязнения воздушной среды на этих территориях является автотранспорт. В г. Наволоки работает хлопчатобумажный комбинат, в Приволжске – ювелирный завод, в Юже – Южский молочный завод, Южский хлебокомбинат, Южская прядильно-ткацкая фабрика. Лишь в одном месте в Комсомольском р-не в 3 км от г. Комсомольска в сторону с.п. Марково листовые пластинки дуба отличались высокой стабильностью развития, показатель ФА составил лишь 0,065, что свидетельствует о чистоте среды. Этот дуб находится на расстоянии 50 м от дороги со слабой интенсивно-

стью движения автотранспорта, между дубами и дорогой – поле, ветер на открытом пространстве быстро уносит загрязнители воздуха на другие территории.

Таблица 2. **Уровень загрязнения атмосферы на территории Ивановской области**

Место сбора	ФА	Уровень загрязнения
г. Родники	0,084; 0,117	Критическое загрязнение
г. Фурманов	0,088, 0,107	Критическое загрязнение
г. Кохма	0,096	Критическое загрязнение
г. Юрьеvec	0,167	Критическое загрязнение
г. Гаврилов Посад	0,087	Критическое загрязнение
г. Пучеж	0,090	Критическое загрязнение
г. Тейково	0,091	Критическое загрязнение
пос. гор. типа Заволжск	0,078	Сильное загрязнение
пос. гор. типа Лух	0,068	Слабое загрязнение
пос. гор. типа Палех	0,063	Среда чистая
Фурмановской р-н, пос. Никольское	0,100	Критическое загрязнение
Фурмановский р-н, село Погост	0,089	Критическое загрязнение
Савинский район, село Воскресенское	0,146	Критическое загрязнение
Пестяковский р-н, дер. Паршино	0,063	Среда чистая
Южский р-н, 10 км от г. Южа	0,067	Слабое загрязнение
Ильинский район, село Исаевское	0,085	Критическое загрязнение
Лежневский район, деревня Клементьево	0,093	Критическое загрязнение
Кинешемский район, деревня Романово, улица Светлая.	0,097	Критическое загрязнение
Пучежский район, с.п. Сеготь	0,081	Критическое загрязнение
Пестяковский р-н, село Нижний Ландех	0,094	Критическое загрязнение
Комсомольский р-н, с.п. Марково	0,065	Среда чистая

Выводы и перспективы дальнейших исследований:

1. Усиление азротехногенного загрязнения окружающей среды экотоксикантами оказывает негативное воздействие на формирование листовых пластинок дуба черешчатого, снижая стабильность их развития, приводя к значительной асимметрии.

2. В большинстве изученных населенных пунктов Ивановской области отмечены высокие значения показателя флуктуирующей асимметрии листьев у дубов, растущих рядом с автодорогами и промышленными предприятиями, что соответствует критическому загрязнению окружающей среды.

3. Наименьший уровень загрязнения отмечен в экосистемах, значительно удаленных от дорог и промышленных предприятий.

4. Полученные данные о стабильности развития листьев дуба можно использовать для оценки состояния экосистем при проведении экологического мониторинга на исследованных территориях, а также при составлении практических рекомендаций по оздоровлению окружающей среды. Рекомендуем ежегодно оценивать состояние зеленых насаждений в населенных пунктах и проводить мероприятия по их озеленению для улучшения качества воздуха.

5. Необходима разработка рекомендаций по улучшению качества атмосферного воздуха на территории городов. Они должны включать мероприятия по подбору газостойких древесных растений; важно оздоровить почву перед проведением посадок; уменьшить количество асфальтового покрытия и увеличить газонное, что снизит температурный режим корневой системы и уменьшит запыленность зеленых насаждений; своевременно убирать боль-

ные деревья пломбировать дупла и срезы на деревьях; использовать защитные эмульсии, которые поглощают газообразные токсины, и опрыскивать растения; постепенно отказаться от солесодержащих посыпных материалов зимой, с заменой на более экологичные. Для снижения уровня загрязнения окружающей среды экотоксикантами нужна разработка и внедрение экологически безопасных технологий, оснащение предприятий современным природоохранным оборудованием; обеспечение экологически безопасной переработки отходов, в первую очередь токсичных и радиоактивных.

6. В целях охраны здоровья детей и других категорий граждан необходимо проводить работу по профилактике длительного нахождения (прогулок, работы, занятия спортом) людей, особенно пожилого возраста и маленьких детей, рядом с автодорогами, где высокий уровень загрязнения воздуха, заниматься озеленением и сохранением уже имеющихся древесных насаждений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Захаров В. М.* Флуктуирующая асимметрия билатеральных структур животных в природных популяциях [Текст]: автореф. дисс. канд. биол. наук. М.: Ин-т биологии развития АН СССР, 1979. 19 с.

2. *Захаров В.М., Жданова Н.П., Кирик Е.Ф., Шкиль Ф.Н.* Онтогенез и популяция: оценка стабильности развития в природных популяциях [Текст]. Онтогенез, 2001, Т. 32. № 6. С. 404-421.

3. *Гераськина Н.П.* Оценка стабильности развития дуба черешчатого на территории национального парка «Орловское Полесье» [Текст]. Самарская Лука, 2009, Т. 18, № 3. С. 240-244.

4. *Кильчевский А.А.* Оценка стабильности развития дуба черешчатого на территории г. Иваново, Ивановской и других областей России. / Научно-практическая конференция студентов и молодых учёных ИвГМА «Неделя науки – 2011». 2011. – С. 100.

5. *Кильчевский А.А.* Изменения морфометрических показателей листьев дуба черешчатого в условиях аэротехногенного загрязнения населенных пунктов / Научно-практическая конференция студентов и молодых учёных ИвГМА «Неделя науки – 2012». Иваново, 2012. – С. 251.

6. *Кильчевский А.А., Куликова Н.А., Стаковецкая О.К.* Оценка стабильности развития дуба черешчатого на территории г. Иваново. Современные проблемы биологии и экологии: материалы докладов Международной научно-практической конференции, 10-12 марта, - Махачкала: ДГПУ, 2011. – С.447-449.

7. *Куликова Н.А., Стаковецкая О.К., Кильчевский А.А., Николаева Т.М.* Оценка стабильности развития листьев дуба черешчатого на территориях Ивановской и других областей. Эколого-географические проблемы регионов России: материалы II всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Самара: ПГСГА, 2012. – С.174-178.

8. *Линченко С.Н.* Экологическое состояние окружающей природной среды и здоровье человека. - Краснодар, 2007. - 64 с.

9. *Яковенко Н.В., Марков Д.С.* Качество атмосферного воздуха как составляющая качества среды обитания Ивановской области [Электронный ресурс] // Современные исследования социальных проблем: электронный научный журнал. – 2012. - № 11 (19). - URL: sisp.nkras.ru/e-ru/issues/2012/11/markov.pdf (дата обращения: 02.01.2013).

УДК 502

М. С. Герасимова, В. В. Воронина, Н. А. Кобелева, Т. В. Извекова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИМИ АРОМАТИЧЕСКИМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ИВАНОВО

Аннотация: Проведены исследования содержания полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в снежном покрове на территории г. Иваново. По результатам исследования был произведен сравнительный анализ полученных концентраций ПАУ за 2017 и 2018 годы, выявлены вероятные каналы поступления загрязнителя в окружающую среду.

Ключевые слова: полициклические ароматические углеводороды, снежный покров, канцероген, экологический мониторинг.

M. S. Gerasimova, V. V. Voronina, N. A. Kobeleva, T. V. Izvekova

DYNAMICS OF CHANGE OF THE CONTENT OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN A SNOW COVER IN THE TERRITORY OF THE CITY IVANOVO

Abstracts: Researches of the content of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in snow cover in the territory of Ivanovo were carried out. According to the results of the study, a comparative analysis of the obtained PAH concentrations for 2017 and 2018 was made and the likely channels of pollutant intake into the environment were identified.

Keywords: polycyclic aromatic hydrocarbons, snow, carcinogen, environmental monitoring.

В настоящее время промышленное производство и антропогенная деятельность человека создают большое количество различных химических веществ, которые вызывают серьезное загрязнение окружающей среды. Одним из классов данных химических веществ являются полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) [1].

ПАУ – это группа органических соединений, состоящих из двух и более конденсированных бензольных колец [2]. Данные загрязнители привлекли особое внимание из-за их потенциального токсичного, канцерогенного и мутагенного воздействия. После попадания в окружающую среду, ПАУ распространяются повсеместно, характеризуются высокой устойчивостью к фотохимическим процессам и способностью накапливаться в окружающей среде. Поллютанты образуются в достаточно больших количествах, чтобы нанести прямой ущерб здоровью человека [3]. Таким образом, актуальной задачей становится мониторинг содержания и оценка путей миграции ПАУ в объектах окружающей среды.

ПАУ, в большей степени, образуются в результате неполного сгорания и пиролиза органических материалов, а их появление в городских атмосферах, в значительной степени, является результатом антропогенных выбросов от автотранспортных средств, отопительных систем, сжигания отходов, промышленной деятельности и т.д. [1]. Выбросы от дорожного движения обычно являются одним из наиболее важных источников в городских районах [4].

Агентством по охране окружающей среды США регулируются 16 приоритетных ПАУ, 7 из которых международным агентством по исследованию рака определены как имеющие потенциальную канцерогенность. Более легкие ПАУ (2-3 ароматических кольца) присутствуют почти исключительно в паровой фазе, тогда как 7 канцерогенных ПАУ (имеют молекулы с 4-6 кольцами) почти полностью адсорбированы на твердых частицах. Твердые частицы, содержащие ПАУ, довольно быстро выпадают из воздуха вследствие седиментации, а также с атмосферными осадками и оседают на почву, растительность и водную по-

верхность. Осадки обычно считаются основным поглотителем ПАУ из-за их высокой гидрофобности и растворимости в липидах [3].

В зимнее время года происходит аккумуляция ПАУ в снежном покрове, который является накопителем аэрозольных частиц. Проба снега по всей его толще может характеризовать загрязнение за период, прошедший от образования устойчивого снежного покрова до момента отбора образца [5]. На основе информации о химическом составе снежного покрова можно проводить интегральные оценки загрязненности различных экосистем за длительные временные периоды, появляется возможность использовать данные для геохимической оценки загрязнения, выявлять зоны с различной степенью загрязнений в городах и промышленных районах [6]. В связи с этим, в качестве объекта исследования был выбран снежный покров на территории г. Иваново, пробы которого были отобраны в марте 2017 и 2018 года.

Цель работы являлось определение содержания приоритетных ПАУ в снежном покрове, выявление каналов их поступления и прослеживание динамики загрязнения ПАУ территории г. Иваново.

Образцы снежного покрова были отобраны с территории города, для чего его площадь была разбита на 12 квадратов, в каждом из которых отбиралось не менее чем по 5 точек. Пробы отбирались в течение 2-х лет (2017-2018 г.).

Анализ снежных проб проводили согласно [7, 8]. Пробы снега растапливали, талую воду фильтровали. Для анализа брали 1 л воды, из которой экстрагировали в ультразвуковой ванне при комнатной температуре н-гексаном с высушенного фильтра, полученный экстракт выпаривали и сухой остаток растворяли в ацетонитриле. Полученные экстракты анализировали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием анализатора жидкости ФЛЮОРАТ-02М в качестве флуориметрического детектора с колонкой и предколонкой, заполненной обращенно-фазовым сорбентом «Kromasil C18». Детектирование оптического сигнала проводили в интервале длин волн возбуждения 270-360 нм и регистрации 390-450 нм. Идентификация и концентрации контролируемых соединений в экстрактах проводилось путем их сравнения с известным количеством ПАУ, приготовленного в водном растворе из стандартного образца, содержащего 16 ПАУ, входящих в список ЕРА [7].

Результаты исследования уровня загрязнения снежного покрова г. Иваново ПАУ, представлены в табл. 1. По результатам анализа в исследуемых пробах снега идентифицированы и количественно определены концентрации 13 приоритетных ПАУ. Среди общего количества проанализированных проб за 2017 г. в 38 % суммарное содержание ПАУ составляет менее 1 мкг/л, а в 62 % - находится в диапазоне от 1 до 5 мкг/л. За 2018 г. в 66 % суммарное содержание ПАУ составляет менее 1 мкг/л, и в 34 % находится в диапазоне от 1-2 мкг/л, т.е. можно отметить, что в целом по территории города наблюдается снижение уровня загрязнения снежного покрова ПАУ.

Наибольшее содержание ПАУ в снежном покрове за весь период наблюдения было зафиксировано в районе железнодорожного вокзала, где максимальная концентрация составляет 5394.7 и 2005 нг/л за 2017 и 2018 г. соответственно.

Пространственное распределение суммарного содержания ПАУ в снежном покрове имеет четко выраженный характер, связанный с расположением сети автомобильных дорог, а также наиболее крупных промышленных объектов, формирующих на территории города фоновый уровень загрязнения ПАУ, максимальные уровни ПАУ наблюдаются в юго-восточной части (где основной вклад предположительно помимо автотранспорта вносит ТЭЦ, расположенная в 3 км в границы юго-восточной границы города), в центральной части – где расположены железнодорожный вокзал и железно-дорожное сортировочное депо, а также в северо-западной части, где помимо окружной автомобильной дороги города, расположен промышленный узел предприятия, включающий машиностроительные и строительные предприятия.

Таблица 1. Концентрация ПАУ в снежном покрове с территории г. Иваново

ПАУ	Концентрации ПАУ, нг/л					
	Среднее значение		Медианное значение		Диапазон	
	2017 г.	2018 г.	2017 г.	2018 г.	2017 г.	2018 г.
Нафталин	151.5	155.5	48.6	42.0	1÷781.9	4.2÷1462
Флуорен	107.1	167.3	49.6	39.5	0.1÷415	0.1÷825.4
Фенантрен	394.0	108.3	33.9	40.4	1÷1501	1÷669
Антрацен	20.9	96.4	11.4	63.4	0.1÷173	0.1÷373.7
Флуорантен	587.7	126.3	503.5	101.5	1÷1905	7÷286.0
Пирен	267.3	233.8	110.0	181.7	1.6÷1498	5.6÷618.1
Хризен	1.3	0.19	1.0	0.1	0.1÷7.7	0.1÷0.6
Бенз[b]флуорантен	175.5	119.43	142.5	111.4	10÷668	19÷406.6
Бенз[k]флуорантен	111.1	208.0	36.7	55.2	0.1÷760	0.2÷1090
Бенз[a]пирен	6.3	3.7	2.5	2.9	0.1÷30	0.1÷14.4
Бенз[g,h,i]перилен	7.4	19.2	0.1	0.1	0.1÷66	0.1÷129.8
Дибенз[a,h]антрацен	4.9	0.8	0.3	0.1	0.1÷31	0.1÷6.1
ΣРАН	1510.6	989.6	1533.7	804.5	123÷5394.7	412÷2005.3

Основной вклад в общее содержание ПАУ составляют «тяжелые» компоненты (соединения с 4 более ароматическими кольцами), такие как флуорантен, пирен, хризен, бенз[b]флуорантен, бенз[k]флуорантен, бенз[a]пирен, бенз[g,h,i]перилен, дибенз[a,h]антрацен. Средняя суммарная концентрация «тяжелых» ПАУ составляет 1510,6 нг/л и 989,6 нг/л соответственно за 2017 и 2018 года. Содержание «легких» ПАУ (соединения с 2-3 ароматическими кольцами) составляет 673,5 нг/л (за 2017 г.) и 527,5 нг/л (2018 г.).

По соотношению [«легкие» ПАУ/«тяжелые» ПАУ] можно судить о каналах поступления загрязнителей в снежный покров – если оно составляет выше 1, то основной путь поступления, связан с процессами сжигания топлива, если ниже 1, то источник ПАУ – проливы нефтепродуктов. В нашем случае данное соотношение как за 2017 г., так и за 2018 г. ниже 1, следовательно, источниками образования ПАУ являются процессы высокотемпературного сжигания топлива. Отметим, что в выхлопных газах автомобилей идентифицированы до 150 ПАУ, причем содержание фенантрена, флуорантена, пирена в десятки раз больше, чем БП [5], что и подтверждают результаты исследований.

Уровень загрязнения ПАУ снежного покрова на территории города Иванова в десятки раз превышает фоновое содержание исследуемых поллютантов. Подобные результаты аналогичны для большинства городских территории, что свидетельствует от антропогенном канале поступления ПАУ [9, 10].

Таким образом, анализ полученных данных о содержании ПАУ в снежном покрове на территории г. Иваново за весь период наблюдений свидетельствует о высоком уровне загрязнения высокотоксичными полициклическими ароматическими углеводородами и сделать вывод о необходимости постоянного контроля за их содержанием. Это позволит оценить возможные механизмы трансформации и выведения ПАУ из объектов окружающей среды, т.к. может явится основой для разработки мероприятий, направленных на улучшение экологической обстановки в городе, и приведет к снижению риска неблагоприятных последствий для здоровья населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Masiol M. Carcinogenic and mutagenic risk associated to airborne particle-phase polycyclic aromatic hydrocarbons: A source apportionment / M. Masiol, A. Hofer, S. Squizzato, R. Piazza, G. Rampazzo, B. Pavoni // Atmospheric environment. – 2012. – Vol. 60. – P. 375 – 382.

2. Ровинский, Ф.Я. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов / Ф.Я. Ровинский, Т.А. Теплицкая, Т.Д. Алексеева. - Л: Гидрометеиздат, 1988. - 224 с.
3. Wang C. Pollution levels and risks of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments from two typical estuaries in China / C. Wang, X. Zou, Y. Li, Y. Zhao, Q. Song, W. Yu // *Marine Pollution Bulletin*. – 2017. – Vol. 114. – P. 917 – 925.
4. B. S. Sosa. Human health risk due to variations in PM₁₀ - PM_{2.5} and associated PAHs levels / B. S. Sosa, A. Porta, J. E. C. Lerner, R. B. Noriega, L. Massolo // *Atmospheric environment*. – 2017. – Vol. 160. – P. 27 – 35.
5. Котельникова, И. М. Полициклические ароматические углеводороды в твердых частицах снежного покрова как показатели загрязнения городской атмосферы / И. М. Котельникова, Н. Г. Куимова, Л. М. Павлова, А. Г. Сергеева, Л. П. Шумилова // *Известия Самарского научного центра РАН*. - 2011. - №1-6. – С. 1341 – 1346.
6. Габов, Д. Н. Полициклические ароматические углеводороды в снежном покрове урбанизированных территорий (на примере г. Сыктывкар) / Д. Н. Габов, М. И. Васильевич, В.А. Безносиков, Б.М. Кондратенко // *Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН*. – 2009. - №11. – С. 12 – 14.
7. ФР 1.1.2001. Качество снежного покрова. Поверхностная плотность бенз[а]пирена. Методика выполнения измерений методом ВЭЖХ // Утв. ЛИН СО РАН. 2001. Т. Иркутск. - С. 15.
8. ПНД Ф 14.1:2:4.186-02. Методика выполнения измерений массовой концентрации бенз(а)пирена в пробах природных, питьевых и сточных вод методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием анализатора жидкости "Флюорат-02" в качестве флуориметрического детектора (М01-21-01) // СПб.: НПФ «Люмекс». 2010.
9. Gabrieli, J. Occurrence of PAH in the seasonal snowpack of the Eastern Italian Alps / J. Gabrieli, F. Decet, A. Luchetta et al. // *Environmental Pollution*. - 2010. - Vol. 158. - P. 3130-3137.
10. Филиппов, С.П. Экспериментальное определение выбросов сажи и ПАУ котельными и домовыми печами / С.П. Филиппов, П.П. Павлов, А.В. Кейко и др. // *Известия РАН. Энергетика*. - 2000. - № 3. - С.107-117.

УДК: 502.36 544.723.3

Г. И. Гусев, А. А. Гуцин, Т. В. Извекова, М. В. Шейченко, А. В. Шаронов
ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ

Аннотация: В работе изложены результаты исследования процессов очистки сточных вод от органических красителей – метиленового синего и родамина В, с использованием адсорбционного метода, а также плазмы диэлектрического барьерного разряда. В ходе экспериментов получены данные по влиянию на степень очистки воды от красителей в реакторе диэлектрического барьерного разряда коаксиального типа таких параметров как расход обрабатываемого раствора, начальная концентрация красителя в растворе, объемная мощность, вкладываемая в разряд и частота приложенного напряжения. Анализ полученных результатов показал, что для обоих красителей характерны степени деструкции порядка 70-80 %, а основными параметрами, влияющими на эффективность деструкции, являются объемная мощность, вкладываемая в разряд и расход модельного раствора. Изучение процессов адсорбции красителей (метиленового синего и родамина В) на сорбенты различного состава и типа на примере ЦТР-Сорб (цеолита), Верма-Сорб (вермикулита), Ol-ex Hard (глинистого сланца) показало, что наиболее эффективным сорбентом для очистки является ЦТР Сорб (цеолит), макси-

мальная сорбционная емкость которого составила 23,5 мг/г по метиленовому синему и 13 мг/г по родамину В. Максимальная степень очистки составила 92 % при очистке воды от метиленового синего и 52 % по родамину В.

Ключевые слова: диэлектрический барьерный разряд, плазма, красители, водоочистка, адсорбция.

G. I. Gusev, A. A. Guschin, T. V. Izvekova, M. V. Sheychenko, A. V. Sharonov

WASTEWATER TREATMENT OF TEXTILE INDUSTRIES FROM ORGANIC DYES

Abstract: The paper presents the results of the study of wastewater treatment from organic dyes—methylene blue and rhodamine B, using the adsorption method, as well as the plasma of the dielectric barrier discharge. The effect of such parameters as the flow rate of the treated solution, the initial concentration of the dye in the solution, the volume power invested in the discharge and the frequency of the applied voltage on the degree of purification of water from dyes in the reactor of the dielectric barrier discharge of the coaxial type are experimentally obtained. Analysis of the results showed that both dyes are characterized by the degree of destruction of the order of 70-80 %, and the main parameters affecting the efficiency of destruction are the volume power invested in the discharge and the flow rate of the solution containing the dye. The study of the adsorption dyes (methylene blue and rhodamine B) on sorbents of different composition and type on the example of CTR-Sorb (zeolite), Verma-Sorb (vermiculite), Ol-Ex Hard (shale) showed that the most effective sorbent for purification is CTR-Sorb (zeolite), the maximum sorption capacity of which was 23.5 mg/g for methylene blue and 13 mg/g for rhodamine B. The maximum degree of purification was 92 % for water purification from methylene blue and 52 % for rhodamine B.

Keywords: dielectric barrier discharge, plasma, dyes, water treatment, adsorption.

Использование синтетических органических красителей в современных текстильных технологиях [4] приводит к интенсивному загрязнению гидросферы. Поэтому, удаление красителей из сточных вод становится одной из основных экологических проблем текстильной промышленности. В связи с разнообразием органических соединений, используемых в качестве красителей, в настоящее время отсутствуют универсальные методы их удаления из сточных вод [4]. Практически все красители являются токсичными загрязняющими веществами из-за их устойчивости к процессам разложения, что приводит к их накоплению в объектах окружающей среды. В процессе их трансформации в окружающей среде они способны образовывать более токсичные соединения, обладающие канцерогенными и мутагенными свойствами.

Одним из традиционных методов очистки сточных вод является адсорбционный метод, к достоинствам которого, относятся высокая эффективность и возможность очистки сточных вод от многокомпонентных смесей. Однако необходимость в регенерации сорбентов и последующей утилизации извлеченных загрязняющих веществ сдерживают широкое распространение сорбционных методов. Поэтому исследования в области сорбционных технологий, направленных на улучшение эколого-экономических показателей, является актуальной задачей.

Красители из водных растворов также могут быть удалены с использованием продвинутых окислительных процессов (AOPs). Например, для обработки красителей используют деструкцию ультрафиолетом в сочетании с H_2O_2/O_3 или реактивом Фентона в растворе [5]. Импульсная разрядная плазма также считается эффективным методом для удаления органических загрязнителей из сточных вод [6, 12]. Плазма для очистки загрязненных компонентов окружающей среды используется из-за процессов образования химически активных веществ, таких как OH^\bullet , H^\bullet , O^\bullet , O_3 , H_2O_2 , и т. д. [5, 13], которые могут эффективно окислять органические вещества, содержащиеся в воде [7, 14]. Использование различного рода разряда в воде для деструкции органического красителя – родамина В, исследовалась в работах [9], где показана высокая эффективность удаления загрязнителя из воды.

Результаты исследования процессов деструкции метиленового синего (МС) в водных растворах АОРs методами приведены в статьях [8, 11]. Так в статье [8] изучалось влияние плазмы ДБР на деструкцию МС, и показано, что основную роль в деструкции играют озон и другие активные частицы, образующиеся в плазме. Экспериментально установленные степени деструкции красителя составляли порядка 99-100 %.

Анализ современного состояния исследований, посвященных деструкции стойких и токсичных загрязнителей, позволяет сделать вывод, что в качестве одного из возможных способов очистки сточных вод от красителей может использоваться диэлектрический барьерный разряд, который уже нашел широкое применение в системах защиты окружающей среды [1-3, 8, 11].

Таким образом, целью данной работы является изучение процессов очистки сточных вод от красителей при помощи адсорбции на сорбенты различного состава и типа, а также деструкция красителей в плазме ДБР на примере метиленового синего и родамина В.

Родамин В относится к представителям группы флуоресцентных красителей. Метиленовый синий – тиазиновый краситель, применяющийся в текстильной промышленности.

В качестве сорбентов, используемых для очистки воды, использовались Верма-сорб (вермикулит), ОI-Ex Hard (глинистый сланец) и ЦТР-Сорб (цеолит).

В ходе экспериментов навеска сорбента добавлялась в раствор, содержащий краситель и перемешивалась в течение 5-15 минут с использованием магнитной мешалки. После этого сорбент извлекался раствора, и измерялась остаточная концентрация красителя. Сорбционная емкость сорбентов рассчитывалась по формуле:

$$J_i = \frac{V_0 \cdot (C_{0,i} - C_i)}{m}, \text{ мг/г,}$$

где J_i – сорбционная ёмкость, мг/г, V_0 – объём пробы модельного раствора, пропущенный через сорбент, л; C_0 и C – начальная и конечная концентрации красителей соответственно, мг/л; m – масса образца сорбента, г.

Исследование процессов деструкции красителей в плазме ДБР проводилось на установке (рис. 1), основным элементом которой служил плазмохимический реактор, представляющий собой коаксиальный реактор ДБР, состоящий из внешней пирексовой трубки, диаметром 22 мм, являющейся диэлектрическим барьером разряда, внутреннего электрода из алюминиевого сплава радиусом 8 мм.

Барьерный разряд возбуждался от высоковольтного трансформатора ($f = 1000$ Гц). Напряжение контролировалось с помощью высоковольтного зонда, а ток разряда определялся по падению напряжения на резисторе (100 Ом), последовательно включенным в цепь заземления. Оба сигнала одновременно контролировались цифровым двухканальным осциллографом GW Instek GDS-2072 (Тайвань). Напряжение, подводимое к электродам, варьировалось в диапазоне 6-13 кВ, сила тока разряда изменялась от 0,1 до 0,8 мА. Частота тока разряда варьировалась в диапазоне 500 – 2000 Гц, мощность разряда в исследуемом диапазоне частот составляла – 20 – 180 Вт. Вольтамперная характеристика и мощность разряда, а также влияние частоты тока разряда на физические характеристики плазмы, приведены в [3].

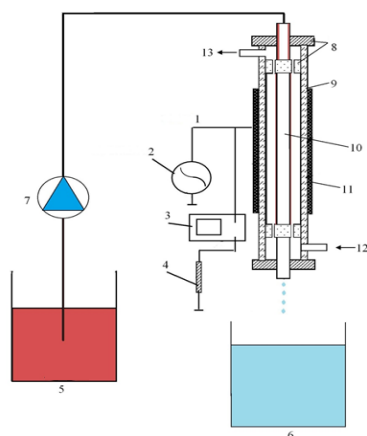


Рис. 1. Схема реактора ДБР.

1 - Реактор, 2 - Источник питания, 3 - Цифровой осциллограф GW Instek GDS-2072, 4 - Резистор 100 Ом, 5 - Резервуар с красителем, 6 - резервуар с водой, прошедшей очистку, 7 - Насос, 8 - Тefлоновые вставки, 9 - Диэлектрик, 10 - Внутренний электрод, 11 - Внешний электрод, 12 - Вход газа, 13 - Выход газа.

Размер разрядной зоны составлял 12 см. На внутренний электрод была нанесена гидрофильная стеклоткань, толщиной 1 мм, с помощью которой обеспечивался пленочный режим течения модельного раствора в системе.

Объемный расход модельного раствора красителей с исходной концентрацией 40 мг/л изменялся в интервале 0,15–0,5 мл/с. Время контакта жидкости (τ_k) с зоной разряда определялось по формуле:

$$\tau_k = \frac{\pi \cdot D \cdot h \cdot L}{Q},$$

где D – толщина гидрофильного материала, h – толщина плёнки раствора, Q – объемный расход раствора, L – длина разрядной зоны.

Толщина пленки обрабатываемой жидкости рассчитывалась исходя из предположения гладкого ламинарного потока в поле силы тяжести:

$$h = \left(\frac{3\nu \cdot Q}{g \cdot \pi \cdot D} \right)^{1/3},$$

где ν - кинематическая вязкость жидкости, g – гравитационная постоянная.

Плазмообразующим газом являлся технический кислород с объемной долей 99,7 %, который подавался в систему навстречу потоку жидкости с объемным расходом 3 см³/с.

Эффективность очистки (α) растворов, содержащих краситель, оценивали спектрофотометрическим методом с использованием спектрофотометра ПЭ-5400УФ (ПромЭкоЛаб) по поглощению излучения на длине волны 573 нм и 663 нм соответственно для родамина В и метиленового синего:

$$\alpha(\%) = \frac{A_0 - A}{A} \cdot 100,$$

где A_0 и A – величина начального и конечного поглощения раствором излучения на длине волны, соответствующей максимуму поглощения (λ_{\max}).

Первоначальным этапом исследований являлось определение адсорбционной емкости сорбентов по красителям и оценка их эффективности для очистки сточных вод. Зависи-

мость сорбционной емкости сорбентов по метиленовому синему и роданину В, от времени протекания сорбции представлено на рис. 2 и 3 соответственно.

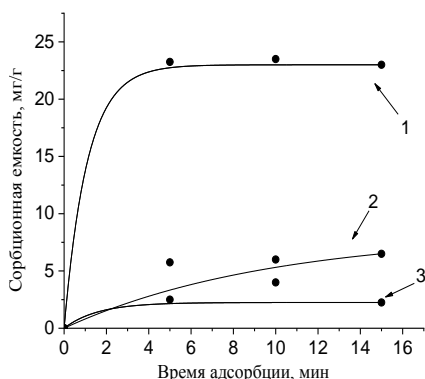


Рис. 2. Зависимость сорбционной емкости сорбентов по метиленовому синему от времени сорбции (1-ЦТР-Сорб; 2-Верма сорб; 3-ОI-Ex Hard).

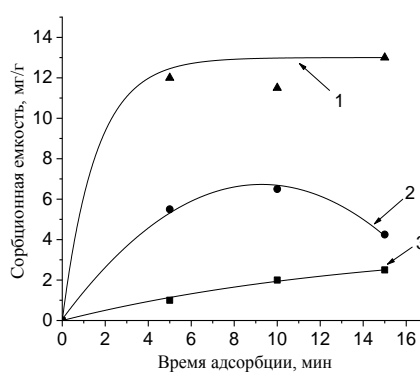


Рис. 3. Зависимость сорбционной емкости сорбентов по роданину В от времени сорбции (1-ЦТР-Сорб; 2-Верма сорб; 3-ОI-Ex Hard).

Полученные результаты показывают (рис. 2 и 3), при увеличении времени адсорбции от 5 до 15 минут сорбционная емкость всех сорбентов меняется незначительно, поэтому оптимальным для проведения процесса очистки временем контакта раствора с адсорбентом можно считать 5 минут. В случае же адсорбции роданина сорбентом Верма сорб, наблюдается тенденция к снижению сорбционной емкости после 10 минуты адсорбции, что свидетельствует о одновременном протекании адсорбционно-десорбционных процессов.

Максимальной сорбционной емкостью обладает сорбент ЦТР Сорб (цеолит). Его максимальная сорбционная емкость составила 23,5 мг/г по метиленовому синему и 13 мг/г по роданину В. Максимальная степень очистки составила 92 % при очистке воды от метиленового синего и 52 % по роданину В. В связи с этим дальнейшие исследования проводились с сорбентом данной марки.

Следующим этапом исследований являлось определение зависимости сорбционной емкости сорбента ЦТР Сорб от начальной концентрациях красителя роданина В (рис. 4), поскольку эффективности очистки от данного красителя оказались гораздо ниже, чем от метиленового синего для всех типов сорбентов.

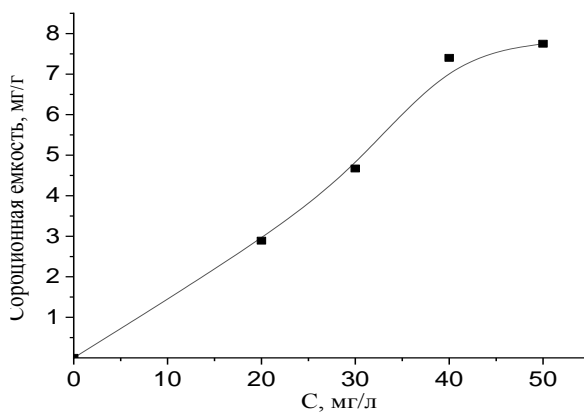


Рис. 4. Зависимость сорбционной емкости цеолита от начальной концентрации красителя роданина В.

При увеличении начальной концентрации родамина в модельном растворе, сорбционная емкость ЦТР Сорб растет, однако эффективность очистки остается на постоянном уровне (50-55 %). Таким образом, можно сделать вывод, что адсорбция для ряда красителей не является эффективным методом очистки, т.к. полная очистка не была достигнута ни одним сорбентом, а в случае с адсорбцией Родамина В, максимальная степень очистки не превышала 55 %.

Дальнейшим этапом исследований являлось оценка эффективности деструкции красителей при обработке в плазме ДБР при различных параметрах работы установки.

Полученные экспериментальные данные показали, что при обработке модельных растворов (параметры обработки представлены в табл. 1), протекают процессы деструкции, присутствующих в них красителей, с эффективностями не ниже 40 %, которые существенно зависят от объемного расхода обрабатываемого раствора. При увеличении расхода воды, содержащей родамин в 3,3 раза (с 0,15 до 0,5 мл/с) эффективность разложения в ДБР снижается на с 72 % до 45 %, а для метиленового синего – 60 % до 50 % (рис. 5). Ход кинетических кривых деструкции исследуемых красителей, показывает, что протекающие процессы описываются кинетическим уравнением первого порядка.

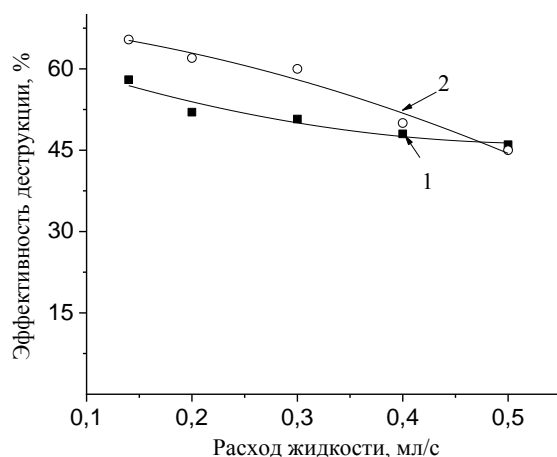


Рис. 5. Зависимость эффективности очистки от расхода воды, содержащей красители (1-метиленовый синий, 2-родамин В).

Таблица 1. Параметры обработки

Параметр	Значение
Частота, Гц	1000
Напряжение, кВ	7,62
Мощность, Вт/см ³	2,84
Сила тока, мА	6,7
Расход газа (O ₂), л/мин	0,5
Расход жидкости, мл/сек	0,14-0,5
Время контакта жидкости с зоной плазмы, с	1,2-2,4

Влияние мощности разряда на степень разложения красителей представлена на (рис. 6). Как и следовало ожидать, при увеличении объемной мощности, вкладываемой в разряд, происходит рост степени разложения, как родамина В, так и метиленового синего. Так при изменении мощности с 3 до 7 Вт/см³, эффективность деструкции как для родамин, так и для метиленового синего также увеличивается. Однако максимальная эффективность не превышает 65 %. Таким образом, как и следовало ожидать, объемная мощность, вкладываемая в

разряд, является одним из основных параметров, влияющих на деструкцию красителей при обработке в плазме ДБР, т.к. её увеличение приводит к росту концентрации активных частиц, участвующих в процессах превращения органических соединений, что и приводит к увеличению степени их деструкции. Полученные экспериментальные данные показывают, что увеличение начальной концентрации красителей в растворе приводит к нелинейному снижению степени их разложения (рис. 7). Данный факт может быть объяснен сменой механизма химического взаимодействия красителей с активными частицами, образующимися в ДБР, причем образование активных частиц является лимитирующей стадией протекающих процессов.

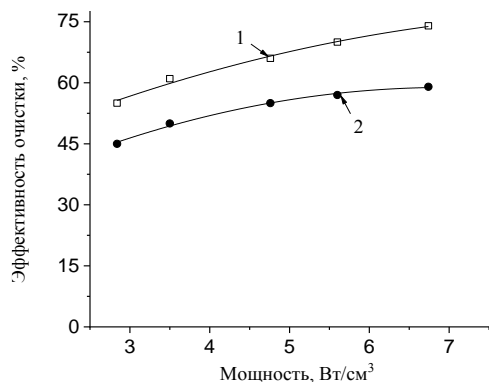


Рис. 6. Зависимость эффективности очистки от мощности, вкладываемой в разряд, при деструкции красителей (1-метиленовый синий, 2- родамин В).

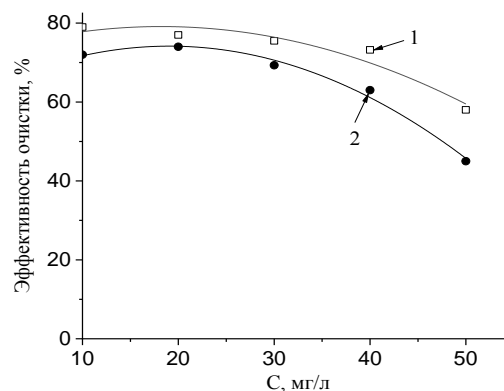


Рис. 7. Зависимость эффективности очистки от начальной концентрации красителей (1-метиленовый синий, 2- родамин В).

Полученные данные показывают, что наиболее устойчивым из исследуемых красителей является метиленовый синий, эффективность деструкции которого на 5-7 % ниже, чем родамина В при одинаковых параметрах обработки, а энергозатраты на их деструкцию составляют 1,5 кВт·ч/г красителя, что соизмеримо с AOPs технологиями [10, 11].

Таким образом, по результатам исследования процессов сорбции и деструкции красителей с использованием плазмы, можно сделать вывод, что эффективности процессов достигают порядка 50 и 80 % соответственно. Исследования показали, что наиболее эффективным сорбентом является ЦТР сорб, обладающий сорбционной емкостью равной 12 мг/г по родамину и 22 мг/г по МС. Основными параметрами, влияющими на эффективность протекающих процессов в ДБР, являются начальная концентрация загрязнителя, объемный расход обрабатываемого раствора и мощность, вкладываемая в разряд. Следует отметить, что для окончательной оценки экологической целесообразности использования ДБР в системах очистки загрязненных красителями стоков, необходимо также проведение исследований по оценке образования промежуточных и конечных продуктов разложения исходных соединений. В качестве перспективного направления решения экологической проблемы является совмещение плазменных и адсорбционных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев Г.И., Курачева Н.М., Гуцин А.А., Извекова Т.В. Восстановление сорбционной активности диатомита марки СМД, загрязненного нефтепродуктами с использованием электрического барьерного разряда. Пожарная и аварийная безопасность Материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию МЧС России. Под общей редакцией И.А. Малого. 2015. С. 203-208.

2. Gusev G.I., Gushchin A.A., Grinevich V.I., Osti A.A., Izvekova T.V., Kvitkova E.Yu. Regeneration of natural sorbents contaminated with oil products in dielectric barrier discharge plasma. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.* 2017. V. 60. N 6. P. 72–76.
3. Gushchin A. A. et al. Removal of Oil Products from Water Using a Combined Process of Sorption and Plasma Exposure to DBD // *Plasma Chemistry and Plasma Processing.* – 2018. V. 38.- № 5 – P. 1021-1033.
4. Huang F. et al. Analysis of the degradation mechanism of methylene blue by atmospheric pressure dielectric barrier discharge plasma // *Chemical Engineering Journal.* – 2010. – Т. 162. – №. 1. – С. 250-256.
5. Ince N.H., Gonenc D.T., Treatability of textile azo dye by UV/H₂O₂, *Environ. Technol.* 18 (1997)179–185.
6. Joshi A.A., Locke B.R., Arce P., Finney W.C., Formation of hydroxyl radicals, hydrogen peroxide and aqueous electrons by pulsed streamer corona discharge in aqueous solution, *J. Hazard. Mater.* 41 (1995) 3–30.
7. Legrini O., Oliveros E., Braun A.M., Photochemical processes for water treatment, *Chem. Rev.* 93 (1993) 671–698.
8. Maehara T, Miyamoto I, Kurokawa K, Hashimoto Y, Iwamae A, Kuramoto M, Yamshita H, Mukasa S, Toyota H, Nomura S, Kawashima A (2008) *Plasma Chem Plasma Process* 28:467
9. Malik M. A. Water purification by plasmas: Which reactors are most energy efficient? // *Plasma Chemistry and Plasma Processing.* – 2010. – V. 30. – №. 1. – P. 21-31
10. Sharma A.K., Locke B.R., Arce P., Finney W.C., A preliminary study of pulsed streamer corona discharge for degradation of phenol in aqueous solution, *Hazard. Waste Hazard. Mater.* 10 (1993) 209–219.
11. Stara Z, Krcma F, Nejezchleb M, Skalny JD (2009) *Desalination* 239:283
12. Sun B., Sato M., Clements J.S., *Environ. Sci. Technol.* 34 (2000) 509–513.
13. Sun B., Sato M., Clements J.S., Optical study of active species produced by a pulsed streamer corona discharge in water, *J. Electrostatics* 39 (1997) 189–202.
14. Willberg D.M., Lang P.S., Hochemer R.H., Kratel A., Hoffmann M.R., Degradation of 4-chlorophenol, 3,4-dichloroanilin, and 2,4,6-trinitrotoluene in an electrohydraulic discharge, *Environ. Sci. Technol.* 30 (1996) 2526–2534.

УДК 547.305:504.5

О. Ю. Растегаев

ФГБОУ ВПО Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

ДИОКСИД ТИОМОЧЕВИНЫ - НОВЫЙ ДЕТОКСИКАНТ МЫШЬЯК СОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация: Разработана методика детоксикации мышьяксодержащих отходов диоксидом тиомочевины с выделением металлического мышьяка, что обеспечивает экологическую и техносферную безопасность.

Ключевые слова: диоксид тиомочевины, детоксикант, мышьяксодержащие отходы, металлический мышьяк, экологическая и техносферная безопасность.

О. У. Rastegaev

OF THIOUREA DIOXIDE IS A NEW DETOXIFIER OF ARSENIC-WASTE TO ENSURE ENVIRONMENTAL AND TECHNOSPHERE SAFETY

Abstract: The technique of detoxification of arsenic-containing waste with thiourea dioxide with the release of metallic arsenic, which ensures environmental and technosphere safety.

Keywords: thiourea dioxide, detoxicant. arsenic-containing waste, metal arsenic, environmental and technosphere safety.

Отличительной особенностью мышьяксодержащих отходов является то, что все соединения мышьяка токсичны, наименее токсичны металлический мышьяк и сульфид мышьяка как малорастворимые [1]. Поэтому важнейшей экологической задачей является снижение токсичности мышьяксодержащих отходов до безопасных уровней. Технически эту задачу можно решить путем извлечения мышьяка из указанных продуктов, тем самым снизив их токсичность. Возникает вопрос - в какой форме извлекать мышьяк? Самая экологически безопасная форма мышьяка – арсенат железа ввиду его низкой растворимости, но это невыгодно с точки зрения увеличения количества отходов, поскольку при добавлении железосодержащих компонентов (лучше использовать тоже отходы травильных производств) увеличение исходного количества отхода произойдет не менее, чем в 2 раза. Необходимо искать способ обезвреживания отхода, в результате которого можно получить полезный продукт и уменьшить количество отходов. Учитывая химическую природу мышьяка, такой формой является элементный мышьяк, практически нерастворяющийся в воде, растворах неокисляющих солей, кислот и оснований, к тому же имеющий довольно высокую плотность, что обеспечивает уменьшение объема для хранения.

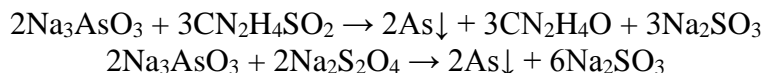
В связи с этим встала задача поиска восстановителей, обеспечивающих технологическую и экологическую безопасность, т.е. в результате процесса должно происходить не только полное восстановление солей до элементного мышьяка, но и без образования токсичных веществ, выделения газов, в первую очередь высоко токсичного арсина даже в следовых количествах, без образования летучих соединений мышьяка, например, треххлористого мышьяка, т.е. необходимо исключить сильно кислые среды. Учитывая тот факт, что соли трехвалентного мышьяка в процессе хранения частично переходят в соли пятивалентного мышьяка, необходимо было обеспечить и восстановление мышьяка (V). В технологическом плане наличие арсената натрия в исходной смеси затрудняет работу на всех стадиях из-за его высокой растворимости, т.е. требуется как можно быстрее вывести его из процесса.

К восстановителю предъявляется ряд технологических требований: реагент должен выпускаться промышленностью, быть малоопасным, устойчивым, относительно дешевым, не содержать экологически проблемных тяжелых металлов, желателен не использовать газов и летучих органических растворителей. Окисленная форма также не должна быть токсичной, летучей и нерастворимой.

Поскольку мышьяк в ряду напряжения стоит после водорода, то было целесообразно исследовать восстановители, применяемые для химического получения металлических меди, никеля, платины, серебра. Гипофосфит натрия не использовался, поскольку реагирует в сильно кислых средах, формалин и глюкоза хоть и проявляют восстановительные свойства в щелочных средах, но их применение может привести к образованию мышьякорганических соединений ввиду особой легкости мышьяка внедряться в органическую молекулу, что может стать причиной загрязнения целевого продукта. Поэтому были исследованы серосодержащие восстановители - диоксид тиомочевина (ДТМ, $CN_2H_4SO_2$), дитионит натрия ($Na_2S_2O_4$).

Предварительные опыты показали, что оба реагента восстанавливают как мышьяк (III), так и мышьяк (V), но в одинаковых условиях (60 °С, 400г/л NaOH) ДТМ вступает в реакцию с мышьяком (III) практически сразу, а $Na_2S_2O_4$ приблизительно через 30-40мин., а на холоду практически не взаимодействует, т.е. реакция с ДТМ протекает с большей скоростью,

а кроме того приводит к менее загрязненному серой продукту ($0,3 \div 0,9\%$ S), а с $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ - $1 \div 2\%$ S, ДТМ намного более стабилен при хранении, поэтому детально была исследована реакция с ДТМ.



Известно [2], что максимальный окислительно-восстановительный потенциал ДТМ в водных растворах достигается при температурах $40 \div 100$ °С и щелочности $5 \div 40$ г/л NaOH. С учетом этих данных была изучена зависимость выхода элементарного мышьяка от различных факторов: концентрации общего мышьяка, соотношения мышьяка (III) и мышьяка (V), температуры, концентрации реагентов, способа смешения реагентов, времени процесса (рис.1, 2).

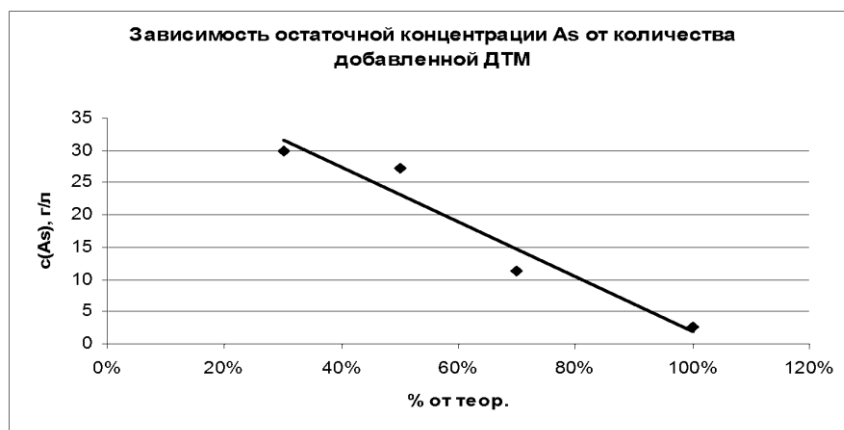


Рис. 1. Зависимость остаточной концентрации мышьяка от количества (доли от стехиометрического) ДТМ.

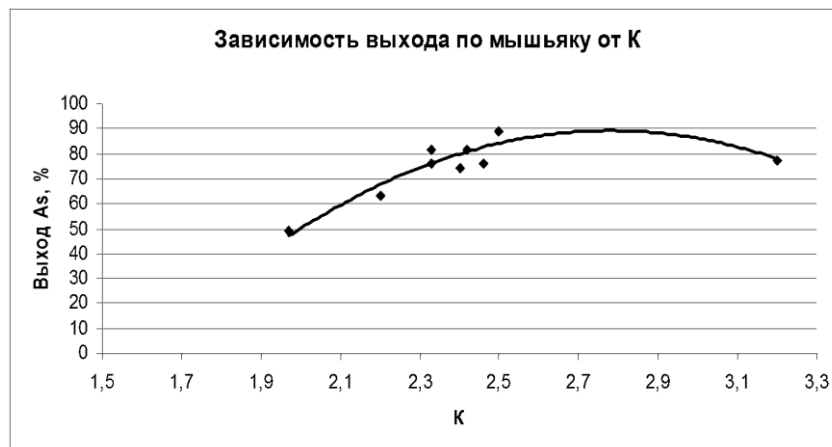
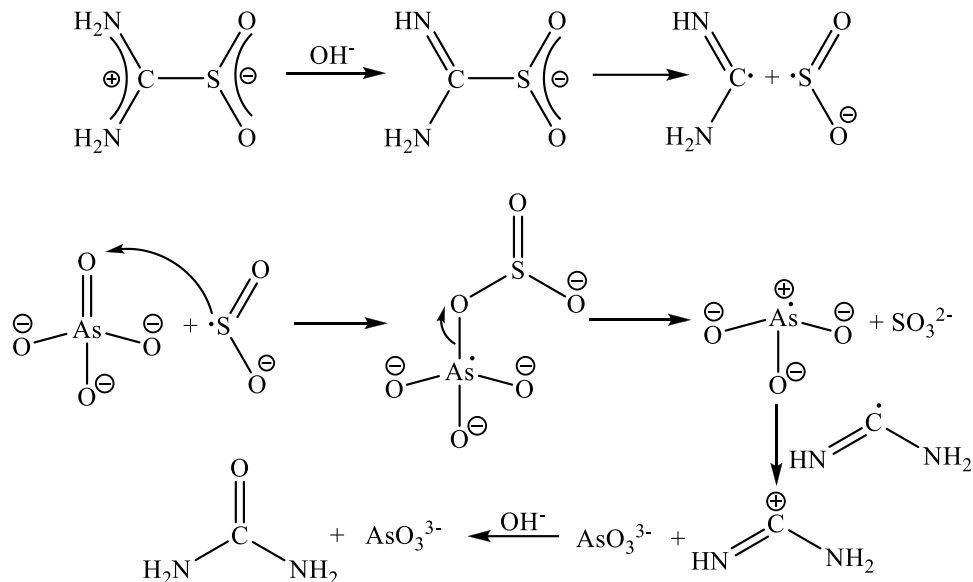


Рис. 2. Зависимость выхода продукта (элементарного мышьяка) от соотношения массы ДТМ к массе общего мышьяка в растворе (K).

Таким образом, наибольшие выходы элементарного мышьяка достигаются при концентрации мышьяка $4 \div 30$ масс.%, температурах $50 \div 70$ °С, щелочности $50 \div 500$ г/л NaOH, при прибавлении ДТМ к раствору солей мышьяка, время $15 \div 30$ часов. Выход $95 \div 98\%$ достигается в течение $1 \div 1,5$ месяцев. Поскольку мышьяку часто сопутствуют сурьма и висмут было экспе-

риментально установлено, что ДТМ также восстанавливает соли сурьмы и висмута до металлов, т.е. вместе с мышьяком высаживаются сурьма и висмут в металлическом виде.

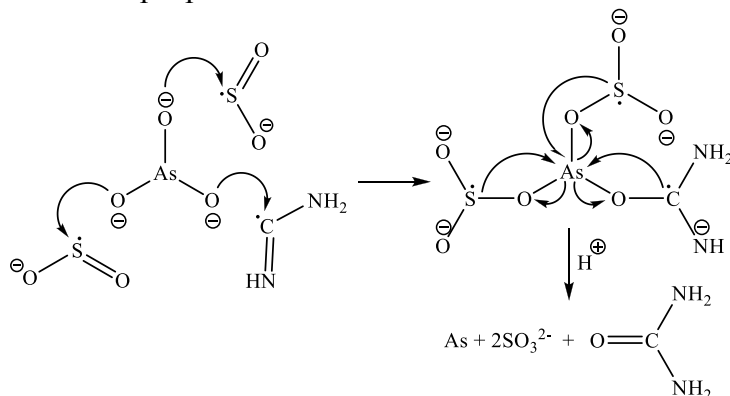
В литературе [2] описаны две схемы распада ДТМ в щелочной среде радикальная и ионная. Учитывая высокую скорость реакции вне зависимости от вида растворителя, наиболее вероятным представляется радикальный механизм.



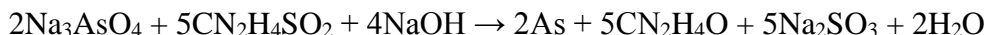
На первой стадии под действием гидроксильных ионов устойчивый цвиттер-ион ДТМ депротонируется и превращается в неустойчивый формаимидинсульфинат-анион, претерпевающий гомолитический распад по связи C-S с образованием сульфоксилат-анион-радикала и формаимидин-радикала. На второй стадии радикал, например, сульфоксилат-анион-радикал, атакует атом кислорода арсенат-иона с дальнейшим переходом электронной пары на атом кислорода с образованием сульфит-иона и арсенит-катион-радикала, который комбинируется с формаимидин-радикалом в арсенит-ион, а возникающий при этом формаимидиний-катион стабилизируется присоединением гидроксид-аниона с переходом в мочевины.

Реакция мышьяка (V) с ДТМ сопровождается некоторым индукционным периодом (около 30÷40 мин.). Исходя из химических свойств и предложенного механизма реакции, можно предположить, что такое течение процесса связано с особой устойчивостью симметричного тетраэдрического арсенат-иона. Однако, если каким-либо образом нарушить данную симметрию, можно было бы ожидать ускорения реакции при действии электрофила средней силы, который не вступает в реакцию с водой. Из катионов металлов наибольшим эффектом обладает катион лития, ускорению реакции способствует добавка мышьяка (III), играющего роль в некотором смысле кислоты Льюиса.

Арсенит-анион затем превращается в элементный мышьяк по аналогичной схеме.



Таким образом, данная схема объясняет образование основных продуктов реакции в щелочных условиях, экспериментально установленное мольное соотношение реагентов и двухэлектронный характер восстановителя.



Найденная реакция была использована для решения важной экологической задачи химическими методами – обезвреживания продуктов уничтожения люизита - реакционных масс (РМ) и арсенита натрия гидролизного (АНГ) путем практически полного извлечения из них товарного элементного мышьяка и тем самым завершения экологически безопасного уничтожения люизита.

Восстановитель – ДТМ – является мало токсичным, невзрывоопасным, достаточно стабильным. В результате реакции образуются малотоксичные продукты: мочевины, сульфит натрия, при этом очистка сточных вод от указанных веществ проводится стандартными мало затратными методами и не требует введение специальной стадии очистки. Предлагаемые технические приемы обеспечивают небольшие затраты на очистку сточных вод и практически не требуют применения газоочистных установок для промышленных выбросов. Чистота получаемого продукта составляет не менее 95%. Указанный метод может быть использован для извлечения мышьяка из низко концентрированных растворов и может быть рекомендован для очистки сточных вод, поскольку количество оставшегося в растворе мышьяка определяется низкой растворимостью мышьяка в воде.

Идентификация продукта - элементного мышьяка - проводилась рентгенофлуоресцентным методом по линии K_{β} с длиной волны 1057 МÅ.

Применение предлагаемого способа позволяет получать элементный мышьяк в виде товарной продукции из различных минеральных материалов и отвалов, содержащих как трехвалентный, так и пятивалентный мышьяк, включая жидкие реакционные массы или их твердые концентраты, полученные при щелочном гидролизе люизита, экстракции мышьяка щелочными окислительными растворами отвалов, отходов, загрязненных земель, исключая операции перевода мышьяка из одной валентности в другую или концентрирования мышьяка путем выделения в виде соли. Процесс детоксикации мышьяка прост в исполнении, поскольку может осуществляться в любой емкости, материал которой не растворяется в щелочных растворах без нагревания.

Данный способ является экологически безопасным поскольку получается продукт, содержащий мышьяк в наименее растворимой форме – в виде металлического мышьяка, который может дальше храниться или быть отправлен на переработку. Метод обеспечивает и технологическую безопасность, поскольку не используются как в других методах высокая температура, не образуется чрезвычайно токсичный оксид мышьяка, не выделяется или используется взрывоопасный водород или токсичный хлор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Копылов Н. И., Каминский Ю. Д.* Мышьяк. Новосибирск: Сиб.Унив.изд-во, 2004. 367 с.
2. *Буданов В. В., Макаров С. В.* Химия серосодержащих восстановителей (ронгалит, дитионит, диоксид тиомочевин). М.: Химия. 1994. 144 с.

УДК 159.9.07

Н. В. Чернова¹, Л. М. Гусева²

¹БОУ «Школа № 7» г. Богородск Нижегородской области

²Нижегородская государственная сельско - хозяйственная академия

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ «БИОЛОГИЧЕСКИХ ЧАСОВ» ЧЕЛОВЕКА С ЕГО ПСИХОЛОГИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ

Аннотация: в статье идет речь о проблеме влияния «биологических часов» на психологическое состояние человека, рассматриваются различные группы людей исходя из их возрастных особенностей и рода занятий. Предлагается методика, при помощи которой можно оценить наличие или отсутствие данной взаимосвязи. По итогам исследований можно целенаправленно вести работу по оптимизации психологического состояния людей с целью повышения качества их учебы и работы.

Ключевые слова: взаимосвязь, психологическое состояние, индивидуальные биологические часы, совы, жаворонки, методика изучения.

N. V. Chernova, L. M. Guseva

RESEARCH OF THE INTERRELATION OF INDIVIDUAL "BIOLOGICAL HOURS" OF A PERSON WITH ITS PSYCHOLOGICAL CONDITION

Abstract: the article deals with the problem of the influence of “biological clocks” on the psychological state of a person; various groups of people are considered on the basis of their age characteristics and occupation. A technique is proposed by which one can assess the presence or absence of this relationship. According to the results of research, it is possible to purposefully carry out work to optimize the psychological state of people in order to improve the quality of their studies and work.

Keywords: interrelation, psychological state, individual biological clocks, owls, larks, methods of study.

Что мы знаем о биологических часах сейчас, в начале XXI в.? Знаем, что они есть в каждой клетке, что в многоклеточных организмах все часы всех клеток должны идти согласовано, образуя иерархическую систему: часы отдельных клеток управляются часами органа, часы всех органов настраиваются по часам центральной нервной системы (если она есть), а в ней – в мозге – есть главные часы организма. Знаем, что биологические часы активны (в отличие от солнечных часов) и эндогенны, т.е. они «идут» сами – внутри каждой клетки есть свой «маятник», «колебательный контур», периодический процесс, отмеривающий единицы времени (1, с.223). При этом ход внутриклеточных часов, как и ход искусственных, рукотворных? часов, можно подстраивать по фазе – «подводить стрелки» соответственно с периодическими процессами окружающей среды, прежде всего суточным вращением Земли.

«Часовой механизм», как и полагается особо ценному имуществу, передается по наследству – в клетках есть гены часов. Эти гены, как и любые другие, подвержены мутациям и, следовательно, естественному отбору.

Цель нашей работы – установить взаимосвязь между биологическими часами человека и его психологическим состоянием.

Для реализации поставленной цели необходимо решение следующих задач: изучить литературу по изучаемой проблеме; разработать вопросник, при помощи которого можно выявить индивидуальность «биологических часов» человека и опробовать его; найти методику, позволяющую оценить психологическое состояние человека; сопоставить индивидуальный тип человека с его психологическим состоянием.

Объект исследования – учащиеся 5, 9 классов, учителя МБОУ «Школа № 7» г. Богородск, студенты факультета лесного хозяйства Нижегородской ГСХА. Предмет исследования – взаимосвязь между индивидуальным типом человека и его психологическим состоянием.

Гипотеза исследования – существует взаимосвязь между индивидуальным типом человека и его психологическим состоянием.

Основными методами исследования являются: анкетирование, статистический анализ данных, сопоставление качественных и количественных показателей исследования.

Результаты исследования могут быть использованы для оптимизации учебного процесса учащихся и студентов, а также рабочего времени учителей.

Все наши физиологические, биохимические, поведенческие процессы подчиняются ритмам сна и бодрствования. Такой «внутренний хронометр» (биологические часы) обычно привязан к суточному циклу, но хотя его длительность у всех примерно одинакова, довольно частой ситуацией является «сдвиг по фазе». Исходя из направленности сдвига, тех, кто поздно встает и поздно ложится, иногда называют «совами»; и напротив, «жаворонки» – это «ранние пташки», которые уже в 8-9 часов вечера начинают клевать носом. Многие «совы», наверняка, сталкивались со своеобразной дискриминацией: попробуйте-ка объяснить своему начальнику-«жаворонку», что пик твоей рабочей формы приходится на вечер, а утром вам необходимо выспаться! В ответ «совы» обычно слышат настойчивое пожелание просто изменить свои привычки. И в этом смысле вопрос, насколько понятия «сов» и «жаворонков» научно обоснованы, достаточно актуален (2, с.67).

Работы по изучению биологических часов в организме животных и человека на молекулярном уровне начались в 1970-х г., когда у плодовой мушки *Drosophila melanogaster* – любимого объекта генетиков, был найден циркадный ген *Per*. Результатом мутаций в этом гене является изменение продолжительности суточного цикла – он становится либо существенно меньше обычных 24 ч (до 19 ч) или больше (до 29 ч), а иногда особь и вовсе оказывается лишенной внутренних часов и у нее наблюдается полностью асинхронный цикл. Позднее у дрозофилы был обнаружен еще один ген биологических часов – *Tim*, участвующий в регуляции внутренних часов наряду с *Per*. В начале 1990-х ген биологических часов, метко названный *Clock*, нашли у лабораторной мыши, а позднее у млекопитающих было открыто целое семейство циркадных генов: *Bmal*, *Per1-3*, *Cry1-2* и другие. Имеются данные, что некоторые нарушения сна, в том числе у человека, связаны с изменчивостью именно этих генов (5, с.45).

Из многочисленных публикаций известно, что работа наших органов подчинена суточному биологическому, циркадному ритму (см. приложение 1). Проще говоря, биоритмам подчинена жизнедеятельность всех живых организмов на всех уровнях их существования. В соответствии с ними делятся клетки, распускаются цветы, впадают в спячку животные, мигрируют птицы (8, с.134).

Недавно ученые из Университета Лестера (Великобритания) все на тех же дрозофилах исследовали молекулярные механизмы, определяющие тот или иной хронотип, но подошли к задаче с другой немного стороны. Основанием к этому послужил тот факт, что у этих мушек появление взрослой особи из куколки тесно связано с работой суточного цикла. Обычно мушки вылупляются на рассвете, и это «нормальный» ранний хронотип, однако некоторые предпочитают делать это значительно позже, т.е. обладают поздним хронотипом.

Оказалось, что у дрозофил с разным хронотипом существенно различается и характер экспрессии (работы) генов, которые не относятся напрямую к генам биологических часов. И таких генов было выявлено около 80-ти! Изменчивость в этих нециркадных генах приводит, соответственно, и к разной работе белков, которые они кодируют, а это отражается на активности метаболических цепочек. Здесь нужно заметить, что взрослое насекомое вылупится из куколки в любом случае. Ситуация, по сути, отражает концепцию «эпигенетического ландшафта», но в «перевернутом виде». Сама концепция гласит, что как шарик может скатываться с вершины горы по разным траекториям, так и один генотип может стать основой различ-

ных фенотипов (совокупностей внешних и внутренних признаков, приобретенных в результате индивидуального развития). Но в случае хронотипов дрозофил дело обстоит наоборот – разные траектории приводят к одному исходу. Резюмировать ситуацию в этом случае можно так: хотя все дороги ведут в Рим, продолжительность пути может быть разной.

Гены, экспрессия которых различается у мух разных хронотипов, высоко консервативны, т.е. они присутствуют как у достаточно древних организмов, так и у вполне современных. По мнению авторов, полученные ими результаты можно использовать при исследовании хронотипов других организмов, что, в конечном итоге, прольет свет на основу генетических различий между людьми разных хронотипов. Последнее очень важно, потому что дисфункция биологических часов, с которой вынуждены жить люди «неправильного» хронотипа, не только субъективно неприятна, но может провоцировать ряд заболеваний (7, с.37). Понимание различий между «совами» и «жаворонками» на генетическом уровне может стать началом пути к коррекции наших биологических часов. Либо, напротив, – к осознанию того факта, что их нельзя «ломать», а свою жизнедеятельность нужно организовывать сообразно своей природе.

Нам только кажется, что мы живем согласно тому ритму, который задают для нас, в которых проходит наш учебный или трудовой день. На самом деле каждый человек живет по собственному времени. Как определить, сова или жаворонок вы сами? Просто в течение нескольких суток понаблюдайте за своим состоянием, как оно меняется в разные промежутки дня. Если просыпаться рано кажется страшной мукой, зато до самой ночи сохраняется высокая работоспособность, значит, вы – сова. В этом на самом деле нет ничего плохого. Хотя будут иметься определенные трудности с тем, чтобы вовремя приходить на работу и не опаздывать. Как еще можно понять свои биоритмы? Прислушайтесь к своему организму. Как определить, сова или жаворонок ваша личность? Не нужно насиловать себя в выходные дни, когда предоставляется возможность хорошо отдохнуть и всласть поспать. Если можете позволить себе не вставать рано, то это просто счастье. Не у всякого найдется на себя в день хотя бы пара часов, когда реально освободиться от накопившихся дел и позволить себе ни о чем не думать. Если ваша природа – «совиный» образ жизни, обязательно прислушивайтесь к потребностям организма. Он всегда подскажет, как лучше поступить. Если же вам в радость ранние подъемы, то можно и в выходные начинать день с зари. Только не забудьте позаботиться о том, чтобы вовремя лечь спать. Если задаетесь вопросом, как определить, сова или жаворонок ваш новый знакомый, то присмотритесь к его привычке принимать пищу. Заметьте, в какое время суток у него увеличивается аппетит. Быть может, именно тогда он и приглашает вас на совместные обеды. Разумеется, не всегда бывает удобно расспрашивать человека, во сколько он ежедневно встает и ложится. Этот вопрос можно прояснить с приближительной вероятностью, если учесть временные промежутки приемов пищи. Совы, как правило, поздно просыпаются и завтракают в районе двенадцати часов дня. Некоторые из них вообще первый прием пищи пропускают и приступают сразу к обеду. Но как правило, желудку требуется определенное время, чтобы начать вырабатывать необходимые для пищеварения ферменты, поэтому аппетит тотчас после пробуждения может отсутствовать. Такие особи могут привести в ужас каждого 10 привычек хронически несчастливых людей. Жаворонки поднимаются с постели с петухами, поэтому в семь–восемь утра уже плотно завтракают. Если вы встретили человека с отменным аппетитом, который к тому же ведет здоровый образ жизни, то, скорее всего, перед вами типичный представитель. Вообще жаворонки стремятся все делать по распорядку. Они планируют свой день, потому что действуют намного более осознанно и ответственно, будучи собранными. Общее состояние Если размышляете, как проверить сова или жаворонок ваш друг или коллега по работе, понаблюдайте за тем, как он себя чувствует в первой половине дня. Насколько он активен, деятелен или демонстрирует усталость и некоторую пассивность? Почему именно утро? Да потому что днем или вечером вы не поймете полной картины. Совы не способны на активную деятельность ранним утром. Для них вообще просыпаться раньше десяти-двенадцати часов дня – преступление и насилие

над организмом. Однако в силу объективных причин и необходимости выходить на работу они вынуждены подчиняться определенному графику. Жаворонки же излучают энергию именно по утрам, кажется, что сил у них огромное количество. Они готовы свернуть горы, их мозг особенно продуктивно работает в часы с восьми утра до наступления полудня. Поэтому особого труда не составит понять, кто перед вами – сова или жаворонок.

Изучив все имеющиеся в литературе рекомендации по определению индивидуального типа человека, мы разработали опросник, состоящий из пяти пар. Для определения психологического состояния человека мы использовали тест личностной тревожности. На наш взгляд данное психологическое измерение позволит охарактеризовать актуальное состояние личности.

Выборка обследуемых состояла из 4 групп – учащиеся 5 класса, 9 класса, учителей МБОУ «Школа №7», студентов факультета лесного хозяйства Нижегородской ГСХА. Каждая группа является репрезентативной, так как в ее составе не менее 30 человек и она обладает достаточной степенью однородности.

Таблица 1. Статистическая характеристика объектов исследования по изучаемым признакам

ИИзу-чаемая группа	Статистические показатели								
	Средняя величина $\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	Досто-верность t_x	Стан-дартное отклоне-ние $\sigma \pm m_{\sigma}$	Досто-верность t_{σ}	Коэффици-ент вариации $C_v \pm m_{C_v}$	Достове-рность t_{C_v}	Точ-ность $P \pm m_p$	До-сто-ве-рность t_p	t -критерий Стьюдента на 5% и 1% уровне значимости
Индивидуальный тип									
5 класс	2,83±0,20	3,79	1,10±0,14	7,61	39,05±5,86	6,67	7,25±1,09	0,67	2,04/2,76
Степень тревожности									
5 класс	41,62±1,20	34,69	6,49±0,85	7,62	15,52±2,09	7,44	2,88±0,39	7,44	2,04/2,76

Данные таблицы 1 свидетельствуют о достоверных показателях по изучаемым признакам. Индивидуальный тип в данной группе обладает высокой изменчивостью, что в дальнейшем сказалось на точности. Степень тревожности характеризуется низким уровнем изменчивости. Точность установления данного признака 2,88 %, достаточно высокая.

На рисунке 1 представлено графическое изображение взаимосвязи индивидуального типа и выраженности степени тревожности.

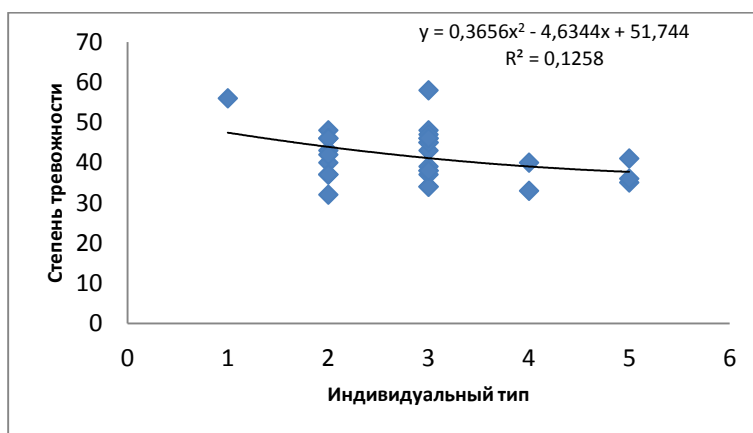


Рис. 1. Кривая зависимости личностной тревожности от индивидуального типа в 1 группе.

Коэффициент детерминации имеет величину 0,1258, что указывает на слабую степень связи между изучаемыми признаками в группе 1.

Данные, полученные в результате обследования по заявленным методикам, представлены в приложении 5. Статистическая характеристика исследуемых признаков представлена в таблице 2.

Таблица 2 Статистическая характеристика объектов исследования по изучаемым признакам

Изу-чае-мая груп-па	Статистические показатели								
	Средняя ве-личина $\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	До-сто-вер-ность	Стандарт-ное откло-нение $\sigma \pm m_{\sigma}$	До-сто-вер-ность t_{σ}	Коэффициент вариации $C_v \pm m_{C_v}$	До-сто-вер-ность t_{C_v}	Точ-ность $P \pm m_p$	До-сто-вер-ность	t-крите-рий Стью-дента на 5% и 1% уровне значимости
Индивидуальный тип									
9 класс	3,40±0,22	5,26	1,22±0,16	7,75	35,90±5,20	6,90	6,55±0,95	0,91	2,04/2,76
Степень тревожности									
9 класс	40,90±1,32	0,98	7,23±0,93	7,75	17,69±2,35	0,51	3,22±0,43	0,51	2,04/2,76

Данные таблицы 2 свидетельствуют о достоверных показателях по изучаемым признакам. Индивидуальный тип в данной группе обладает также высоким уровнем изменчивости. Точность составляет 6,55%. Степень тревожности характеризуется средним варьированием. Точность установления данного признака 3,22 %, достаточно высокая.

На рисунке 2 представлено графическое изображение взаимосвязи индивидуального типа и выраженности степени тревожности.

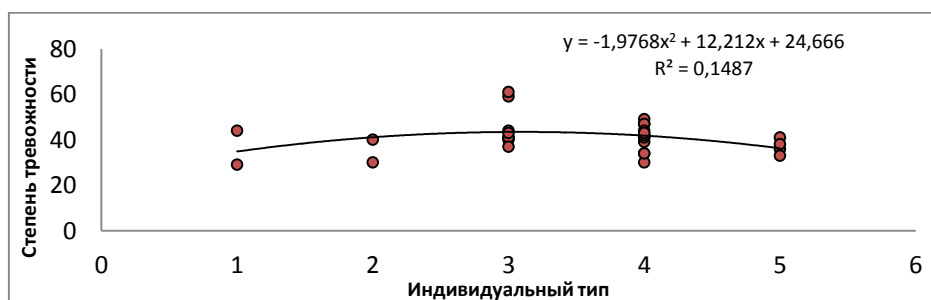


Рис. 2. Кривая зависимости личностной тревожности от индивидуального типа во 2 группе.

Коэффициент детерминации имеет величину 0,1487, что указывает на слабую степень связи между изучаемыми признаками в группе 2.

Данные таблицы 3 свидетельствуют о достоверных показателях по изучаемым признакам. Индивидуальный тип в данной группе обладает также повышенным уровнем изменчивости. Точность составляет 6,03%. Степень тревожности характеризуется средней изменчивостью. Точность установления данного признака 4,37 % достаточно высокая. На рисунке 3 представлено графическое изображение взаимосвязи индивидуального типа и выраженно-

сти степени тревожности. Коэффициент детерминации имеет величину 0,0649 что указывает на слабую связь между изучаемыми признаками в группе 3.

Таблица 3. Статистическая характеристика объектов исследования по изучаемым признакам

Изучаемая группа	Статистические показатели								
	Средняя величина $\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	Достоверность t_x	Стандартное отклонение $\sigma \pm m_{\sigma}$	Достоверность t_{σ}	Коэффициент вариации $C_v \pm m_{C_v}$	Достоверность t_{C_v}	Точность $P \pm m_p$	Достоверность t_p	t-критерий Стьюдента на 5% и 1% уровне значимости
Индивидуальный тип									
Студенты	3,63±0,22	6,57	1,24±0,15	8,00	34,15±4,74	7,20	6,03±0,84	,20	2,04/2,76
Степень тревожности									
Студенты	43,44±1,90	2,90	10,73±1,34	8,00	17,69±2,35	7,51	4,37±0,57	,55	2,04/2,76

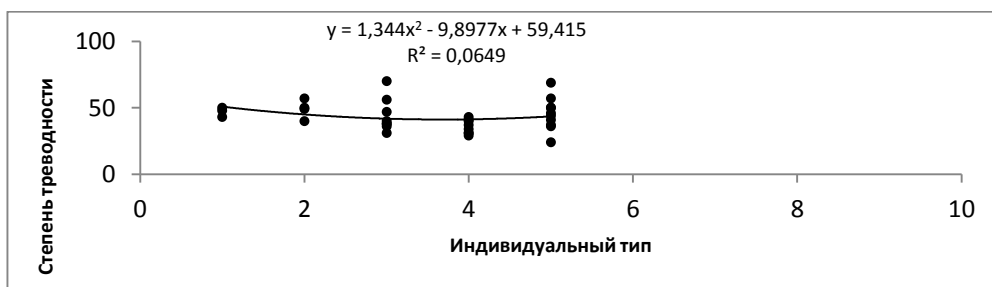


Рис. 3. Кривая зависимости личностной тревожности от индивидуального типа в 3 группе.

Таблица 4. Статистическая характеристика объектов исследования по изучаемым признакам

Изучаемая группа	Статистические показатели								
	Средняя величина $\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	Достоверность t_x	Стандартное отклонение $\sigma \pm m_{\sigma}$	Достоверность t_{σ}	Коэффициент вариации $C_v \pm m_{C_v}$	Достоверность t_{C_v}	Точность $P \pm m_p$	Достоверность t_p	t-критерий Стьюдента на 5% и 1% уровне значимости
Индивидуальный тип									
Учителя 3	2,21±0,23	,48	1,14±0,16	6,93	51,68±9,24	5,59	10,55±1,89	,59	2,04/2,76
Степень тревожности									
Учителя 78	44,67±1,78	5,04	8,74±1,26	6,93	19,56±2,93	6,68	3,99±0,60	67	2,04/2,76

Данные таблицы 4 свидетельствуют о достоверных показателях по изучаемым признакам. Индивидуальный тип в данной группе имеет высокий уровень изменчивости. Точность составляет 10,55% при достоверности её определения. Степень тревожности характеризуется средней изменчивостью. Точность установления данного признака 3,99 % достаточно высокая. На рисунке 4 представлено графическое изображение взаимосвязи индивидуального типа и выраженности степени тревожности.

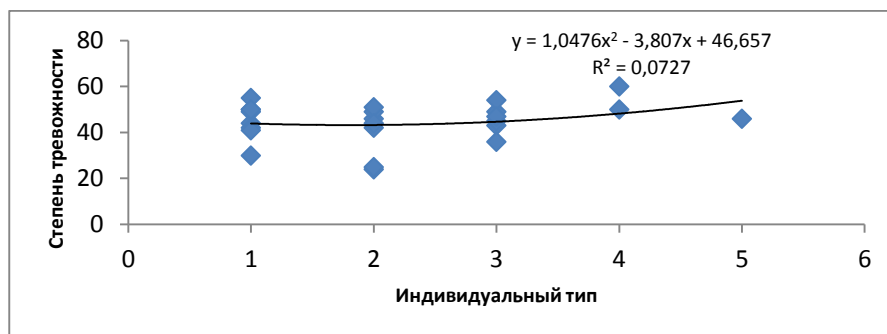


Рис. 4. Кривая зависимости личностной тревожности от индивидуального типа в 4 группе.

Коэффициент детерминации имеет величину 0,0727, что указывает на слабую степень выраженности взаимосвязи между изучаемыми признаками в группе 4.

Выводы: уровень надежности результатов во всех группах не вызывает сомнения, все статистические показатели достоверны, надёжны; степень выраженности признака «сова» в выборке наибольшая у студентов- 3, 6 и учащихся 9 класса- 3, 4, наименьшая- у учителей- 1,9; личностная тревожность у учащихся 5 класса (41, 6) и 9 класса (40, 9) значительно ниже, чем у студентов (43,4) и учителей; во всех группах отмечается низкая степень взаимосвязи между исследуемыми признаками (коэффициент взаимосвязи имеет величину от 0,0649 до 0,1487).

Все живые существа на Земле - от растений до высших млекопитающих - подчиняются суточным ритмам. У человека в зависимости от времени суток циклически меняются физиологическое состояние, интеллектуальные возможности и даже настроение. Ученые доказали, что виной тому колебания концентраций гормонов в крови. В последние годы в науке о биоритмах, хронобиологии было сделано многое, чтобы установить механизм возникновения суточных гормональных циклов. Ученые обнаружили в головном мозге "циркадный центр", а в нем - так называемые "часовые гены" биологических ритмов здоровья.

Кому легче живется? Можно долго спорить о том, какой ритм жизни считать правильным и полезным. На самом деле не имеет особого значения, кто вы сами – сова или жаворонок. Как определить это, вы уже знаете. Самое главное – научиться принимать человека таким, какой он есть и не пытаться переделать. Чаще всего, проще жить, будучи жаворонком, поскольку весь ритм жизни построен по такому принципу. Но и у сов есть свои плюсы. Нужно только немного подкорректировать свое расписание, правильно распределить нагрузку.

Если бы мы имели возможность пробуждаться тогда, когда это удобно нашему организму, то, возможно, в повседневной жизни возникало бы меньше раздражений, утомляемости и стрессов. В то же время слишком свободный график расслабляет, может сбить весь ритм, лишить человека работоспособности. В этом деле необходимо придерживаться правила золотой середины. Если ваши внутренние биоритмы говорят о том, что нужно рано ложиться спать и подниматься с постели на рассвете, значит, так и нужно делать.

Исходя из анализа результатов проведенного исследования, с уверенностью 95 % можно говорить о том, что прямой тесной взаимосвязи между индивидуальным типом человека и его личностной тревожностью нет. Несмотря на то, что график учебы и работы рассчитан на тип «жаворонок» и у учителей отмечается наиболее выраженный этот признак, в

данной группе отмечается самая высокая личностная тревожность. На этом основании нельзя так же строить гипотезу о том, что подходящий режим работы, соответствующий индивидуальному типу соответствует менее выраженному признаку высокого уровня тревожности.

Гипотеза о наличии взаимосвязи между индивидуальным типом человека и его психологическим состоянием не подтвердилась. Цель работы достигнута. Данная взаимосвязь отсутствует. Задачи выполнены полностью. Однако, наша работа не окончена, мы продолжим рассматривать влияние «биологических часов» на жизнь человека используя другие статистические методы позволяющие выявить изучаемую взаимосвязь качественных и количественных признаков вводя в исследования другие компоненты.

Люди различаются по суточным биоритмам на три основные группы – жаворонки, голуби и совы. Вы сможете почувствовать себя намного лучше, если будете строить свой распорядок дня в соответствии с пожеланиями организма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бюннинг Э. Ритмы физиологических процессов (Физиологические часы) / Пер. с нем. под ред. И.И. Гунара. – М.: ИЛ, 1961.
2. Биологические часы / Пер. с англ. под ред. С.Э. Шноля. – М.: Мир, 1964.
3. Биологические ритмы / Под ред. Ю.Ашоффа. – М.: Мир, 1984.
4. Глыбин Л.Я. Когда ложиться спать. – Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1987.
5. Гэлстон А., Дэвис П., Сэттер Р. Жизнь зеленого растения. / Пер.с англ. под ред. Н.П. Воскресенской. – М.: Мир, 1983.
6. Pittendrigh C. S. Temporal organization: reflections of a darwinian clock watcher. // Ann. Rev. Physiology. 1993. V. 55. P. 17-54.
7. Millar A.J., Carre I.A., Stryer C.A., Chua Nam-Hai, Kay S.A. Circadian clock mutants in Arabidopsis identified by luciferase imaging. // Science. 1995. V. 267.
8. Huang Z.J., Curtin K.D., Rosbash M. PER protein interactions and temperature compensation of a circadian clock in Drosophila. // Science. 1995. V. 267.
9. Журнал Наука и Жизнь № 12 2016 Биологические ритмы здоровья (<http://www.nkj.ru/archive/articles/1087>)
10. <http://fb.ru/article/202201/kak-opredelit-sova-ili-javoronok-chelovek-kak-opredelit-sova-ili-javoronok-rebenok>
11. <http://www.kakprosto.ru/kak-125132-kak-opredelit-zhavoronok-ty-ili-sova#ixzz4UeteUCnd>

УДК 55:574

Л. И. Севостьянова, В. В. Цепяев

ФГБОУ ВО Поволжский Государственный Технологический Университет

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИЙ В ШАРАНГСКОМ РАЙОНЕ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: Экологическая ситуация рассматривается как территориальное сочетание различных, в том числе негативных и позитивных, с точки зрения природопользования в Шарангском районе, природных условий и факторов, создающих на территории определенную экологическую обстановку разной степени благополучия и неблагополучия.

Ключевые слова: рациональное природопользование, экологическая ситуация, балансовый метод, природные факторы, антропогенные нагрузки.

L. I. Sevostyanova, V. V. Tsepaev

ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL SITUATIONS IN THE SHARANG REGION OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION

Abstract: the Ecological situation is considered as a territorial combination of various, including negative and positive, from the point of view of nature management in Sharang district, natural conditions and factors that create a certain ecological situation of varying degrees of well-being and trouble in the territory.

Keywords: rational nature management, ecological situation, balance method, natural factors, anthropogenic loads.

1. Рациональное природопользование - это основная форма взаимодействия общества и природной среды, которая реализуется через систему мероприятий, направленных на освоение, использование, преобразование, восстановление и охрану природных ресурсов, и отражает связи между производством, населением и окружающей средой. [1]

2. Объектами исследования являются хозяйственные объекты на территории Шарангского района. Шарангский район расположен в северо-восточной части Нижегородской области. С севера на юг территория района протянулась на 53 км. и лежит между 57,21 и 56,52 с.ш., с запада на восток на – 49 км. и ограничивается меридианами 46,04 и 46,52 в.д [5]

Район граничит на западе с Воскресенским районом, на севере и северо-западе – с Тонкинским районом, на юге – с Килемарским районом Республики Марий Эл, на востоке – с Кикнурским и Санчурским районами Кировской области. Районный центр - р.п. Шаранга, расположенный в 278 км от областного центра г. Нижнего Новгорода. Шарангский район разделён на 8 административных единиц: 1 поселковая администрация и 7 сельских.

По уровню социально-экономического развития Шарангский муниципальный район относится к группе территорий со средним уровнем развития.[6]

Цель работы: проанализировать экологическую ситуацию в Шарангском районе, выявить основные источники загрязнения окружающей среды.

Для достижения поставленной цели был использован метод экспедиционного исследований для накопления фактического материала о формировании, развитии и особенностях территориальной организации хозяйства.

Для анализа сложившейся ситуации был использован метод «системного подхода». Системный подход направление методологии исследования, в основе которого лежит рассмотрение объекта как целостного множества элементов в совокупности отношений и связей между ними, то есть рассмотрение объекта как системы. При этом системный подход является не столько методом решения задач, сколько методом постановки задач. Это качественно более высокий, нежели просто предметный, способ познания. Основные принципы системного подхода (системного анализа): целостность, иерархичность строения, структуризация, множественность.

Балансовый метод – представляет собой совокупность расчетных методов для анализа планирования и прогнозирования, развития территории с учетом объема и структуры потребительских ресурсов и емкости материальной технической базы. [2]

Основные источники загрязнения воздуха, воды и почвы. В зависимости от характера территории информация об других имеющихся экологических проблемах.

а) факторы негативного воздействия:

1. Природные факторы:

- Кислотные дожди оказывают существенное влияние на территорию района. Кислотные дожди влияют на гидрохимию прудов среди верховых болот, способствуя их закислению. Кроме того, в кислой среде ртуть переходит в метилированную (подвижную) форму

и начитает движение по цепям питания, достигая высоких концентраций на вершинах трофических пирамид (окунь и другие хищные виды рыб, хищные и рыбоядные птицы).

3. • Природные катастрофы Для территорий района особенно опасны растительные пожары в весенне-паводковый период. Хотя сочетание низкого весеннего уровня и жаркой погоды в начале мая бывает редко, однако вероятность этого имеется. При таких условиях обсыхает прошлогодняя трава и заросли что может привести к пожару. Лесные пожары начинаются с обсохшей зоны Воздействие внешнее, как правило возникает в результате неосторожности местного населения, в результате сжигания мусора или же непотушенных окурков. [4]

- Охота и рыболовство (включая промысел морского зверя и иных водных биоресурсов); - Охота на территории района разрешена в период открытия. Любительское рыболовство разрешено на всех водоемах района. Незаконно рыболовство, браконьерство преследуется законом.

- Побочное лесопользование в районе включает сбор дикоросов (грибы, ягоды). Сбор дикоросов разрешен.

- Сельскохозяйственная деятельность. На территории района разрешается распашка земель для сельскохозяйственной деятельности, выращивание с/х культур, сенокошение и выпас скота.

4. • Строительство, реконструкция и эксплуатация линейных коммуникаций (дорог, ЛЭП, трубопроводов и т.д.); На территории района имеется дороги общего пользования, связывающие район с крупными городами (Шаранга-Н.Новгород 290 км; Шаранга-Йошкар-Ола 145км; Шаранга-Киров 370 км) и одна ЛЭП проходящая через территорию района. [5]

5. • Деятельность промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунального хозяйства (загрязнение вод, земель, атмосферного воздуха, устройство свалок, захоронение отходов и т.д.); Наибольшее влияние на природу района оказывает промышленный комплекс поселка Шаранга, включающий деревообработку, а так же сельское хозяйство, удобрения, пестициды, отходы от животноводческого комплекса такие как навоз. Принимаемая система сбора отходов зависит от расстояния населенного пункта до объекта переработки, вида жилого фонда (высотная или малоэтажная застройка), планировки (ширина проездов, наличие площадей для разворота техники и т.п.), принятой стратегии обращения с отходами (основной технологией служит захоронение, отбор вторичного сырья или сжигание), климатических условий, принятой технологии сбора (в одно ведро, селективный), применяемой техники для вывоза отходов, наличия ограничений по габаритам и весу транспорта для вывоза отходов.[4]

6. Основными вариантами реализации сбора отходов являются: сбор в контейнеры малой емкости (до 3 куб. м); сбор отходов с использованием мусоропроводов; сбор с использованием сменяемых контейнеров с подпрессовкой/без подпрессовки в заглубленном или наземном исполнении; индивидуальная система сбора с использованием мешков. На территории Шарангского района ведется сбор отходов в контейнеры малой емкости. Современный и надежный контейнерный парк, позволяющий собирать ТБО, является наряду с мусороуборочной техникой основой для эффективного сбора и транспортировки ТБО к местам их дальнейшей обработки (перегрузки, сортировки, утилизации). Число контейнеров должно определяться исходя из сложившейся ситуации и экономической целесообразности [8]

Схема с использованием контейнерных площадок, рассчитанных на сбор отходов от большого числа поставщиков, подходит для сбора отходов от объектов инфраструктуры и благоустроенного жилого фонда. Использование данной схемы в сельской местности нецелесообразно, так как проблематично организовать регулярный вывоз отходов. [7]

7. Значительное негативное воздействие на окружающую среду связано с выбросами от автотранспорта, что обусловлено постоянным ростом количества транспортных средств и отставанием развития улично-дорожной сети от процесса автомобилизации. Положительное влияние на улучшение экологической обстановки оказывают мероприятия по расширению использования газомоторного топлива. [3]

Ежегодно выделяются средства для реализации природоохранных мероприятий предприятия, целью которых является предотвращение сверхнормативного воздействия на окружающую среду, снижение антропогенной нагрузки от объектов производств, обеспечение соответствия требованиям природо-охранного законодательства, а также повышение эффективности функционирования корпоративной системы экологического менеджмента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрова А.Ю. География туризма https://studopedia.ru/2_108542_turistsko-rekreatsioonny-potentsial-territorii.html
2. Балансовый метод в экологии <http://sortov.net/info/balansovyy-metod-v-ekologii.html>
3. Рекреационные ландшафты <http://3ys.ru/typy-landshaftov-i-ikh-rol-v-zhizni-cheloveka/rekreatsioonnye-landshafty.html>
4. Родной край – Шарангский район <https://multiurok.ru/files/rodnoi-krai-chast-bol-shoi-strany-sielo-kushnur-sharanghskii-raion.html>
5. Туристско рекреационный потенциал <http://textarchive.ru/c-1787926.html>

УДК 699.812:666.972.16+691.6

С. С. Удальцова, Т. В. Извекова, А. А. Гущин, В. И. Гриневич

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ Г. ИВАНОВО

Аннотация: Работа посвящена анализу параметров экологического риска от загрязнения почвы на территории г.Иваново. В ходе исследования были измерены и сопоставлены с нормативами уровни вредных воздействий (в т.ч. концентраций критериальных загрязнителей) на природные объекты. Были оценены вероятность проявления и величина экологического ущерба почвенному покрову от оценённых уровней воздействия.

Ключевые слова: загрязнение почвы, суммарный показатель, экологический ущерб, экологический риск.

S. S. Udaltsova, T. V. Izvekova, F. F. Guschin, V. I. Grinevich

ESTIMATION OF THE PARAMETERS OF ENVIRONMENTAL RISK FROM POLLUTION BY THE SOIL COVER OF IVANOVO

Abstract: The work is devoted to the analysis of environmental risk parameters from soil pollution in the territory of Ivanovo. In the course of the study, levels of harmful effects (including concentrations of criterial pollutants) on natural objects were measured and compared with the standards. The likelihood and magnitude of environmental damage to the soil cover from the assessed impact levels were evaluated.

Keywords: soil pollution, total figure, ecological damage, ecological risk.

В настоящее время большое значение имеет исследование загрязнения окружающей среды разнообразными поллютантами, среди которых важное место занимают тяжелые металлы, являющиеся наиболее токсичными среди химических элементов. Тяжелые металлы аккумулируются в депонирующих средах, к числу которых относятся почва и снеговой покров, и образуют техногенные ореолы и потоки рассеивания [2]. Так как загрязняющие веще-

ства негативно сказываются на окружающей среде и косвенно влияют на здоровье населения. Выхлопные газы, а также сам транспорт становятся главным источником поступления тяжёлых металлов в атмосферу и почвенный покров. Именно поэтому оценке качества почв урбанизированных территорий и оценке риска неблагоприятных последствий для здоровья населения придается все большее значение. На ее основе принимаются решения о возможности размещения тех или иных промышленных или культурно-массовых объектов [7].

Цель данной работы заключалась в исследовании химического состава почвы на территории г. Ивановой оценить поуровню химического загрязнения величину экологического ущерба и экологического риска.

В качестве объекта анализа была выбрана территория города, поделённая на 12 квадратов. В течение 2016 и 2017 годов в каждом из квадратов определялись участки с различной антропогенной нагрузкой: промышленные предприятия, АЗС, авто и ж/д дороги, места проживания населения. Контролировалось содержание тяжелых металлов (Cu, Zn, Cd, Pb, Co, Ni, Mn) и нефтепродуктов в почвах и снежном покрове. Выбор именно этих ТМ обусловлен тем, что они характерны для контролируемых территорий (г. Иваново), что связано с каналами поступления в окружающую среду (промышленными предприятиями, автотранспортом и объектами энергетики)[5]. Для получения данных о фоновых уровнях загрязнения были отобраны пробы вне сферы локального антропогенного воздействия. Анализ токсикантов осуществлялся методом электротермической атомно-адсорбционной спектроскопии (Cu, Zn, Cd, Pb, Co, Ni, Mn) и ИК-спектрофотометрическим методом(нефтепродукты).

Отбор проб осуществлялся в соответствии с требованиями, изложенными в нормативных документах [4,9]. Из поверхностного слоя методом «конверта» (смешанная проба на площади 20-25 м²) на глубину 0,0-0,30 м. Для оценки уровня фонового загрязнения были отобраны образцы почвы вне сферы локального антропогенного воздействия.

Химическое загрязнение почв и грунтов оценивалось по суммарному показателю химического загрязнения (Z_c), являющемуся индикатором неблагоприятного воздействия на здоровье населения [9]. Z_c определяется как сумма коэффициентов концентрации отдельных компонентов загрязнения по формуле (1):

$$Z_c = K_{c_1} + \dots + K_{c_i} + \dots + K_{c_n} - (n - 1), \quad (1)$$

где n – число определяемых компонентов.

K_{c_i} – коэффициент концентрации i-го загрязняющего компонента, равный кратности превышения содержания данного компонента над фоновым значением в почве[9].

Для загрязняющих веществ природного происхождения коэффициент концентрации определяли, как частное от деления массовой доли загрязняющего вещества и его предельно-допустимой концентрации в почве:

$$K_{C(i)} = m_{i3} / ПДК_{п.} \quad (2)$$

Согласно суммарному показателю за 2016 г. загрязнения почвы 33,3% исследуемых проб позволяют отнести почву территории г. Иваново к категории умеренно опасного уровня загрязнения (16 < Z_c < 32), остальные 66,6 % почвенного покрова относятся к категории опасного уровня загрязнения (32 < Z_c < 128). Т.е. на обследованной территории наблюдается риск для проживающего населения с точки зрения возможного химического загрязнения почвы. За 2017 г. суммарный показатель загрязнения почвы позволяет отнести почву обследуемой территории г. Иваново к категории умеренно опасного уровня загрязнения (16 < Z_c < 32). Т.е. на обследованной территории наблюдается риск для проживающего населения с точки зрения возможного химического загрязнения почвы.

Представленные результаты хорошо согласуются с ранее полученными данными, приведёнными в работе [5] и позволяют говорить о значительном вкладе человека в интенсивность загрязнения города.

Для того чтобы количественно оценить степени опасности, которая наносится почве в результате химического загрязнения можно использовать понятие риска (R), определяемого как произведение вероятности (P) неблагоприятного события и ожидаемого ущерба (У) в результате этого события [1]:

$$R = P \cdot У. \quad (3)$$

Вероятность неблагоприятного события в данном случае была равна 1.

При оценке ущерба почве была использована методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды [2]. Вред, причиненный почвам в результате химического загрязнения, определялся по формуле (4):

$$Ущ_{загр} = СХЗ \cdot S \cdot K_r \cdot K_{исх} \cdot T_x, \quad (4)$$

где СХЗ – степень химического загрязнения, которая определяется от соотношения фактического содержания i -го химического вещества в почве (X_i) к нормативу качества окружающей среды для почв (X_n):

$$C = \sum_{i=1}^n X_i / X_n. \quad (5)$$

При значении (C) менее 5 СХВ принимается равным 1.5; при значении (C) в интервале от 5 до 10 СХВ принимается равным 2.0; при значении (C) интервале от более 10 до 20 СХВ принимается равным 3.0; при значении (C) в интервале от более 20 до 30 СХВ принимается равным 4.0; при значении (C) в интервале от более 30 до 50 СХВ принимается равным 5.0; при значении (C) более 50 СХВ принимается равным 6.0[2].

$S = 6361500 \text{ м}^2$ - площадь загрязненного участка[3];

$K_r = 1$ - показатель в зависимости от глубины химического загрязнения или порчи почв (20 см);

$K_{исх} = 1$ - показатель в зависимости от категории земель и их целевого назначения;

$T_x = 400 \text{ (руб./м}^2\text{)}$ - такса для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту окружающей среды, при химическом загрязнении почв, южнотаежная зона (дерново-подзолистые, буротаежные, бурые лесные и болотно-подзолистые почвы и др.).

Таким образом, величины экологического риска при загрязнении почвы г. Иваново нефтепродуктами и ТМ в среднем составили:

$$R = P \times Ущ = 3,8 \times 10^9 \text{ руб в 2016 г.}, \\ R = P \times Ущ = 4,0 \times 10^9 \text{ руб в 2017 г.}$$

Существуют токсические процессы, формирующиеся по беспороговому принципу, хотя показатели Zс и R основаны на пороговом действии загрязняющих веществ. Риск развития неблагоприятных эффектов, развивающихся по беспороговому принципу, характеризуется дозой токсиканта, при которой частота возникновения вызываемого эффекта в экспонируемой популяции, находится на «допустимом» уровне ($1 \cdot 10^{-6}$), при условии контакта людей с токсикантом в течение всей жизни. Однако в зависимости от обстоятельств (особенности региона и т.д.) этот уровень может колебаться в диапазоне $1 \cdot 10^{-3} \div 1 \cdot 10^{-6}$. Такой подход обозначается, как методология оценки риска беспорогового действия[5].

Воздействие загрязнения почвенного покрова на организм человека, может происходить ингаляционно, перорально и наочно. Химические соединения по характеру воздействия подразделяются на канцерогены и неканцерогены.

Оценка уровня индивидуального пожизненного канцерогенного риска (CR) проводится согласно «Руководству по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду»[11]:

$$CR = LADD \cdot SF, \quad (6)$$

где LADD - среднесуточная доза токсиканта, поступающего в организм в течение жизни, мг/(кг · день);

SF - фактор канцерогенного потенциала, мг/(кг · день)⁻¹.

Уровень риска от неканцерогенных эффектов при хроническом воздействии определяется исходя из референтной (безопасной) дозы воздействия (RfD, мг/(кг × день)):

$$HQ = AD / RfD, \quad (7)$$

где AD – среднесуточная доза в течение жизни (мг/(кг × день)).

При накожном поступлении токсиканта их почвы референтная доза определяется следующим образом:

$$AD_d = (C_s \cdot 10^{-6} \cdot AF \cdot Abs_d \cdot EF \cdot ED \cdot EV \cdot SA) / (BW \cdot AT \cdot 365), \quad (8)$$

где C_s – концентрация вещества в почве, мг/кг;

AF – фактор загрязнения кожи, мг/(см² · событие);

Abs_d – абсорбированная фракция, отн. ед. (определяется свойствами вещества: для органических веществ – 0.1, для неорганических – 0.01);

EF – частота воздействия, событие/год;

ED – продолжительность воздействия, лет;

EV – число событий в день;

SA – площадь поверхности кожи, см²;

BW – масса тела, кг;

AT – период усреднения экспозиции, лет.

При пероральном поступлении:

а) неканцерогены

$$AD_o = C_s \cdot FI \cdot ET \cdot CF \cdot IR \cdot ED_n / (BW \cdot AT \cdot 365), \quad (9)$$

где FI – загрязненная фракция почвы, отн. ед.;

ET – время воздействия, ч/день;

CF – пересчетный коэффициент, ET/24, дней/ч;

IR – скорость поступления, мг/сут.

б) канцерогены

$$LADD_o = C_s \cdot FI \cdot EF \cdot ET \cdot CF \cdot IR \cdot ED_c / (BW \cdot AT \cdot 365). \quad (10)$$

Исходные данные для расчета уровней риска, принятые на основании [12], приведены в табл. 1.

Таблица 1. **Исходные данные для оценки риска**

Категория населения	Фактор загрязнения кожи (AF), мг/(см ² · событие)	Площадь поверхности кожи (SA), см ²	Ошибка! воздействия (ED), лет	Масса тела (BW), кг	Период усреднения экспозиции (AT ¹), лет	Скорость поступления (IR), мг/сут.
Мужчины	0.1	5700	24	70	30	0.0001
Женщины	0.1	5700	24	58	30	0.0001

Примечание: ¹) – период усреднения экспозиции для канцерогенов составляет 70 лет.

Результаты расчетов представлены в табл.2.

Таблица 2. Результаты оценки уровней риска неблагоприятных эффектов у населения от химического загрязнения почвы(за 2016-2017 гг.)

Категория населения	Уровень индивидуального пожизненного канцерогенного риска	Уровень риска от неканцерогенных эффектов при хроническом воздействии	Величина допустимого риска	
	CR	HQ	R [8]	
Мужчины	$2,25 \cdot 10^{-7} / 2,56 \cdot 10^{-7}$	$7,30 \cdot 10^{-6} / 7,21 \cdot 10^{-6}$	менее $1 \cdot 10^{-6}$	Мужчины
Женщины	$3,18 \cdot 10^{-7} / 3,24 \cdot 10^{-7}$	$8,50 \cdot 10^{-6} / 8,93 \cdot 10^{-6}$		Женщины

Таким образом, проведенные расчеты показали, что и уровни риска канцерогенных эффектов находится на уровне повседневных рисков, а вероятность проявления неканцерогенных эффектов выше пренебрежимо малых уровней и подлежит постоянному контролю и требуют проведения дополнительных мероприятий по их снижению.

Существует еще подход в оценке допустимого уровня экологического риска при химическом загрязнении окружающей среды, он основан на определении произведения обратной величины продолжительности жизни человека (Т) на коэффициент безопасности(или запаса) (Q) [6]:

$$Yd = Q/T. \quad (11)$$

Согласно данным в Иванове в 2016 [10] г. средняя продолжительность жизни составляла: для мужчин – 64,7 лет, а для женщин – 76,1 лет, тогда, составляет величина допустимого экологического риска: для мужчин – $1,5 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹; для женщин – $1,3 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹. Уровень риска для населения при проживании в г.Иваново не превышает допустимого уровня.

Существует методика оценки экологического риска по величине сокращения ожидаемой продолжительности жизни (LLE – loss of life expectancy) [6,12]. Показатель LLE показывает, на какой срок укорачивается в среднем жизнь индивидуума, подвергающегося риску неблагоприятных воздействий. Преимущество методики состоит в наглядности – так, показатель смертности, выраженный величиной $1 \cdot 10^{-6}$ год⁻¹·чел⁻¹ труднее для восприятия, нежели характеризующее тот же риск значение LLE, равное, к примеру, 20 дням.

Значение LLE зависит от вероятности осуществления рассматриваемого опасного события(или состояния, или действия) Р и средней продолжительности оставшейся жизни человека L, подвергающегося при этом риску:

$$LLE = P \cdot L, \quad (12)$$

где величина L играет роль последствий опасного события, действия или процесса.

В г. Иваново средняя продолжительность жизни в 2016 г. составляла: для мужчин – 64,7 года, а для женщин – 76,1 лет. Средний возраст населения: мужчин – 37,9 лет, а женщин – 43 года. Ожидаемый остаток жизни L для данных групп населения составит:

- для мужчин – $L = 64,71 - 37,9 = 26,81$ лет;
- для женщин – $L = 76,14 - 43 = 33,14$ года

По результатам расчета можно провести экономическую оценку воздействия окружающей среды на здоровье населения, которая складывается из стоимости жизни и суммы плат на восстановление здоровья. Таким образом, можно сосчитать ущерб, выраженный в денежном эквиваленте, наносимый здоровью населения(ущерб от сокращения ожидаемой продолжительности жизни)[5].

Статистическая стоимость жизни (ССЖ) согласно НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды Российской Академии медицинских наук (РАМН) – показатель, применяемый для оценки возможности принятия решения на государственном уровне,

например оценки целесообразности реформ, проектов и мер. Другими словами, ССЖ для Ивановской области – это стоимость 64,7 лет жизни для мужчин и 76,1 года – для женщин.

Расчёт величины ущерба на основании статистической стоимости жизни:

$$ССЖ = ВРП \cdot T_{cp} / N = 30993,7 \cdot 10^3 \text{ руб.}, \quad (13)$$

где ВРП – валовый региональный продукт, руб (179 633 397руб. в 2016г.) [10]; T_{cp} – средняя продолжительность жизни, лет; N – количество населения, человек.

По данным [10] в г. Иваново проживает 408 025 человек.

Таким образом, полученные значения рисков(табл. 2) в результате расчета в виде вероятностного значения(относительные единицы) представим в виде сокращения ожидаемой продолжительности жизни в виде $LLE = L \cdot R$, год (табл. 3).

Таблица 3. Сокращение ожидаемой продолжительности для каждой рассматриваемой группы населения 2016-2017 гг.

№	Наименование показателя	Мужчины	Женщины
1	Средняя продолжительность жизни	64,7	76,1
2	Средний возраст населения, год	37,9	43,0
3	Ожидаемый остаток жизни (L), год	26,8	33,1
4	Уровень индивидуального пожизненного канцерогенного риска (CR)	$2,25 \cdot 10^{-7} / 2,56 \cdot 10^{-7}$	$3,18 \cdot 10^{-7} / 3,24 \cdot 10^{-7}$
5	Уровень риска от неканцерогенных эффектов при хроническом воздействии (HQ)	$7,30 \cdot 10^{-6} / 7,21 \cdot 10^{-6}$	$8,50 \cdot 10^{-6} / 8,93 \cdot 10^{-6}$
6	Сокращения ожидаемой продолжительности жизни от канцерогенных эффектов (LLE_{CR}), год	$6,09 \cdot 10^{-6}$	$8,23 \cdot 10^{-6}$
7	Сокращения ожидаемой продолжительности жизни от неканцерогенных эффектов (LLE_{HQ}), год	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$2,36 \cdot 10^{-4}$
8	Ущерб от сокращения продолжительности жизни при проживании в зоне влияния, выраженный в денежном эквиваленте, тыс. руб.	3,65	5,75

Ущерб, нанесённый населению, проживающему на территории города Иваново при условии, что в расчет взят средний уровень риска от канцерогенных эффектов вблизи проживания АЗС, автодороги и ЖД составил бы для мужчин – 3,65 млн руб., для женщин – 5,75 млн руб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алымов В. Т. Техногенный риск: Анализ и оценка: учеб. пособие для вузов / Алымов В. Т., Тарасова Н. П. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 118 с.
2. Василенко В.Н., Назаров И.Н., Фридман Ш.Б. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеоиздат, 1985.
3. Внесение изменений в Генеральный план города Иванова (Положение о территориальном планировании) г. Санкт-Петербург, 2015.
4. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. Охрана природы. Почвы: Сб. ГОСТов. - М.: Стандартинформ. 2008. - 4 с.
5. Гуцин А.А. Оценка экологического риска при загрязнении почвенного покрова предприятиями нефтепродуктообеспечения / А. А. Гуцин, Т. В. Извекова, Д. В. Машкин, В.А. Уюткин // Безопасность в техносфере, 2014, Т. 3 № 1 (46), С.32-38.
6. Извекова Т.В. Влияние органических соединений, содержащихся в природных водах, на качество питьевой воды (на примере г. Иванова): Дис. канд. хим. наук / ГОУ ВПО «Ивановский государственный химико-технологический университет». - Иваново, 2003. - 148 с.

7. *Илюшкина, Л.Н.* Санитарно-гигиеническое состояние почв рекреационных зон г. Ростова-на-Дону / Л.Н. Илюшкина, Е.Е. Шевченко // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 4 (ч. 2). – С. 375-378.
8. Методика исчисления размера вреда, причинённого почвам как объекту охраны окружающей среды. Утверждена Приказом Минприроды России от 8 июля 2010 г.
9. МУ 2.1.7.730-99. «Гигиеническая оценка качества почвы населённых мест». М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. 1999. - 7с.
10. Продолжительность жизни при рождении по регионам России [Электронный ресурс] URL: http://www.statdata.ru/spg_reg_rf (дата обращения 22.11.18)
11. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, утв. главным государственным санитарным врачом РФ 05.03.2004 г.
12. *Cohen B.L.* Catalog of risks extended and updated // *Health Physics*, 1991. Vol. 61. P. 89-96.

УДК 613.16

Ю. А. Силина, Е. В. Тишина, Н. В. Коростелева

ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет

ВАЖНОСТЬ УЧЕТА МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ БЛАГОУСТРОЙСТВЕ ДВОРОВЫХ ПРОСТРАНСТВ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

Аннотация: Говоря о климате, мы привыкли говорить о глобальном климате или, по крайней мере, региональном климате. Однако микроклимат для нас не менее важен. Одним из таких микроклиматов является микроклимат пространства многоквартирных домов. Во дворе дети играют, во дворе сидят на скамейках пожилые люди, а мы сами проводим во дворе много времени, или хотя бы проходим его каждый день, поэтому создание благоприятных условий очень важно. Одним из способов создания благоприятных условий является создание здоровых и благоприятных условий для жизни. К здоровым условиям относят достижение и поддержание нормального микроклимата во дворе. В статье анализируется важность учета микроклиматических параметров при благоустройстве придомовой территории. В работе рассмотрены главные микроклиматические требования ко всем функциональным зонам дворовой территории и даны рекомендации по их оптимизации с помощью элементов благоустройства.

Ключевые слова: микроклимат, инсоляция, аэрация, температурный режим, благоустройство, озеленение, малые архитектурные формы, внутривдворовая территория.

J. A. Silina, E. V. Tishina, N. V. Korosteleva

THE IMPORTANCE OF CONSIDERING THE MICROCLIMATIC PARAMETERS INTO THE IMPROVEMENT OF COURTYARDS OF APARTMENT BUILDINGS

Abstract: Speaking of climate, we are used to talking about the global climate, or at least the regional climate. However, the microclimate for us is no less important. One of these microclimates is the microclimate of the space of apartment buildings. Children play in the yard, elderly people sit on benches in the yard, and we spend a lot of time in the yard, or at least we pass it every day, so creating favorable conditions is very important. One of the ways to create favorable conditions is to create healthy and favorable conditions for life. To healthy conditions include the achievement and maintenance of a normal microclimate in

the yard. The article analyzes the importance of taking into account microclimatic parameters in the improvement of the local area. The paper discusses the main microclimatic requirements for all functional areas of the courtyard territory and gives recommendations on how to optimize them with the help of landscaping elements.

Keywords: microclimate, insolation, aeration, temperature control, landscaping, gardening, small architectural forms, courtyard territory.

На современном этапе общественного развития одним из эффективных средств реализации конституционного права граждан на благоприятную, или как принято говорить в большинстве работ по архитектуре и градостроительству, комфортную окружающую среду, является комплексное благоустройство жилых территорий, и прежде всего дворов многоэтажных домов [3].

Острота и актуальность этой проблемы связана с тем, что с конца 90х годов прошлого столетия благоустройство городов перешло на принципиально новый качественный уровень – комплексность благоустройства. Принцип комплексности благоустройства территории подразумевает, что ее комфортность достигается путем осуществления определенного набора (комплекса) работ по ландшафтно-планировочной организации, в том числе пластической организации рельефа, озеленению, архитектурному освещению объектов благоустройства, формированию их колористического решения, установке малых архитектурных форм и объектов городского дизайна, рекламы, визуальной коммуникации и информации и т.п.

Проблема комплексного благоустройства дворовых территорий актуальна в социально-экономическом отношении, и представляет собой специальный научный и практический интерес. Связано это с несколькими обстоятельствами. Прежде всего, с высоким удельным весом дворов как объектов благоустройства в общей площади города. Вторым важным обстоятельством является особая социальная роль двора как преобразованного природного окружения каждого из домов. Сегодня двор приобретает бесспорный приоритет обеспечения комфорта жилища, поскольку составляет логическое продолжение жилого пространства.

Система благоустройства микрорайонов и входящих в них жилых территорий должна учитывать ряд факторов, начиная с социально-экономических и демографических и заканчивая экологическими и микроклиматическими. Выбор правильного с биоклиматической точки зрения планировочного решения участка застройки позволит в дальнейшем свести к минимуму затраты на инженерно-технические мероприятия по климатозащите объектов благоустройства и затраты на их эксплуатацию [4].

Оптимальные микроклиматические условия во многом определяются ландшафтно-климатическими характеристиками местности, архитектурно-планировочными решениями жилой застройки и благоустройством территорий.

Согласно Градостроительному кодексу, под благоустройством территории понимается деятельность по реализации комплекса мероприятий, установленного правилами благоустройства территории муниципального образования, направленная на обеспечение и повышение комфортности условий проживания граждан, по поддержанию и улучшению санитарного и эстетического состояния территории муниципального образования, по содержанию территорий населенных пунктов и расположенных на таких территориях объектов, в том числе территорий общего пользования, земельных участков, зданий, строений, сооружений, прилегающих территорий.

Для повышения комфортности условий проживания необходимо поддерживать определенные микроклиматические условия на благоустраиваемых территориях, т.к. микроклимат внутриворотового пространства обеспечивает оптимальные условия полноценного функционирования человеческого организма и комфортного пребывания людей в жилой среде. При этом зона комфорта имеет конкретные параметры, которые определяют учёные-гигиенисты. К таким параметрам относятся:

- комфортная температура окружающей среды +16 - +24 С⁰;
- относительную влажность воздуха 30-70%;

- скорость движения воздуха 3-5 м/с.

К основным микроклиматическим параметрам относятся температурный, инсоляционный, ветровой и влажностные режимы.

Температурный режим очень важен при благоустройстве внутриворотового пространства и связан с метаболизмом – биологическими процессами, которые протекают с образованием и выделением тепла через кожу человека. Его оценка строится на основе анализа средней месячной и годовой температуры воздуха, вероятности различных градаций температуры воздуха в холодный и теплый периоды года. Установлено, что пределы температурного комфорта внешней среды составляет +16 - +24 С⁰ при скорости ветра 3-5 м/с [2].

Повышение температуры объясняется нагревом элементов застройки за счет поглощения ими солнечной радиации и отражением радиации городскими поверхностями, а также уменьшением эффективного излучения тепла над городом. Величина отраженной радиации зависит от наклона и ориентации поверхностей, а также от альбедо (отражающей способности) строительных и дорожных материалов. При этом может происходить взаимооблучение элементов застройки, а вблизи инсолируемых поверхностей городского окружения может значительно возрасти температура воздуха.

На температурный режим существенное влияние оказывают инсоляционный и аэрационный режимы территории.

Инсоляционный режим – это облучение поверхности прямыми не отраженными лучами.

Инсоляция является важным фактором, оказывающим оздоравливающее влияние на среду обитания человека. Положительное действие инсоляции заключается в оздоровительном действии ультрафиолетовых излучений, повышающих гигиенический комфорт территории. Помимо этого, тепловое действие солнечного света в зимние месяцы года может способствовать сохранению тепла. Но вместе с тем у инсоляции есть и отрицательные моменты, так избыточное воздействие солнечных лучей вызывает, перегрев территорий в летний период и является источником теплового удара у человека.

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01, к инсоляционному режиму внутриворотовых пространств предъявляют определенные требования. Так на территориях детских игровых площадок, спортивных площадок жилых домов продолжительность инсоляции должна составлять не менее 3 ч на 50 % площади участка независимо от географической широты.

Не менее важен и ветровой (аэрационный) режим территории. Аэрация жилой застройки происходит благодаря движению воздуха. Ветер оказывает определенное воздействие на здания, формируя микроклимат застроенной территории, в значительной мере определяя среду жизнедеятельности человека. Сущность данного процесса заключается во взаимодействии движущегося потока воздуха (ветра) и неподвижных преград в виде зданий, элементов благоустройства, озеленения, то есть застройки в целом.

Застройка воздействует на воздушный поток, деформирует его направление и изменяет скорость. В некоторых случаях застройка сама является причиной возникновения воздушных потоков.

Говоря о формировании микроклимата пространства между зданиями, следует уделить особое внимание ветровому режиму при размещении детских площадок, площадок для отдыха взрослых, проездов и тротуаров, стоянок автомобильного транспорта, загрязняющего атмосферу вредными выбросами, и пр. Так на тепловое самочувствие человека, находящегося вне зданий, движение воздуха (ветер) влияет в зависимости от сочетания основных микроклиматических факторов: температуры воздуха, температуры излучающих поверхностей, влажности воздуха и скорости его движения [8].

Значения температуры воздуха, его влажности и температуры излучающих поверхностей на территории города отличаются от данных метеорологических станций. Тепловое самочувствие человека, находящегося, например, на площадке отдыха во дворе жилого дома, будет в значительной мере зависеть от скорости движения воздуха, т. е. от ветра. Поэтому

необходимо знать скорости и направления движения ветра в пространстве между и над проектируемыми зданиями.

Сильный ветер оказывает и механическое раздражение, поэтому важно знать, в каких местах застроенной территории следует ожидать повышенных скоростей ветра (сквозняков). В зимний период года ветер может способствовать или препятствовать образованию снеговых заносов. Поэтому нужно знать места пониженных скоростей ветра.

Требования к аэрации территории детских игровых площадок зависят от времени года и ветрового климата территории проектируемого строительства. Оптимальная скорость ветра в холодное время года в умеренном и теплом климате для детских игровых площадок составляет 1—2 м/с, в холодном климате — не более 1 м/с. Летом в умеренном и теплом климате скорость ветра на детских игровых площадках может быть немного выше — до 3 м/с на части их территории, предназначенной для подвижных игр при условии, что поверхность площадок выполнена из непылящих материалов, и не менее 1 м/с, чтобы избежать застоя воздуха и, как следствие, снижения биоклиматической комфортности в сторону перегрева детей. В холодном климате летом скорость ветра не должна превышать 2 м/с [2]. При этом во всех случаях необходимо часть площадки защищать от ветров неблагоприятных направлений, создавая ветровые тени.

Требования к ветровому режиму на площадках для отдыха взрослого населения практически те же, что и для детских игровых площадок. Однако скорость ветра на них даже летом не должна превышать 2,0 м/с. Иначе ветер будет мешать чтению — трепать газету, перелистывать страницы книг.

Что касается микроклиматических параметров хозяйственных площадок, то на них должны обеспечиваться максимальное затенение в течение суток и года, и хорошие условия проветривания. Причем площадки нужно размещать по ветру так, чтобы запах от контейнеров уносился от жилых домов за пределы жилой территории, т.е. с подветренной стороны преобладающего летом направления ветра. Если затенения площадок не удастся добиться за счет теней, создаваемых застройкой, их следует притенять, используя рядовые посадки хвойных деревьев.

Т.к. городская застройка вносит существенные изменения в ветровой режим, то можно сделать вывод, что аэрация является процессом управляемым. Для регулирования ветрового режима могут использоваться малые архитектурные формы (стенки, беседки, навесы) и зеленые насаждения. Но в любом случае детские игровые площадки должны правильно размещаться по отношению к окружающей застройке как с точки зрения их возможного затенения или избыточной инсоляции, так и с учетом того, что вблизи углов зданий или в разрывах фронта застройки со стороны преобладающих ветров или ветров с максимальными скоростями могут образовываться зоны с устойчиво высокими скоростями ветра.

Следующим микроклиматическим параметром является влажностный режим - это содержание в воздухе водяного пара. Основной причиной влажности является испарение воды с поверхности океанов, морей, водоёмов, влажной почвы, растений.

Влажность воздуха в крупных городах гораздо ниже по сравнению с окрестностями. Это связано с повышенными температурами атмосферного воздуха и меньшим содержанием в нем влаги за счет снижения количества испарений. Наибольшая разница по влажности воздуха между городом и его окрестностями в течение года наблюдается летом, а в течение суток — в вечерние часы. В зимнее время воздух города может быть более увлажнен за счет выбросов пара техногенными источниками. Зимой в городе выпадает меньше снега, а летом выпадает больше дождей.

Согласно СП 50.13330.2012, относительная влажность воздуха менее 30% и более 70% неблагоприятна для человека. Значения от 30 до 70% могут быть благоприятны или неблагоприятны в зависимости от температуры.

Все выше перечисленные параметры микроклимата очень важно учитывать при благоустройстве территории. Ведь принимая их во внимание, создается благоприятная и комфортная среда для жителей внутридворового пространства.

К основным архитектурным способам регулирования микроклимата на внутриворобных территориях относятся рациональное размещение различных площадок и их озеленение, применение всевозможных малых архитектурных форм, создание искусственных водоемов, специальное мощение площадок и дорожек и т.д [5,6,9].

Т.к. при размещении детских площадок необходимо обеспечивать их инсоляцию не менее 3 ч на 50% площади участка независимо от географической широты, то в умеренном и теплом климате период инсоляции желательно обеспечивать в первой половине дня до наступления максимума температуры в ее суточном ходе, когда дети на площадке могут перегреваться, особенно при подвижных играх. Поэтому детские площадки рекомендуется размещать к востоку и юго-востоку от жилых зданий, а деревья с восточной стороны детских площадок высаживать не ближе 5 м от края. С северной и западной сторон они могут подходить вплотную к краю площадки. Породный состав древесных насаждений следует подбирать таким образом, чтобы вечнозеленые деревья обеспечивали ветрозащиту площадки в холодный период года, а листопадные деревья — затенение летом и инсоляцию зимой.

Площадки для отдыха взрослого населения предназначены в основном для людей пожилого возраста и видов отдыха, которые не связаны с высокой физической активностью — чтение, настольные игры, отдых взрослых с детьми в колясках. Поэтому они должны быть обеспечены инсоляцией практически в течение светового дня. При этом места установки скамеек целесообразно выбирать на тех участках площадки, которые инсолируются в первой половине дня, а зону входа и цветники располагать с противоположной стороны. Регулирование микроклимата этих площадок производится преимущественно приемами озеленения при активном использовании живых изгородей из кустарников, которые не препятствуют инсоляции территории площадки и в то же время могут создавать локальные ветровые тени достаточного размера для того, чтобы защитить поставленные рядом с ними садовые скамейки и отдыхающих на них людей. Часть скамеек со столами для игр рекомендуется размещать под кронами листопадных деревьев, высаживаемых одиночно или небольшими группами по краю площадки. Подкрановое пространство при этом не следует заполнять ни кустарниками, ни малыми архитектурными формами, чтобы не нарушать условия аэрации.

Хозяйственные площадки на жилых территориях микрорайонов предназначаются для установки контейнеров-мусоросборников (также могут размещаться площадки для сушки белья и выгула собак). Требования к микроклимату участков этих площадок довольно просты: максимальное затенение в течение суток и года, и хорошие условия проветривания. Причем площадки целесообразно размещать по ветру так, чтобы запах от контейнеров уносился от жилых домов за пределы жилой территории, т.е. с подветренной стороны преобладающего летом направления ветра. Если затенения площадок не удастся добиться за счет теней, создаваемых застройкой, их следует притенять, используя рядовые посадки хвойных деревьев.

Если говорить о зеленых насаждениях, то они играют очень важную роль в регулировании микроклиматических условий территории жилой застройки. Озеленение способно понижать температуру и увеличивать скорость движения воздуха, что в условиях жаркого лета благоприятно действует на организм человека и создает комфортность теплоощущения. Растения, прежде всего, воздействуют на радиационный режим, снижая интенсивность прямой солнечной радиации. Помимо этого, зеленые насаждения могут оказывать охлаждающее действие. Оно в значительной степени объясняется расходом большого количества тепла на испарение и повышение относительной влажности воздуха. Листья имеют температуру значительно ниже температуры окружающего воздуха.

Различные виды растений обладают способностью по-разному отражать, поглощать и пропускать солнечные лучи в зависимости от физиологического строения листьев, структуры и размеров крон и так далее. Лучший эффект по снижению температуры дают деревья с крупными листьями (каштан, дуб, липа крупнолистная, тополь серебристый). В связи с чем, в южных районах для озеленения территорий, используемых с 9 до 15 часов, рекомендуются

высокие деревья с плотными кронами, способными затенять парковые дороги, спортплощадки и предохранять от перегрева стены архитектурных и инженерных объектов. Установлено, что деревья с сильно развитой и высокой ажурной кроной снижают радиационные и конвекционные температуры и за счет лучшего проветривания увеличивают влияние растений в 1,3 – 1,5 раза [1].

Кроме того, зеленые насаждения оказывают влияние на влажность и подвижность воздуха. Они как бы регулируют влажность: в засушливый период растения усиливают испарения, при высокой влажности водяные пары конденсируются на листьях – более прохладных поверхностях.

Приемы размещения зеленых насаждений и их сочетаний с открытыми пространствами в значительной степени определяют относительную влажность воздуха. Наилучшие результаты в создании комфортной обстановки достигается при чередовании деревьев и кустарников, располагаемых компактными массивами, с полянами, имеющими плотный травяной покров. В этом случае существующий перепад радиационных температур между открытыми участками и затененными территориями достигает 30°C, а влажность 20%, что способствует перемещению воздуха.

Еще одним методом регулирования микроклимата внутридворовой территории является грамотное использование разнообразных малых архитектурных форм.

Малые архитектурные формы (МАФ) — вспомогательные архитектурные сооружения, оборудование и художественно-декоративные элементы, обладающие собственными простыми функциями и дополняющие общую композицию архитектурного ансамбля застройки. К ним относятся: скамьи, различные элементы наружного освещения, беседки, урны, детские игровые комплексы, искусственные водоемы и другие.

За счет применения МАФ, может быть обеспечена необходимая ветрозащита дворового пространства. Кроме того, важно учитывать материал из которого изготовлены малые архитектурные формы. Так, например, в холодном климате лучше делать скамейки с деревянным полотном, которое не леденеет при минусовой температуре. А в жарком климате, поверхность МАФ не должна перегреваться [7].

Следующим не менее важным способом регулировки микроклимата во внутридворовом пространстве, является создание искусственных водоемов. В современном мире искусственные водоемы приобретают особое значение. Кроме декоративной функции и элемента, организующего общий облик участка, искусственные водоемы становятся и идеальным источником оздоровления микроклимата, вода была и остается необходимым живительным источником, как для людей, так и для растений. Как правило, в дворовых пространствах рекомендуют устраивать декоративные водоемы, детские плескательные бассейны и пр.

В проекте благоустройства для оптимизации микроклимата во дворах очень важно учитывать материал мощения дорожек и площадок. Для дорожек и площадок рекомендуется использовать плитку, щебень и другие прочные минеральные материалы. Покрытия из теплых асфальтобетонных смесей допускается применять в виде исключения, кроме южных районов, так как асфальтовые покрытия нагреваются на солнце и создают дискомфорт в летние дни. В виде покрытия территории целесообразно применять газон. Газон — важнейший и, как правило, самый большой по площади элемент озеленения жилой территории. Хотя газон не может защитить территорию от избыточной инсоляции летом или от ветра зимой, его микроклиматические функции не менее выражены, чем у древесно-кустарниковых насаждений. Газоны положительно влияют на температурно-влажностный режим территории за счет повышенной отражательной способности и транспирации (испарения) влаги травой. При одних и тех же условиях, когда температура асфальтобетонных покрытий поднимается до 45°C, температура газона составит 22 – 24°C [9].

Таким образом, можно с уверенностью утверждать, что учет микроклимата при благоустройстве внутридворовой территории очень важен. Ведь жилой двор – главное пространство современного микрорайона. Именно со двора и начинается «ощущение дома». Внутридворовое пространство является для его жильцов зоной отдыха и неким гарантом безопасно-

сти. Им пользуются ежедневно все жители, причем наиболее активно дети, старики, мамы с колясками, то есть те малоподвижные демографические группы, для которых он становится «жизненным» пространством. Дворовая территория является местом коллективного отдыха жильцов. И самое главное, что необходимо человеку в окружающем его дворе – это удобство, безопасность и красота. Поэтому при жизни в мегаполисе, особенно в новых многоэтажных кварталах, территория двора должна компенсировать многолюдность города и обеспечивать психологический комфорт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бикмухамедова Р.Р., Коростелева Н.В. Оценка озеленения р.п. Городище как составного элемента зеленого каркаса Волгоградской области // Ежегодная научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава и студентов Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета: материалы конференции, 29—30 апреля 2014 г., Волгоград: в 2-х ч. Ч. I – Волгоград: ВолГАСУ, 2014. - С.289-292
2. Дроздов О.А. и др. Климатология. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 568 с.
3. Коростелева Н.В., Коростелева М.В. Благоустройство территорий города как фактор устойчивого развития // Социально-экономическое развитие городов и регионов: градостроительство, развитие бизнеса, жизнеобеспечение города. Материалы II Международной научно-практической конференции, Волгоград, 3 февраля 2017 г. М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. техн. ун-т.. 2017. С. 86-93.
4. Николаевская, И.А. Благоустройство территорий / И.А. Николаевская. – М.: Академия, 2006. – 272 с.
5. Самойлова Н.В. Современное состояние и проблемы благоустройства территорий дворовых пространств в Волгограде. Международный научный журнал «Символ науки» № 01-2/2017.
6. Сидорова В.В. Комплексный подход к реконструкции дворовых пространств многоэтажной жилой застройки 1970–90 годов XX века / В.В. Сидорова, О.Л. Чубова // Architecture and Modern Information Technologies. – 2017. – №3(40). – С. 200-214.
7. Хотунцев, Ю.Л. Экология и экологическая безопасность: учебн. пособие для высш. пед. учеб. заведений. – 2-е изд., перераб. – М.: Издательский центр Академия, 2002. – 480 с.
8. Черешнев И.В., Багрянцева А.А. Реновация открытых пространств жилой застройки на основе формирования эко-социо-пространственного модуля. Вестник ВолГАСУ. Сер.: Стр-во и архит. 2009. Вып. 13 (32).
9. Черешнев И.В., Черешнева Н.В. Экологическая реконструкция внутренних открытых пространств // Жилищное строительство. 2005. № 4. С. 17—19.

**РАЗДЕЛ 3.
ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ПЕДАГОГИКИ
И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

УДК 371.3

И. Р. Бакулина

ФГБОУ ВО Поволжский государственный технологический университет

**ПРИМЕРЫ АДАПТАЦИИ ЗАДАНИЙ ПО ГРАФИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ
К ОНЛАЙН-ФОРМАТУ**

Аннотация: начертательная геометрия и инженерная графика как учебные дисциплины во многом специфичны и отличаются от других естественнонаучных и гуманитарных дисциплин работой с графическим материалом. Сегодня большой объем заданий выполняется по традиционной методике (линейка-циркуль-карандаш), но в то же время преподаватели находятся в постоянном поиске ответа на вопрос: как можно использовать современные образовательные технологии и ресурсы при изучении графических дисциплин? Как организовать работу над графическими заданиями в онлайн-режиме, какие задания могут быть предложены студенту для работы в сотрудничестве?

В статье рассмотрены примеры онлайн-работы студентов над заданиями по начертательной геометрии и инженерной графике с использованием современных электронных ресурсов и web-сервисов.

Ключевые слова: графические дисциплины, онлайн-обучение, образовательные технологии, инновации в образовании, интерактивные методы обучения, web-сервисы, тесты.

I. R. Bakulina

**EXAMPLES OF ADAPTATION OF TASKS ON GRAPHIC DISCIPLINES TO THE
ONLINE FORMAT**

Abstract: drawing or engineering graphics as an academic discipline is largely specific and different from other natural Sciences and Humanities work with graphic material. Today we continue to perform a large number of tasks on the traditional method (ruler- divider-pencil), but constantly looking for the answer to the question: how can we use modern educational technologies and resources in the study of graphic disciplines? How to organize work on graphic tasks online, what tasks can be offered to the student to work together? The article provides examples of online work of students on tasks on engineering graphics using modern electronic resources and web services.

Keywords: graphics disciplines, online learning, educational technologies, innovations in education, interactive teaching method, web service, tests.

Современный этап развития поиска и применения информационных ресурсов в любых областях, в том числе начертательной геометрии и инженерной графике, позволяет варьировать методы и технологии обучения в процессе активизации учебно-познавательной деятельности. Задача использования инновационных образовательных технологий в учебном процессе сформулирована в федеральных государственных образовательных стандартах высшего профессионального образования [4]. Процесс разработки и внедрения новых методов и методик обусловлен также сокращением часов, отводимых на аудиторную работу со

студентом. В качестве методов активизации учебной деятельности студента при работе в аудитории предлагаются: введение в учебный процесс игровых технологий [5], учебная дискуссия и проектирование [8], методики преподавания на основе геометрического моделирования [9], информационные технологии и технологии интерактивного обучения [6, 7]. Активизация работы студента вне аудитории основана в настоящее время на использовании различных электронных курсов и массовых открытых онлайн-курсов. Специфика преподаваемых дисциплин часто требует пересмотра формы выдачи заданий и адаптации их под онлайн-формат. Сегодня на кафедре начертательной геометрии и графики Поволжского государственного технического университета накоплен достаточно широкий опыт создания и применения в учебном процессе электронных курсов разработанных в обучающей среде Moodle. Задания для онлайн-работы студента могут быть представлены в виде тестов, заданий на взаимную проверку, заданий с использованием различных web-сервисов, а также игровыми симуляторами.

Одним из научно обоснованных и эффективных способов контроля знаний является тестирование [3].

В электронных курсах кафедры создан банк, содержащий более 290 вопросов по 11 разделам, для проведения тестирования:

- чертеж точки, прямой, плоскости;
- классификация прямых и плоскостей;
- взаимное положение прямых, плоскостей, прямой и плоскости;
- принадлежность точки и линии плоскости и поверхности;
- поверхности и пересечение поверхностей;
- основы черчения, стандарты ЕСКД;
- виды, разрезы, сечения;
- аксонометрические проекции;
- соединения деталей;
- чтение и детализирование сборочного чертежа;
- компьютерная графика.

При подготовке перечня вопросов согласно современным требованиям, следует помнить, что оцениваться должен уровень результатов обучающихся, определяемый для каждой дисциплины в соответствии с образовательными программами и ФГОС.

В связи с тем, что при разработке учебных планов количество часов, отводимых на самостоятельную работу студента, увеличивается, вынужденно пересматривается форма подачи и контроля усвоения материала по некоторым разделам изучаемых дисциплин. Например, по темам «Классификация прямых» и «Классификация плоскостей» традиционно контрольная работа выполнялась студентом на аудиторном занятии. Пример одного из вариантов задания представлен на рис. 1.

Задание 5. Назовите плоскости, изображенные на чертеже. Укажите, каким способом они заданы.

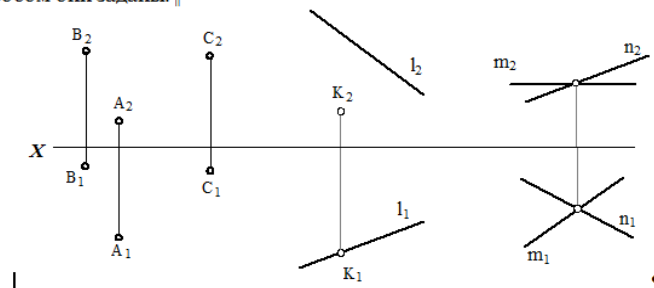


Рис. 1. Варианты задания в рабочей тетради по теме «Классификация плоскостей»

Задание 1. Дать название прямым, изображенным на чертеже.

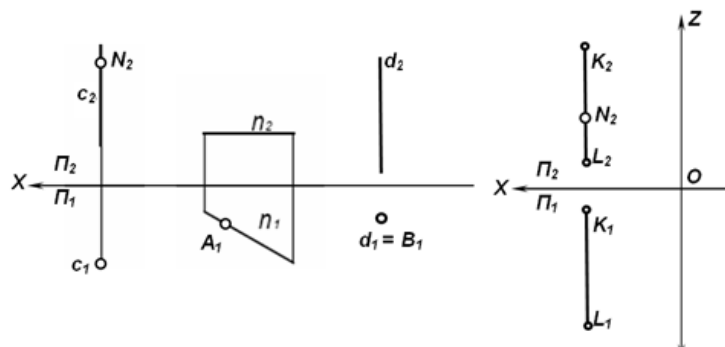


Рис. 2. Варианты задания в рабочей тетради по теме «Классификация прямых»

Организация и проведения текущего контроля по теме «Классификация плоскостей» с использованием системы управления обучением MOODLE включает в себя: разработку банка вопросов, содержащего соответствующие категории; создание элемента электронного курса «тест» в который добавляются случайные вопросы из каждой категории. Тестовые вопросы по теме «Классификация плоскостей» и «Классификация прямых» содержат изображения с чертежом (рис. 3).

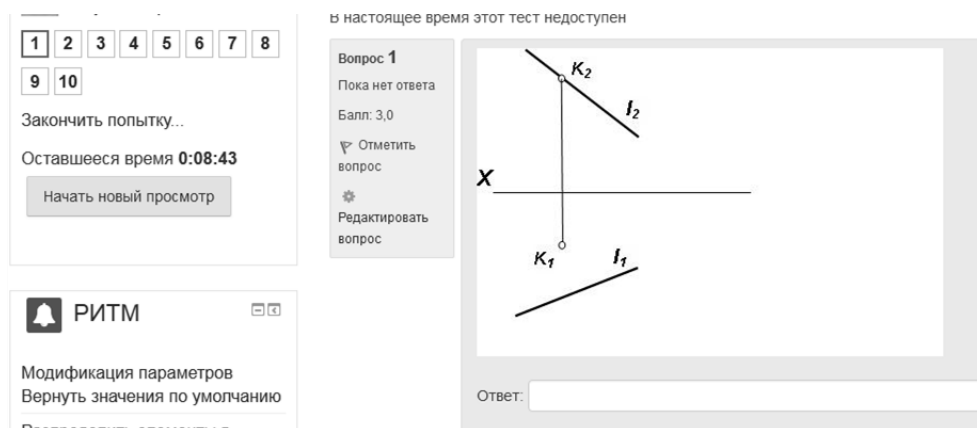


Рис. 3. Диалоговое окно теста «Классификация плоскостей»

Текстовый ответ вводится студентом в соответствующее поле вручную с клавиатуры. При этом студент должен продемонстрировать знание терминологии и правильность её применения. К недостаткам данного типа вопроса следует отнести то, что в случае ошибки ввода с клавиатуры (сделан дополнительный пробел между буквами, или введена лишняя или неправильная буква), ответ считается ошибочным. Но преподаватель имеет возможность просмотреть все ответы и в случае незначительной орфографической ошибки переоценить ответ вручную.

Особенность начертательной геометрии заключается в том, что студенты должны научиться решать на чертежах графические задачи, например, позиционные и метрические, поэтому основная часть предлагаемых практических заданий требуют для получения ответа выполнения построений. К сожалению, современные сервисы по созданию тестовых заданий не позволяют перенести сам процесс графического решения задач с бумаги на экран монитора. Возникает вопрос: как организовать процесс контроля над выполнением графических упражнений в режиме дистанционного обучения? В этом случае, разработчикам тестовых заданий требуется проработать структуру вопросов таким образом, чтобы для ответа на вопрос студенту требовалось сначала решить задачу на бумаге [1].

Например, условие задачи на определение взаимного положения прямых может быть сформулировано так, как показано ниже на рисунке (рис. 4).

Вопрос 1 Пока нет ответа Балл: 1,00	Определить взаимное положение прямых АВ и CD, если известны координаты точек: A (35, 0, 5); B (15, 20, 25); C (20, 5, 5); D (5, 20, 20). Выберите один ответ: <input type="radio"/> параллельны <input type="radio"/> пересекаются <input type="radio"/> скрещиваются
---	---

Рис. 4. Пример тестового задания по теме «Взаимное положение прямых»

Еще один пример задания по теме «Поверхности. Построение выреза» представлен на рисунке 5.

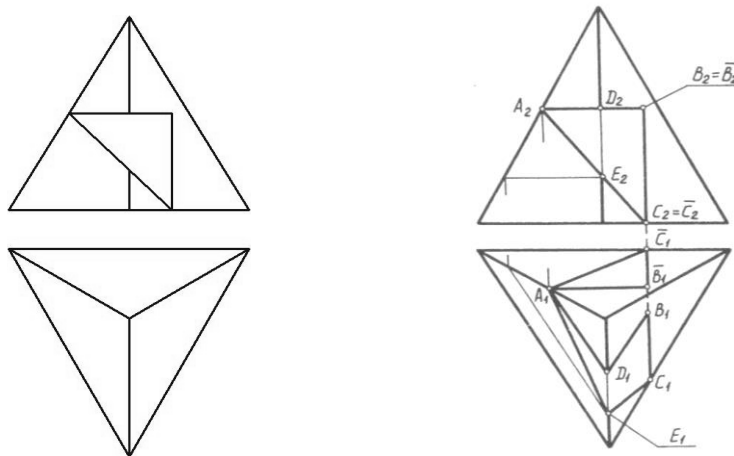


Рис. 5. Традиционная форма выдачи задания по теме «Построение выреза в пирамиде»: исходные данные и решение

Условие задачи на построение выреза на поверхности многогранника может быть сформулировано так, как показано на рисунке 6.

Вопрос 1 Пока нет ответа Балл: 1,00 <input type="checkbox"/> Отметить вопрос <input type="checkbox"/> Редактировать вопрос	Задача 1: горизонтальная и фронтальная проекции пирамиды заданы координатами её вершин A, B, C, и S: A (65, 10, 0); B (35, 60, 0); C (0, 10, 0); S (35, 25, 60). Фронтальная проекция сквозного призматического отверстия, задана координатами трех точек K, M, N: K ₂ (50, 0), M ₂ (35, 40), N ₂ (10, 10). Горизонтальная проекция сквозного призматического отверстия в пирамиде правильно построена на рисунке ...
	Выберите один ответ:

Рис. 6. Диалоговое окно теста «Поверхности. Построение выреза»

Составленные таким образом условия задач, сводят к минимуму вероятность угадывания ответа. Чтобы дать правильный ответ студенту потребуется сначала выполнить все по-

строения на бумаге. Таким образом, студенты, проходя тест, закрепляют дополнительно навык графических построений. Им выдаются тестовые задания, вопросы в которых являются полноценными графическими задачами.

Разнообразить учебный процесс по графическим дисциплинам можно, используя различные web-сервисы, предназначенные для создания схем, графических иллюстраций, диаграмм [2]. Здесь на помощь нам пришел web-сервис Casoo.com. Мы практикуем его в такой форме, как совместная работа онлайн в группе над проектом или заданием.

В нашем примере мастер создания диаграмм используется скорее, как общая интерактивная доска. По заданию студенты совместно находят ошибки, допущенные при оформлении чертежа. Исходные данные представлены в виде предварительно подготовленных чертежей с запланированными ошибками (рис. 7). Эти чертежи заранее выкладываются преподавателем на ресурсе Casoo.com. Преподаватель, используя соответствующие возможности ресурса, приглашает студентов к совместной работе над чертежом. После этого приглашения студенты видят в перечне диаграмм, доступные для совместной работы чертежи и могут приступать к обсуждению своего задания в чате и поиску совместного решения (рис. 8). Преподаватель может наблюдать за всеми действиями на экране, может участвовать в беседе в чате и корректировать ошибки студентов.

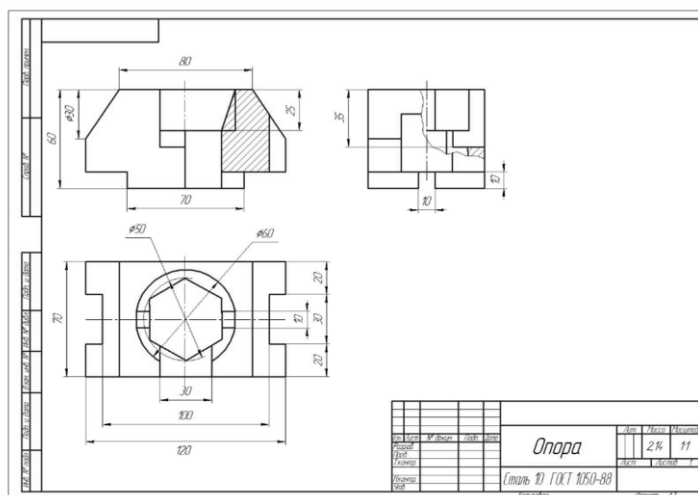


Рис. 7. Пример заготовленных чертежей

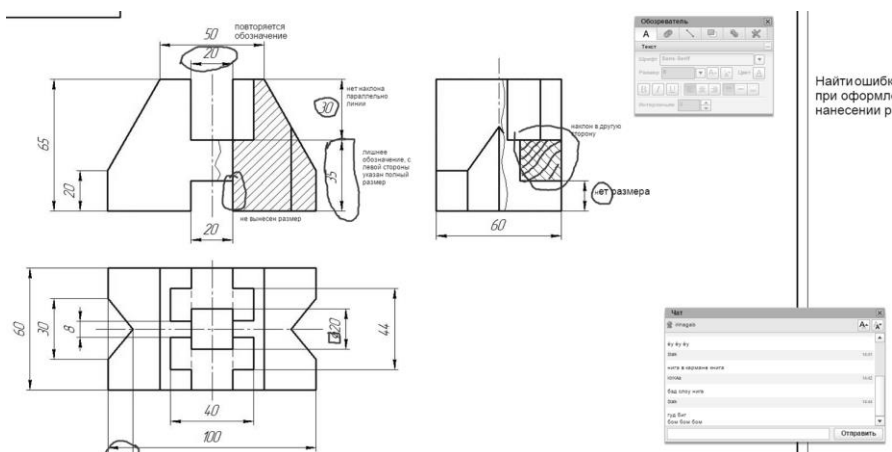


Рис. 8. Пример результата совместного обсуждения задания

Указанный сервис в полной мере не удастся использовать для создания чертежей. Поскольку он обладает довольно сжатым по сравнению с профессиональными программами

функционалом, но его возможностей может быть достаточно для решения множества базовых задач.

Представленные методические разработки являются частью большой работы, которая в настоящее время проводится кафедрой начертательной геометрии и графики Поволжского государственного технологического университета, и могут быть взяты за основу и использованы после адаптации к конкретному курсу преподавателями графических дисциплин для подготовки и проведения занятий в онлайн-режиме. Применение таких средств и технологий дает возможность интенсифицировать процесс обучения, сделать его интересным, позволяет выйти на новый уровень преподавания. Но в тоже время, мы считаем, что внедрение данных технологий в преподавании графических дисциплин должно быть фактором, дополняющим традиционную форму обучения, а не повсеместно её заменять.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бакулина И. Р. О форме выдачи и проверки практических заданий по начертательной геометрии в онлайн-курсах [текст] // Современные проблемы технического образования: материалы Всероссийской науч.-метод. конф., 23-24 марта 2018 г.- Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. – С. 23-25.

2. Бакулина И. Р. Современные образовательные технологии на занятиях по инженерной графике [текст] // Проблемы координации работы технических вузов в области повышения качества инженерно-графической подготовки студентов: материалы науч.-метод. конф. (с. Дивноморское, 10-16 сентября 2018 г.). – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2018.- С. 92-101.

3. Буркова С. П., Винокурова Г. Ф., Долотова Р. Г. Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в обеспечении дисциплины «начертательная геометрия и инженерная графика» [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13550>

4. Бурханова Ф. Б. Внедрение инновационных активных и интерактивных методов обучения и образовательных технологий в российских вузах: современное состояние и проблемы / Ф. Б. Бурханова, С. Е. Родионова // Вестник Башкирского университета. — 2012. — № 4. — С. 1862-1875.

5. Васина Н. В. Повышение эффективности преподавания дисциплины инженерная графика при переходе на стандарты нового поколения / Н. В. Васина, С. В. Лобанова // Известия ТулГУ. Гуманитарные науки. — 2011. — № 3-2. — С. 185-192.

6. Мухина М. Л. Оптимальные подходы к использованию компьютерных технологий в учебном процессе по геометро-графическим дисциплинам в техническом вузе. [Электронный ресурс] / М. Л. Мухина, И. А. Ширшова // Концепт. — 2014. — № 11. — С. 1-9. – URL: <http://e.lanbook.com/journal/issue/297270>.

7. Ступина С. Б. Технологии интерактивного обучения в высшей школе: учеб.-метод. пособие. – Саратов: Издательский центр «Наука», 2009. – 52 с.

8. Томилин С.А. Практика применения интерактивных методов обучения при проведении занятий по компьютерной графике [Электронный ресурс] / С. А. Томилин, Ю. А. Евдошкина, Р. А. Ольховская // Инженерный вестник Дона.– 2014.– № 3.– С. 1-9 — URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2492>.

9. Черноталова К. Л. Традиции и инновации графической подготовки в техническом вузе. [Электронный ресурс] / К. Л. Черноталова, Л. В. Гареева // Концепт. — 2014. — № 12. — С. 1-7. — URL: <http://e.lanbook.com/journal/issue/297269>.

УДК 614 841.1

Г. В. Боков

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ОТДЕЛЬНЫЕ АКЦЕНТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Аннотация: Предлагается при изучении в учебных заведениях МЧС России пожарной безопасности электроустановок доводить до обучающихся вопросы пожароопасных проявлений классическими элементами электротехники, которые содержат активные сопротивления, индуктивности и емкости. Знание основ появления источников зажигания в электрооборудовании позволит слушателям в практической работе более эффективно решать вопросы профилактики возникновения пожаров в электрических сетях и электрооборудовании.

Представлены примеры возгорания элементов электрооборудования.

Акцентируется внимание на характерных особенностях проявления пожарной опасности и появления источников зажигания от классических элементов электрооборудования, таких как провода, обмотки индуктивности, конденсаторы.

Ключевые слова: Пожарная безопасность, источники зажигания, электротехника, элементы электрооборудования, загорание провода, индуктивные обмотки, конденсаторы.

G. V. Bokov

SOME DETAILS OF THE STUDY FIRE DANGER ELEMENTS OF ELECTRICAL ENGINEERING

Abstract: it is Proposed in the study of fire safety of electrical installations in educational institutions of EMERCOM of Russia to bring to the students the issues of fire hazards by classical elements of electrical engineering, which contain active resistance, inductance and capacitance. Knowledge of the basics of the emergence of ignition sources in electrical equipment will allow students in practical work to more effectively address the issues of prevention of fires in electrical networks and electrical equipment.

Examples of ignition elements of the electrical equipment.

The attention is focused on the characteristic features of the manifestation of fire danger and the appearance of ignition sources from the classical elements of electrical equipment, such as wires, inductance windings, capacitors.

Keywords: Fire safety, program of study, sources of ignition, electrical equipment, electrical components, fire wire, inductive coil, capacitor.

В последние годы наблюдается активное развитие электротехники, электроники, информационных технологий. Все более важным становится обеспечение пожарной безопасности электрической части объектов, отдельного электрооборудования, электрических приборов.

Статистика свидетельствует, что в 2017 г. от электрических изделий произошло 42833 пожара, что представляет 32,2 % от общего количества пожаров, а ущерб составил 5 646 131 тыс. руб. При этом погибло 1730 человек.

Значительный ущерб и гибель людей свидетельствуют о том, что в процессе производства электрических изделий изготовителями выполняются требования, изложенные в соответствующих стандартах по безопасности. Но эти требования в ряде случаев не в полной мере учитывают возможные в реальных условиях ситуации, приводящие к загораниям. Это может быть следствием того, что специалисты-электрики, выпускаемые по электротехническим специальностям, обучаются по программам, в которых не затрагиваются вопросы пожароопасных проявлений электрического характера. В процессе обучения преподаются зна-

ния основ электротехники, электроники, принципы работы элементов электрооборудования, электрических приборов и аппаратов, но при этом не затрагиваются вопросы пожарной безопасности. Поэтому на вопросы пожарной безопасности электроустановок обращается внимание отдельными институтами и лабораториями подразделений МЧС России.

Полученная информация в области пожарной опасности электротехники и электроники представляется в виде отдельных статей по отдельным вопросам зажигания и распространения горения, что не всегда рассматривается обучающимися по пожарной безопасности. Следовательно, процесс познания пожарной опасности электрооборудования, электроустановок и их элементов требует усовершенствования, как в части программы обучения, так и методов.

За последние годы накоплен значительный опыт исследований пожарной опасности электропроводок, электрических сетей, электрооборудования, электрических изделий и получены конкретные результаты [1], [2]. Значительное количество пожаров, связанных с электрическими причинами, требует обобщения накопленного опыта и дополнения программы изучения пожарной безопасности электротехники в учебных заведениях МЧС положениями о пожароопасных проявлениях классическими элементами электрооборудования, такими как провода, индуктивные элементы, конденсаторы. При этом необходимо показать курсантам из-за чего в электрооборудовании и электрических изделиях могут возникать аварийные пожароопасные режимы, как их исключить или ограничить по времени с помощью аппаратов электрической защиты. Привести материалы об использовании огнезащитных экранов, перегородок и огнезащитных составов с целью ограничения распространения горения. Целесообразно ознакомить курсантов с методами испытаний наиболее характерных элементов электрооборудования и бытовых электрических приборов на пожарную опасность, довести до них вероятностный метод оценки пожарной безопасности электрических изделий [3] в связи с актуальностью данного подхода в области пожарной безопасности.

Такая направленность изучения электротехники позволит углубить знания обучающихся в области пожарной безопасности электрических изделий, позволит понимать процессы, приводящие к загоранию в помещениях от электрических причин.

Например, при перегрузке электрического провода загорание происходит по всей его длине практически одновременно, так как за счет протекающего тока при термическом разложении изоляции возникает газообразная фаза. При этом скорость ее образования по длине провода зависит от сопротивления жилы на отдельных участках и значения протекающего тока. В местах присоединения провода к элементам электрооборудования, как правило, присутствует повышенное переходное сопротивление, создающее локальное тепловыделение с высокой температурой достаточной для плавления жилы в зоне контакта и воспламенения изоляции с последующим распространением горения по длине провода с высокой скоростью в сторону источника электрической энергии. Вид загоревшегося провода в процессе испытаний сверхтоком представлен на Рис. 1.

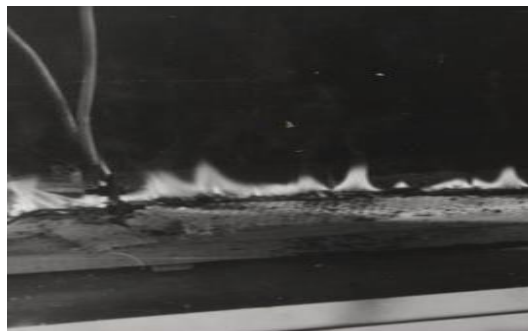


Рис. 1. Воспламенение провода с поливинилхлоридной изоляцией при перегрузке (сверхтоке)

В цепях с индуктивными элементами пожароопасный режим возникает при межвитковом замыкании в обмотке, обусловленным снижением сопротивления изоляции между витками из-за перегрузки, механических повреждений, дефектов или попадания влаги. Особенность такого пожароопасного режима заключается в том, что в обмотке вокруг магнитопровода образуется короткозамкнутый виток, температура которого резко возрастает до значения, достаточного для обугливания изоляции соседних витков, дальнейшего увеличения тока и воспламенения обмотки. Пример загорания бытового электрического прибора от индуктивного элемента с пожароопасным режимом представлен на Рис.2.

Классическим кроме индуктивных и активных элементов, в электротехнике считается емкостной элемент, представителями которого являются конденсаторы. Их пожарная опасность проявляется в случае пробоя диэлектрика. Причем пробой в конденсаторе может проявляться в трех видах. Первый вид пробоя сопровождается обрывом цепи в конденсаторе. Ток становится равным нулю, выделение теплоты прекращается, и конденсатор не представляет пожарной опасности. Во втором случае конденсатор может потерять сопротивление диэлектрика между пластинами с образованием короткого замыкания. Ток при этом возрастает до максимального значения в цепи, на которое может прореагировать электрическая защита и отключить конденсатор от источника электрической энергии, прервав существование пожароопасного режима до появления пламени.



Рис. 2. Загорание бытового электрического прибора от индуктивного элемента расположенного внутри конструкции

Но в процессе эксплуатации электрических приборов и электрооборудования, возможен пробой диэлектрика в конденсаторе с небольшим переходным сопротивлением порядке нескольких единиц Ом. В этом случае значение тока пожароопасного режима будет недостаточным для срабатывания аппарата электрической защиты цепи, но достаточным для загорания конденсатора. Горение конденсатора с оболочкой из компаунда происходит интенсивно с выбросом горящих частиц в окружающее пространство до того момента пока не прекратиться поступление к нему электроэнергии вследствие перегорания подводящих электродов.

Эти особенности пожароопасных проявлений элементами электротехники, которые характеризуются активным сопротивлением, емкостью и индуктивностью необходимо доводить до слушателей учебных заведений специализирующихся в области пожарной безопасности. При практической работе у сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России должно быть четкое представление о процессах загорания элементарных компонентов электрооборудования, бытовых электрических приборов и электрических сетей.

Пожарная опасность и особенности ее проявления в электротехнике зависят от элемента электрического изделия, характеризуемого активным, индуктивным или емкостным его сопротивлением. В связи с этим, в практику обучения слушателей вопросам пожарной безопасности необходимо включить изучение особенностей пожароопасных проявлений наиболее характерными представителями электрооборудования - это провода, индуктивные элементы, конденсаторы, представляющие собой возможные источники, зажигания в элементах электрической части зданий и которые являются конструктивными представителями активного, индуктивного и емкостного сопротивлений теоретической электротехники.

Целесообразно донести до слушателей особенности возможных пожароопасных проявлений со стороны элементов электрооборудования и электрических приборов бытового и аналогичного назначения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боков Г.В., Грузинова О.И. Влияние комплектующих элементов на пожарную опасность электрических изделий // Пожарная безопасность. 2018. №2. С. 47-51.
2. Боков Г.В., Афонин В.В., Симанкин В.И. Вероятностная оценка пожарной безопасности выпрямительных агрегатов // Пожарная безопасность. 2016. №2. С. 108-112.
3. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

УДК 378.1

С. А. Зайцева, И. В. Иванов

ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет Шуйский филиал

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ СРЕДСТВАМИ GOOGLE APPS FOR EDUCATION

Аннотация. В статье представлена функциональная модель организации учебного взаимодействия студентов и преподавателей для сопровождения самостоятельной работы студентов, реализованная на основе сервиса Google Apps for education. Реализация данной модели преподавателями кафедры информационных систем и технологий позволила интенсифицировать самостоятельную деятельность студентов и повысить успеваемость по преподаваемым дисциплинам.

Ключевые слова: самостоятельная работа, интернет-взаимодействие, студент, вуз, приложения Google.

S. A. Zaytseva, V. V. Ivanov

IMPLEMENTATION OF THE INTERNET-INTERACTION OF THE SUBJECTS OF THE EDUCATIONAL PROCESS BY GOOGLE APPS FOR EDUCATION MEANS

Abstract: The article presents a functional model for organizing educational interaction between students and teachers, implemented on the basis of the Google Apps for education service. The implementation of this model by teachers of the department of information systems and technologies has allowed to intensify the independent activity of students and improve performance in the disciplines.

Keywords: independent work, Internet interaction, student, university, Google applications.

Одной из приоритетных задач высшего образования в современных условиях развития экономики и непрерывного изменения на рынке труда является подготовка компетентных специалистов, обладающих навыком самообразования, который позволит им быстро адаптироваться к требованиям динамично меняющегося окружения. В связи с этим, учебный процесс вуза должен быть сориентирован не только на формирование у обучающихся знаний, умений, навыков и опыта научной и творческой деятельности, но и на формирование у выпускников осознанной необходимости и потребности заниматься непрерывным самообразованием, повышением своей квалификации и реализации концепции «непрерывное образо-

вание в течение всей жизни»». Реализовать обозначенную концепцию сможет только тот студент, кто освоил в вузе методику самоорганизации при выполнении самостоятельной работы [3].

Анализируя многообразие определений самостоятельной работы в аспекте реализации обучающимся образовательной деятельности можно обобщить их значимые характеристики: 1) это планируемая учебная, творческая или научная деятельность обучающегося; 2) это деятельность индивидуальная или коллективная (группы обучающихся); 3) это целенаправленная деятельность обучающегося, которая выполняется в рамках образовательного процесса; 4) это деятельность контролируемая и управляемая со стороны педагога. Наиболее соответствующим современной образовательной политике и задачам высшего образования является, с нашей точки зрения, определение самостоятельной работы, данное И.А. Зимней. Самостоятельная работа студента вуза определяется ей как «организуемая и осуществляемая в наиболее рациональное с точки зрения самого студента время, контролируемая им самим по процессу и результату деятельность на основе внешнего опосредованного системного управления ею со стороны преподавателя (обучающей программы)» [1, ст.14].

Признаками того, что обучающийся является субъектом образовательного взаимодействия в реализации образовательного процесса является следующее: 1) осознание обучающимся смысла своей деятельности; 2) способность обучающегося к целеполаганию, определяющему направленность и способ действий по отношению к процессу образования и взаимодействию его участников; 3) осознанная активность по отношению к достижению результатов образовательного процесса; 4) способность к взаимодействию в условиях свободы выбора целей, содержания, способов и средств ее осуществления; 5) способность к рефлексии, самоанализу и самооценке в процессе совместной деятельности; 6) готовность к деятельности в коллективе и в интересах коллектива. Педагогическое взаимодействие субъектов образовательного процесса должно быть нацелено на создание условий для успешной самореализации обучающегося, обеспечение его личностного роста, формирование у обучающегося мотивации к учению, сохранение его психического и физического здоровья, социальную адаптации личности обучающегося. Достигнуть заявленную цель возможно только при организации сотрудничества всех субъектов образовательного процесса.

В каждом образовательном учреждении педагогу приходится определить наиболее эффективную форму организации взаимодействия с обучающимися в процессе организации их самостоятельной учебной деятельности, которая определяет структуру, характер и динамику взаимодействия субъектов образовательного процесса в зависимости от поставленных учебных целей и учитывающую современное технологическое оснащение образовательного учреждения и развитие информационно-образовательной среды.

В нашем исследовании в качестве одной из наиболее актуальных в современных условиях формы взаимодействия мы рассматриваем интернет-взаимодействие субъектов образовательного процесса. Понятие «интернет-взаимодействие субъектов образовательного процесса» мы, вслед за Машаровой В.А., интерпретируем как форму педагогического взаимодействия, реализуемого средствами сети Интернет на основе использования современных сетевых и мобильных технологий, нацеленного на решение образовательных задач, включенного в образовательный процесс вуза и расширяющего временные и пространственные рамки педагогического взаимодействия студентов и преподавателей [2].

Мы в своем исследовании исходим из того, что взаимодействие субъектов образовательного процесса, реализованное в сети Интернет при сохранении своих развивающих качеств, приобретает свойства интерактивности и временной независимости, обеспечивающих его востребованность, устойчивость и популярность среди студентов и преподавателей вуза. На основании изученных и описанных литературных источников по проблеме содержания и организации интернет-взаимодействия можно выделить его характерные особенности:

– многообразие средств реализации: письменная и устная речь, паралингвистические средства (аббревиатуры, специальные символы), мультимедийное сопровождение;

- не обязательность непосредственного личного визуального контакта или физического присутствия в процессе взаимодействия;
- возможность временного и пространственного рассогласования процесса взаимодействия;
- необходимость учебной мотивации для поддержания результативного взаимодействия;
- необходимость наличия специальных ИКТ-компетентностей субъектами взаимодействия.

Объектом моделирования в нашем исследовании является технология реализации интернет-взаимодействия субъектов образовательного процесса, которое направлено на интенсификацию самостоятельной работы студентов и повышение результативности учебного процесса. Такая модель должна демонстрировать решение реальной проблемы: «Как организовать образовательное взаимодействие студентов и преподавателей в условиях рейтинговой системы оценивания которое позволит: интенсифицировать самостоятельную учебную деятельность студентов; избавить преподавателя от рутинной бумажной работы; эффективно обмениваться информацией; сделать учебную информацию доступной и обновляемой в любой момент и из любого места как для преподавателя, так и для студента; оперативно изменять и отслеживать семестровый рейтинг студента и тем самым позволит повысить результативность учебного процесса?»

Разработанная и реализованная нами модель интернет-взаимодействия субъектов образовательного процесса, созданная средствами Google Apps for Education, включает целевой, содержательный процессуальный и результативный компоненты и реализует идею о необходимости и возможности повышения результативности самостоятельной работы студентов. Модель представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Модель взаимодействия субъектов образования в вузе в процессе выполнения студентом самостоятельной работы

Разрабатываемая модель относится к классу структурно-функциональных. В качестве функций в модели выделены: 1) регистрация и отслеживание деятельности преподавателя и студентов в учебной среде; 2) информационный обмен между субъектами образовательного процесса; 3) хранение информационных ресурсов и предоставление санкционированного доступа к ним; 4) групповая совместная работа с сетевыми документами; 5) организация учета посещаемости и успеваемости студентов в условиях рейтинговой системы оценивания результатов учебной деятельности.

Разработанная и реализованная нами модель создана средствами Google Apps for Education [4]. Регистрация пользователей происходит в приложении «Администрирование», все учетные записи студентов и преподавателей создаются в домене Шуйского филиала ИвГУ (sspu.ru). Информационный обмен между субъектами образовательного процесса может быть организован в ленте группы Classroom, в приложении Chat, в приложении «Почта». Хранение информационных ресурсов и предоставление к ним доступа реализуется в приложении Google–Диск. Одним из средств хранения и систематизации учебной информации является сайт, созданный в приложении Google–Сайты. Групповая совместная работа с сетевыми документами реализуется в приложениях Google–Документ, Google–Презентация, Google–Таблица или Google–Форма. Организация учета посещаемости и успеваемости студентов в условиях рейтинговой системы оценивания результатов учебной деятельности реализуется в приложении Classroom (рисунок 2). Для организации тестирования студентов используется приложение Google–Формы.

ИИФ 4-3 2018	результат	Активности Выходные чернила	Активности Лабораторная работа "Игачи"	Активности Работа у доски	Активности Цвета, оны	Google анкетирование	Доказание ладони	Контроль	Настройка действий 2	Работа у доски в программе ActivInspire	Создание тем программы Spring
ИИФ 4-3 2018	100	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3
Средняя оценка по классу		2,88	1,86	2,0	2,7	2,0	1,25	2,83	2,26	2,0	2,43
6 Белова Валентина Игоревна	зачтено	77	3	2	1,5	2	1	3	2,5		3
7 Брусикина Юлия	зачтено	73	3	2	3	2	1	3	1,5		
8 Великанова Елена Михайловна	зачтено	99	3	2	3	2	2	3	3	2	3
9 Динин Илья Андреевич	зачтено	88	3	2	3	2	1	3	2		2,5
10 Завалова Полина		32	2,5	1,5	2,5			2,5	2,5		
11 Калинин Никита Александрович	зачтено	87	2	1	2	2	2	2			2,5
12 Лобова Екатерина Олеговна	зачтено	90	3	2	2	3	2	1	3	2,5	3
13 Понидицкая Елена Владимировна	зачтено	72	3	2	2,6	2	1	3	2,5		2,5
14 Пузанова Екатерина Владимировна	зачтено	83	3	2	3	2	2	3	2,2		3
15 Рабинина Елизавета Владимировна	зачтено	81	3		3	2	1		1,5		2,5
16 Северникова Анна Александровна	зачтено	84	3	2	2	3	2	1	3	1,7	2
17 Смирнова Анастасия Сергеевна	зачтено	72	3		2,5	2	1	2,5	3		1

Рис. 2. Учет успеваемости студентов в условиях рейтинговой системы оценивания.

Анализ результатов исследования и внедрения разработанной модели в образовательный процесс вуза позволил сделать следующие выводы:

- основным педагогическим механизмом реализации требований ФГОС ВО является создание педагогических и технологических условий для организации оперативного учебного взаимодействия субъектов образования и комфортной и результативной самостоятельной работы обучающегося с предоставлением студентам неограниченного защищенного доступа к необходимым информационным ресурсам в своем вузе и открытом Интернет-пространстве;

- интернет-взаимодействие субъектов образовательного процесса в контексте высшего образования следует рассматривать как форму педагогического взаимодействия, реализуемого средствами сети Интернет на основе использования современных сетевых и мобильных технологий, нацеленного на решение образовательных задач, включенных в образовательный процесс вуза и расширяющего временные и пространственные рамки педагогического взаимодействия студентов и преподавателей;

– возможности приложений Google Apps for Education полностью позволяют выполнить требования ФГОС ВО к оснащенности информационно-образовательной предметной среды, функционально интегрируются в ЭИОС вуза и могут быть использованы для реализации результативного интернет-взаимодействия студентов и преподавателей;

– рейтинговая оценка студента находится в положительной корреляционной связи с успешностью выполнения им самостоятельной работы, а результативность самостоятельной работы студента зависит от технологии организации информационного взаимодействия субъектов образования;

– в качестве критериев оценки результативности самостоятельной работы студентов целесообразно использовать: своевременность выполнения студентами заданий; качество выполненных заданий; самостоятельность выполнения заданий; проявленную активность и творчество при выполнении заданий.

– апробация созданной средствами Google Apps for Education структурно-функциональной модели интернет-взаимодействия субъектов образовательного процесса в практике вуза позволяет интенсифицировать самостоятельную работу студентов. Особенно высокая динамика повышения результативности самостоятельной работы наблюдается у студентов с низкой и средней академической успеваемостью.

Дальнейшее исследование направлено на внедрение разработанной модели в образовательную практику других кафедр вуза и оформление методических рекомендаций по ее использованию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зимняя И.А.* Самостоятельная работа как высшая форма учебной деятельности студента / И.А. Зимняя // Самостоятельная работа студентов как основа образовательного процесса подготовки бакалавров: материалы Всероссийской научно–практической конференции – М., 1993. – С. 12–23.

2. *Машарова В.А.* Интернет–взаимодействие субъектов образовательного процесса как средство развития познавательной активности старшеклассников: автореф. дис. ... канд. пед. наук / В.А. Машарова – С.–С–Пб., 2016. – 26 с.

3. *Пак Ю.Н.* Самостоятельная работа студента в условиях ГОС нового поколения (опыт Казахстана) / Ю.Н. Пак, И.О. Шильникова, Д.Ю. Пак. // Высшее образование в России. – 2015. – №6. – С. 138–144.

4. *Ярмахова Б, Рождественская Л.* Google Apps для образования.- СПб.: Питер, 2015. - 224 с.

УДК 378.147

Т. Г. Волкова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ SOFT SKILLS

Аннотация: В настоящее время политика в области высшего образования определяет стратегические ориентиры профессионального образования, которые направлены на обеспечение высокого качества подготовки выпускников вузов. Целью статьи является обоснование необходимости курса «Основы проектной деятельности» как базиса при формировании гибких навыков (soft skills) в условиях реализации профессиональных стандартов как одного из условий обеспечения качества

профессиональной подготовки. Современные тенденции свидетельствуют об ориентации профессионального образования на формирование «гибких» (soft skills) и «твердых» (hard skills) навыков в их единстве. Рассмотрен один из вариантов организации деятельности по формированию гибких навыков – проектная деятельность обучающихся, которая имеет практикоориентированную направленность и позволяет обеспечивать успех профессиональной деятельности.

Ключевые слова: проектная деятельность, гибкие (мягкие) навыки.

T. G. Volkova

PROJECT ACTIVITY AS A BASIS FOR SOFT SKILLS FORMATION

Abstract: At present, the strategic orientations of vocational education, which are aimed at ensuring the high quality of training of graduates, are determined by policy in the field of higher education. The purpose of this article is to substantiate the need for the course “Fundamentals of Project Activities” as a basis for the formation of soft skills in the context of the implementation of professional standards as one of the conditions for ensuring the quality of professional training. Current trends indicate the orientation of vocational education to the formation of "soft" and "hard" skills in their unity. This paper describes one of the options for organizing activities on the formation of soft skills - project activities of students. It has a practice-oriented orientation and allows students to ensure success in their professional activities.

Keywords: project activity, soft skills.

Современный период развития образования характеризуется кардинальным пересмотром сложившихся в сознании педагогов профессиональных стереотипов. В мире неопределенности, в мире VUKO нестабильном, неопределенном, сложном и неоднозначном (аббревиатура от volatility, uncertainty, complexity и ambiguity) необходимы творческие люди, преодолевающие границы средних возможностей, активные и предприимчивые, т.е. с развитыми навыками soft-skills.

Soft skills, гибкие навыки — это набор надпрофессиональных компетенций, навыков и качеств, ключевые из которых: целеполагание, самопрезентация, деловая коммуникация, умение работать в команде, лидерство, ораторское мастерство, эмоциональный интеллект [1]. Гибкие навыки не связаны с определенными специальностями — они в равной степени нужны для успешной работы и карьерного роста как психологу и дизайнеру, так и программисту или химику. О важности и необходимости таких навыков как, например, работы в команде свидетельствуют международные сравнительные исследования [2,3].

Особенность развития soft skills заключается в том, что чаще всего они формируются стихийным образом - мягкие навыки «критичны» в долгосрочной перспективе, развитие их происходит медленнее, требует больших усилий, а достижение требуемого уровня не гарантировано («предел» компетенций, глубокая интеграция в структуре личности), а в специфических условиях и вовсе подвержены обратному развитию [4]. И все это отличает soft skills от hard skills, за формирование которых отвечают специальные учебные дисциплины, которые развиваются быстрее, с меньшими усилиями и гарантированным результатом, а также практически не подвержены обратному развитию.

В настоящее время существуют два подхода к формированию soft skills. Первый — обучать непосредственно, вводя отдельные курсы в рамках вариативного компонента учебного плана: например, в ряде зарубежных университетов (Harvard University, Stanford Research Institute и др.), а также в Российской Высшей школе экономики есть курс тимбилдинга (командообразования). Второй подход — использовать потенциал изучаемых дисциплин в сочетании с неформальным образованием, внеучебной воспитательной работой. Такой подход чаще распространен в российских университетах. При этом возникают вопросы не только о том, «чему учить» (каков наиболее востребованный «набор» soft skills), но и «как учить», а также «как измерить то, чему человек научился»?

Анализ литературы показал, что недостаточное внимание к развитию soft skills в вузе заключается в следующем:

1) невыраженный интерес к проблеме формирования у обучающихся личностных установок на понимание важности развития soft skills [5];

2) комплексный характер «зон ответственности» за развитие soft skills, слабо развитые вертикальные и горизонтальные связи между отдельными компонентами процесса профессиональной подготовки (цели, содержание, технологии, средства, формы);

3) слабая диверсификация психолого-педагогических дисциплин, чрезмерная их теоретизация, отрыв от современных требований к расширению педагогической деятельности до социально-педагогической;

4) ограниченность возможностей практического проявления разных soft skills;

5) недостаточная опора на межпредметные связи, современные образовательные технологии и интерактивные формы обучения и воспитания [6];

6) сложность диагностики уровня развития soft skills, в результате чего они практически остаются без оценки;

7) недостаточная гибкость и мобильность в организации процесса развития soft skills, что мешает оперативно реагировать на запросы практики образования.

Выявленные факты подтверждают необходимость организации в вузе целенаправленной работы по развитию soft skills у будущих специалистов. Большим потенциалом в развитии soft skills компетенций обладают не только внеучебная воспитательная работа, но введение в учебные планы таких дисциплин как «Основы проектной деятельности».

На современном этапе были выделены три сферы для формирования «мягких навыков»: когнитивная, деятельностная и личностная. При проектировании форм взаимодействия с обучающимися в процессе развития soft skills важно учитывать ряд современных тенденций. Во-первых, реализовать переход от передачи знаний к их созданию. Доступность и скорость обмена знаниями позволяет быть успешнее не тому, кто больше знает, а тому, кто быстрее и лучше может найти, идентифицировать, анализировать и синтезировать новую информацию. Во-вторых, переход от привычной схемы «преподаватель-студенты» к взаимодействию «преподаватели-студенты», создание коллаборации и работа в команде. В данном случае речь идет об оптимизации сочетания традиционного и инновационного подходов к обучению, а не о полном переходе на данную технологию.

При разработке форм развития soft skills и соответствующих технологий возможно использование модели реинжиниринга образовательного процесса. Например, создание коммуникативных лабораторий, проектных офисов, исследовательских групп преподавателя и другое. В существующем опыте в процессе развития soft skills во внеучебной деятельности неплохо зарекомендовали себя такие известные формы, как студенческое самоуправление, волонтерские программы и социальные проекты.

Проект – это ограниченная во времени деятельность, представленная в виде мероприятий, направленная на решение социально значимой проблемы и достижение определенной цели, предполагающая получение ожидаемых результатов, путем решения связанных с целью задач, обеспеченная необходимыми ресурсами и управляемая на основе постоянного мониторинга деятельности и ее результатов с учетом возможных рисков, это создание уникального решения в ограниченных условиях. И прежде, чем приступить к его разработке, обучающиеся должны овладеть начальными компетенциями проектной деятельности:

1) научиться формулировать на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления;

2) разрабатывать концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы (формулировать цель, задачи, обосновывать актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения);

3) планировать необходимые ресурсы, в том числе с учетом их заменяемости;

4) разрабатывать план реализации проекта с использованием инструментов планирования; осуществлять мониторинг хода реализации проекта, корректировать откло-

нения, вносить дополнительные изменения в план выполнения работ, уточнять зоны ответственности участников проекта.

Первоначальный комплекс необходимых знаний и умений можно получить в ходе изучения такой дисциплины, как «Основы проектной деятельности», результативность освоения которой можно оценить по формированию у студентов, следующих метапредметных навыков:

- умение развивать мотивы и интересы своей познавательной деятельности;
- умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, самостоятельно строить логическое рассуждение, умозаключение и делать выводы;
- умение корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией;
- умение организовывать учебное сотрудничество и совместную деятельность с учителем и сверстниками; работать индивидуально и в группе, находить общее решение на основе согласования позиций и учета интересов;
- владение основами самоконтроля, самооценки, принятия решений и осуществления осознанного выбора в процессе учебной и познавательной деятельности;
- умение определять способы действий в рамках предложенных условий, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией.

В разработанный практикум [7] включены практические задания по следующим темам:

1. С чего начинается проект. Использование ТРИЗ при выборе темы проекта. Метод фокальных объектов;
2. Постановка или описание проблемы;
3. Целеполагание. Технология SMART;
4. Заинтересованные стороны проекта (выявление, анализ, оценка);
5. Что такое риски в проектной деятельности и как ими управлять?
6. Планирование проекта.

Таким образом, использование проектной технологии позволит сконцентрироваться на формировании ключевых компетенций, необходимых в XXI веке: системное мышление; междотраслевая коммуникация; работа с людьми и работа в команде; коммуникация.

Происходящие изменения не могут оставить в стороне университеты, которые переживают трансформацию в результате вызовов со стороны общества и личности. Современный университет все чаще связывают с понятием «проектный» и рассматривают как переходный от исследовательского к мыследеятельностному. Как показывает анализ практики и личного опыта, в университетах действительно осуществляется переход от транслятивной (лекционно-семинарской) модели к интегрированной, включающей проектирование, решение кейсов и стажировки, предполагающей использование макетов, тренажеров, моделей и т. д. В качестве важного результата, наряду с профессиональными компетенциями, рассматривается развитие у компетенции *soft skills* — «мягких» / «гибких» навыков, владение которыми во многом определяет успех будущей профессиональной деятельности, помогает успешно реализоваться в быстро изменяющемся мире.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Soft skills* URL: <https://yandex.ru/profi/trainings>
2. Поддьяков А. Н. Решение комплексных проблем в PISA-2012 и PISA-2015: взаимодействие со сложной реальностью // Образовательная политика. 2012. № 6.
3. Tyre P. Is your child a “group problem solver?” The PISA test will decide / P. Tyre // *Scientific American*. July 14, 2015.
4. *Soft skills* и *Hard skills* — в чем разница? URL: <http://www.mental-skills.ru/synopses/6981.html>

5. Никитина Н. Н. Введение в педагогическую деятельность: теория и практика. М.: «Академия», 2004. 224 с.

6. Тряпичина А. П. Подготовка педагогических кадров и задачи современной школы // Вестник герценовского университета. СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена. 2010. № 11(85). С. 16-18.

7. Основы проектной деятельности [Электронный ресурс] : методические указания для 1 курса направления "Химия" (квалификация "Бакалавр") и специальности "Фундаментальная и прикладная химия" (квалификация "Специалист") / Иван. гос. ун-т; сост. Т. Г. Волкова. - Иваново: Ивановский государственный университет, 2019. - 34 с. URL: http://lib.ivanovo.ac.ru:81/elib/dl/biology/metod/volkova_2019.htm/view

УДК 796.011.1

В. С. Гринченко, Н. А. Агеева

ФГБОУ ВО Кубанский государственный технологический университет

ФОРМИРОВАНИЕ ЛИЧНОСТНЫХ КАЧЕСТВ СТУДЕНТОВ ВУЗА СРЕДСТВАМИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Аннотация: В современном обществе значительно возросли требования к подготовке будущих квалифицированных специалистов, которые должны обладать не только набором профессиональных навыков, но и иметь богатый внутренний ресурс личностных качеств, которые способствуют самореализации. В связи с этим ученые уделяют пристальное внимание приобщению и заинтересованности студентов высших учебных заведений к физической культуре. Именно профессиональная образовательная организация выступает главным компонентом всей системы высшего образования.

Ключевые слова: личностные качества, физическая культура, физическое воспитание студентов, волевые качества, физическое развитие, студенты.

S. V. Grinchenko, N. A. Ageeva

THE FORMATION OF PERSONAL QUALITIES STUDENTS BY MEANS OF PHYSICAL CULTURE

Abstract: in modern society, significantly increased requirements for the preparation of future qualified professionals who must have not only a set of professional skills, but also have a rich internal resource of personal qualities that contribute to self-realization. In this regard, scientists pay close attention to the introduction and interest of students of higher educational institutions to physical culture. It is a professional educational organization that is the main component of the entire system of higher education.

Keywords: personal qualities, physical culture, physical education of students, strong-willed qualities, physical development, students.

В связи с ростом требований к качеству современного образования возникает необходимость повышения эффективности профессиональной подготовки в высших учебных заведениях. В следствие того, что личностные качества студента являются залогом успешной учебной и будущей профессиональной деятельности ученые уделяют значительное внимание заинтересованности и приобщения студентов к физической культуре.

Физическая культура является одним из главным структурным компонентом общего воспитания, посредством которого закладывается основа для полноценного физического раз-

вития и будущего совершенствования человека. Как известно, каждый отдельно взятый человек представляет собой структурную единицу общества.

В группе человека оценивают по набору нескольких качеств: по уровню допустимых возможностей и будущих перспектив, по уровню полезности и значимости. Однако, индивидам с низкой самооценкой сложно проявлять активность, организованность и ответственность. Поэтому в настоящее время уделяется особое внимание развитию и формированию личностных качеств, особенно студентов.

Согласно мнению большинства специалистов, полноценное развитие подростков возможно только при грамотной и правильной комбинации физического воспитания и других видов воспитания (умственного, нравственного, эстетического, трудового). Такое взаимодействие может проявляться в явной форме, а также и в скрытой форме.

Явная форма связи предполагает, что в процессе физического воспитания оказывается непосредственное влияние на развитие физических, а также умственных способностей студентов. На занятиях моделируются учебно-познавательные ситуации, позволяющие овладеть техникой физических упражнений, а также их совершенствованием.

На уроках физической культуры преподаватель специально создает познавательно-проблемные ситуации различного уровня сложности. Студенты должны активно принимать участие, а также соответствующие решения, творчески подходить к разрешению проблем. По оценке исследователей, такой подход с использованием разнообразных приемов в физическом воспитании служит духовному обогащению студентов, а также способствует развитию и формированию их умственных способностей.

Как отмечает автор научной системы физического воспитания П.Ф. Лесгафт, скрытая форма проявляется в том, что укрепление здоровья и развитие физических сил в процессе физического воспитания являются неотъемлемым условием для нормального умственного развития. В одном из своих научных трудов он писал: «Между физическим и умственным развитием личности существует тесная взаимосвязь, полностью выясняющаяся при содержательном изучении человеческого организма и особенностей его периодических отправления». За счет воздействия культурно-оздоровительных аспектов физического воспитания возрастает жизнедеятельность организма, а также его противостояние различным негативным воздействиям, в следствие чего поднимается продуктивность в результате умственной деятельности.

Также физическая культура играет важную роль и в нравственном воспитании студентов. Психологическими исследованиями установлено, что благодаря занятиям по физической культуре совершенствуются психологические процессы личности, на основе которых человек контролирует свои действия. В этом случае подразумевается умение выполнять физические упражнения с определенной амплитудой и определенной временной точностью. В основе этой саморегуляции лежит развитая работа мышечно-двигательного аппарата, а также правильность работы центральной нервной системы.

На первый взгляд, методически грамотная, правильная подготовка и организация физических занятий способствует формированию положительных личностных качеств студентов. Во время интенсивной физической активности формируются и закладываются волевые, нравственные и эстетические качества студента. Но с другой стороны, продуктивность физической тренировки в полной мере зависит от нравственного воспитания студентов, их трудолюбия, а также дисциплинированности.

С помощью средств физического воспитания можно заложить и воспитать навык к совершению непривычных усилий. Яркой особенностью физкультурной деятельности является развитие и совершенствование воли. Данное качество развивается в тех действиях, которые направлены на достижение поставленных целей, выполнение обязательных задач, преодоление препятствий и негативных воздействий. А как известно, разрешение любой жизненной ситуации проходит через преодоление внутренние и внешние препятствия.

Студент посредством изучения правильной техники и тактики спортивного упражнения, а также выступления на соревнованиях, учится преодолевать внешние препятствия, преодолевать себя.

Каждый студент подвержен изменениям психического состояния. Каждый раз преодолевая внутренние препятствия, например, плохое настроение, страх перед экзаменом, неуверенность, студент привлекает свои волевые качества, учится управлять своим состоянием, а также противостоять стрессу.

Изучение более технически сложных упражнений с каждым занятием по физической культуре помогает студенту развить уверенность в себе и своих силах. Такой подход формирует у студента убежденность в том, что, прикладывая усилия можно решить любые задачи и преодолеть трудности.

Во время занятий студентам предоставляется самостоятельность действий и предъявляются высокие требования к демонстрации находчивости и предприимчивости в игровых видах, что создает площадку для творческого развития решительности и инициативности.

Благодаря повышенной эмоциональности в некоторых видах игр, в которых наступают напряженные отношения между участниками, формируются отношения между студентами в коллективе. Благодаря занятиям по физкультуре моделируются коллективистские настроения, которые создают предпосылки для формирования целостной положительной личности, умеющей грамотно и правильно соединять общественные интересы со своими личными.

Если говорить о целостности нравственного и физического развития студента, то грамотное развитие индивидуума возможно лишь при соблюдении принципа постепенности в соответствии с особенностями личности (возрастными, половыми, а также индивидуальными), когда физические упражнения являются не только методом физического, но и интеллектуального, нравственного развития студента.

Благодаря нравственным аспектам осуществляется формирование ценностных ориентиров, а именно отношение к здоровому образу жизни, к физическим упражнениям, трудолюбию, преодолению проблемных ситуаций и других не менее важных личностных качеств.

Занятия по физической культуре также располагают к развитию эстетических качеств студентов. Во время выполнения физических упражнений у студентов формируется правильная осанка, происходит гармоничное развитие тела, тренируется восприятие красоты тела и грациозность движений. Все эти аспекты располагают к развитию у студентов эстетических вкусов и представления, способствует выражению разнообразных эмоций, оптимизма, любви к жизни. Эстетическое воспитание помогает развить человека морально, духовно, оно позволяет понять и давать правильную оценку прекрасному, стремиться к лучшему.

Люди со сформированными нравственными и эстетическими вкусами зачастую стремятся к созданию таких же ценностей, совершая нравственные поступки, и которые нередко являются спортсменами. Взаимодействие эстетического и физического воспитания обусловлено единством их цели, а именно в формировании эстетического и физического идеала в человеке.

Отношение к трудовой деятельности также является важным критерием воспитанности личности. У студентов это отношение выражается в надежности и стабильности выполнения производственных целей, требований дисциплины, а также проявлении своей инициативности, внесении личного вклада в производственный процесс.

Если затронуть тему влияния физического воспитания на трудовое воспитание личности, то нужно сказать о том, что регулярные занятия физической культурой способствуют образованию и развитию организованности, настойчивости, преодоления собственного нежелания или неумения, и в итоге воспитывают ценностное понимание труда у студентов.

В дополнение ко всему, выполнение студентами разнообразных заданий преподавателя (по ремонту инвентаря, самообслуживанию и др.) способствует развитию устойчивых трудовых навыков. Также можно сказать о том, что на результативность процесса физиче-

ского развития оказывает положительное влияние результаты трудового воспитания по развитию определенных личностных качеств.

Стоит отметить, что физическая культура человека неделимо связана с его общей культурой, потому что характерные физически культурной личности качества развиваются на основе тех же задатков, что и нравственная, эстетическая и другие виды культур. Благодаря тому, что студент занимается на парах по физическому воспитанию, он совершенствует не только физическую составляющую, но и формирует другие качества личности.

Подводя итоги вышесказанному, отметим, что физкультурная деятельность формирует и развивает познавательные потребности и возможности студентов. Поэтому, по-нашему мнению, система образования не может существовать без системы физического образования, потому что физическое воспитание помогает сформировать учащегося как целостную личность, обладающую высоким уровнем общей культуры и нравственности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бабаян Г.К., Егорычева Е.В.* Влияние физической культуры на формирование личности // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 5-3.; URL: <http://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=13803>

2. *Цаллагов М.С.* Физическая культура как средство воспитания личностных качеств студентов // Nauka-rastudent.ru. – 2015. – No. 11 (23) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://nauka-rastudent.ru/23/3007/>

УДК 796.011.1

В. С. Гринченко, Н. А. Агеева

ФГБОУ ВО Кубанский государственный технологический университет

РОЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В ФОРМИРОВАНИИ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ СТУДЕНТОВ

Аннотация: в данной статье рассматривается проблема формирования здорового образа жизни студентов высших учебных заведений, особенности здорового образа жизни современной студенческой молодежи, а также значимость средств физического воспитания в процессе формирования здорового образа жизни. Выявляются решения данной проблемы с помощью формирования основных принципов здорового образа жизни и определяются основные правила физической подготовки студента.

Ключевые слова: здоровый образ жизни, физическая культура, физическое воспитание студентов, здоровье, физическое развитие, студенты.

S. V. Grinchenko, N. A. Ageeva

THE ROLE OF PHYSICAL CULTURE IN THE FORMATION OF HEALTHY LIFE STYLE OF STUDENTS

Abstract: This article discusses the problem of forming a healthy lifestyle for university students, especially the healthy lifestyle of modern students, and the importance of physical education in the process of building a healthy lifestyle. The solutions to this problem are identified by shaping the basic principles of a healthy lifestyle and rules of student physical fitness.

Keywords: healthy lifestyle, physical education, physical education of students, health, physical development, students.

На современном этапе развития общества приоритетным вопросом в жизни студентов, является сохранение, а также укрепление собственного здоровья. Для каждой личности понятие здорового образа жизни индивидуально, так как каждый руководствуется законами общества и особенностями своего организма.

В связи с динамически развивающимся обществом, актуальность проблемы физического воспитания и приобщения молодежи к здоровому образу жизни становятся наиболее актуальными. Это связано с тем, что состояние здоровья студентов не соответствует требованиям современного общества, а также потребностям его дальнейшего развития.

Для студентов необходимо вести здоровый образ жизни, заниматься спортом. Учеными доказано, что в процессе обучения большинство студентов становятся менее активными, внимательными и активными. Именно поэтому стали обращать внимание на физическое воспитание, потому что физические упражнения и занятия спортом снижают риск эмоциональных срывов, повышают физическую и умственную активность, повышают работоспособность.

Для того, чтобы подготовить профессиональных специалистов, нужно формировать здоровый образ жизни, а также содействовать высокой работоспособности студентов. На сегодняшний день данная социальная группа подвергается негативному влиянию окружающей среды, потому что физическое и умственное становление совпадает с адаптацией к новым для них условиям жизни и обучения.

Под здоровым образом жизни мы будем понимать совокупность форм и способов каждодневной жизнедеятельности личности, которая опирается на определенные культурные нормы и ценности и укрепляет адаптивные качества личности. Здоровый образ жизни помогает поддерживать правильное гармоническое развитие, обеспечивает высокую работоспособность, помогает поддерживать и укреплять здоровье. Именно здоровый образ жизни помогает раскрыть личностные качества, нужные в условиях прогрессивно развивающегося общества.

Правильный распорядок дня (рациональное распределение труда и отдыха), отсутствие вредных привычек, достаточная физическая активность, соблюдение личной гигиены, а также рациональное питание являются главными компонентами здорового образа жизни.

Правильный распорядок дня является фундаментом жизнедеятельности каждого человека, особенно студента. Он должен нести индивидуальный характер и обуславливаться состоянием здоровья, уровнем работоспособности, а также личных интересов. При рациональном и правильном соблюдении режима формируется четкий ритм жизнедеятельности, что позволяет создать оптимальные условия для работы и отдыха, способствуя при этом укреплению здоровья.

По мнению ученых, студентам настоятельно рекомендует устанавливать себе определенный распорядок дня, чтобы выработать динамический стереотип. Его физиологической принцип заключается в формировании в коре больших полушарий определенной последовательности действий торможения и возбуждения, важных для производственной деятельности.

Формирование оптимального режима дня нужно проводить с учетом индивидуальности работы каждого высшего учебного заведения, индивидуальных особенностей, имеющихся условий, а также биоритмов студента. Для восстановления умственной работоспособности студента необходимо правильно чередовать занятия с отдыхом. Лучшим отдыхом считается сон в определенное время и продолжительностью не менее 7 – 8 часов.

Известен тот факт, что курение, а также злоупотребление алкоголем являются основными вредными привычками студентов. По словам ученых из-за курения снижается восприимчивость и усваивание учебного материала. Курение является причиной возникновения многих

заболеваний, приводит к преждевременному старению. При частом употреблении алкоголя нарушается деятельность нервной системы, функций некоторых органов. Для того, чтобы популяризировать здоровый образ жизни, необходимо ежегодно в образовательной организации проводить молодежные акции, нацеленные на отказ от вредных привычек.

В современном мире, с появлением таких устройств, которые облегчают трудовую деятельность людей, например, компьютер, техническое оборудование и прочее, достаточно сильно снизилась двигательная активность общества, особенно в сравнении с прошлыми десятилетиями. Это, в свою очередь приводит к снижению функциональных возможностей человека, а также к всевозможным заболеваниям. На сегодняшний день, один физический труд не является преимущественным, в основном, его заменяет умственный труд. Однако, интеллектуальный труд снижает работоспособность человеческого организма.

Еще одним важным составляющим здорового образа жизни является правильное питание. В организме молодежи ещё не завершился процесс формирования ряда физиологических систем, прежде всего нейрогуморальной, в связи с этим студенты очень чувствительны к нарушениям пищевого рациона. Нарушение рациона питания также обуславливается нехваткой времени и быстрым темпом жизни у студентов. Правильный прием пищи должен состоять из смешанных продуктов, включающих в себе определенное количество белков, жиров и углеводов, а также необходимых витаминов и минеральных веществ. Только в этом случае правильное питание обеспечит рост и формирование здорового организма студента.

Если рассматривать физическое воспитание стенах высшего учебного заведения, то оно представляет собой сложный педагогический процесс, формирующий физическую культуру личности, которая способна самостоятельно организовывать и придерживаться здорового образа жизни. Именно физическая культура учит студентов сохранять и укреплять свое здоровье, развивать и совершенствовать свои физические качества и умения, а также повышать уровень физической подготовленности.

Приоритетной задачей вуза является развитие физических и духовных качеств студентов. Одной из главных задач высшего учебного заведения является приобщение студентов к постоянным систематическим занятиям физической культурой, повышение работоспособности, подготовка к профессиональной деятельности, поддержание двигательной активности и формирование привычек к занятиям физической культурой, формирование навыков работы в коллективе, а также воспитание патриотизма и целеустремленности.

Необходимым компонентом для обеспечения здорового образа жизни студента является физическая культура. Это один из самых эффективных механизмов интеграции личных и общественных интересов, формирования личных потребностей. Занимаясь физкультурной деятельностью, студент накапливает определенный социальный опыт, что приводит к повышению его социальной активности.

Физические упражнения влияют на весь организм через нервную систему человека, а не только на определенный орган. Благодаря этому даже при небольших физических нагрузках (ходьба, приседания, легкий бег) происходит улучшение функций органов и систем организма. Повышается частота сердечных сокращений, улучшается функция легких, печени, почек, желудочно-кишечного тракта.

Систематические занятия физкультурой оказывают влияние на обмен веществ в организме. За счет этого улучшается аппетит, моторная и химическая функции, улучшается психологическое состояние студентов. Также физические упражнения благоприятно воздействуют рецептивные, мнемические, а также интеллектуальные процессы. Ритмические движения тренируют пирамидную и экстраполярную системы.

Благодаря занятиям по физической культуре у студентов воспитываются и формируются волевые качества, такие как стойкость, выдержка, способность управлять своими действиями и эмоциями, противостоять внешним воздействиям, что является характерными чертами здорового человека.

Достижение и поддержание здорового образа жизни студентов средствами физической культуры возможно при условии использовании разнообразных видов упражнений, использующихся в правильной дозировке.

Согласно мнению специалистов, анализ физической культуры показывает то, что она имеет потенциальные возможности и предпосылки для формирования всесторонне развитой личности. К сожалению, на практике такие возможности не используют в полной мере.

При формировании здорового образа жизни высококвалифицированного будущего специалиста должно осуществляться его развитие с учётом его личного отношения и понимания к занятиям, нормам и способам деятельности. Физическая культура является средством формирования здорового образа жизни только в том случае, если студент проявляет любовь к этому предмету.

Всестороннее использование средств физической культуры помогает достичь положительного результата в формировании здорового образа жизни студентов высших учебных заведений. Физическое воспитание помогает ликвидировать недостатки в физическом развитии студентов. Оно является в большей степени перспективным, доступным и эффективным направлением для формирования и укрепления здорового физического состояния студентов.

Приоритетными задачами высших учебных заведений должны выступать формирование осознанного отношения у студентов к собственному здоровью, а также обучение основам здорового образа жизни. Нам необходимо поддерживать спортивное движение среди молодёжи, продолжать поиск эффективных спортивных и оздоровительных технологий, заинтересовать и вовлечь как можно большее число студентов в занятия физической культурой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Смурыгина Л. В.* Формирование здорового образа жизни студента средствами физической культуры // Молодой ученый. — 2015. — №8. — С. 444-445. — URL <https://moluch.ru/archive/88/17051/>.
2. *Северьянов И.М., Захарова Л.В.* Роль физического воспитания в оздоровлении студенческой молодежи // Формирование здорового образа жизни, профилактика наркомании средствами физической культуры и спорта. – 2017. – С. 215 – 218.
3. *Сысоева С.В., Акбатыров К.Х.* Формирование здорового образа жизни студентов // nauchforum.ru – 2014 – С. 219-224
4. *Хадиева Р.Т., Миронова Е.Д.* Роль физической культуры в формировании здорового образа жизни студентов //Актуальные проблемы и перспективы теории и практики физической культуры, спорта, туризма и двигательной рекреации в современном мире – 2017 – С. 96-99

УДК 378.172:799

В. С. Гринченко, Н. А. Агеева

ФГБОУ ВО Кубанский государственный технологический университет

ФОРМИРОВАНИЕ МОТИВАЦИИ К ЗАНЯТИЯМ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ У СТУДЕНТОВ

Аннотация: в наши дни проблема сохранения и укрепления здоровья молодежи является приоритетной задачей в образовании, от решения которой зависит не только здоровье отдельного че-

ловека, но и населения страны в целом. Для этого необходима целенаправленная работа по приобщению студентов к физической культуре как одного из важнейших слагаемых в формировании здорового образа жизни и эффективных средств по укреплению и сохранению здоровья у студентов. В связи с этим основной задачей физической культуры в высшем учебном заведении является развитие мотивации у студентов к занятиям физической культурой.

Ключевые слова: мотивация, физическая культура, физическое воспитание студентов, волевые качества, физическое развитие, студенты, здоровье.

S. V. Grinchenko, N. A. Ageeva

FORMATION OF MOTIVATION FOR CLASSES OF PHYSICAL CULTURE AND SPORTS FOR STUDENTS

Abstract: nowadays, the problem of preserving and strengthening the health of young people is a priority task in education, and not only the health of the individual, but also the population as a whole depends on its solution. For this purpose, purposeful work is needed on introducing students to physical culture as one of the most important components in shaping a healthy lifestyle and effective means to strengthen and preserve students' health. In this regard, the main task of physical culture in higher education is the development of students' motivation to engage in physical culture.

Keywords: motivation, physical education, physical education of students, volitional qualities, physical development, students, health.

К одной из самых важных составляющих сохранения здоровья людей относится физическая активность, влияющая на деятельность, а также на физическое, психологическое и социальное состояние общества в целом.

В настоящее время проблема сохранения и укрепления здоровья стала более актуальной, чем когда-либо. Сбалансированное сочетание оздоровительной, физкультурной и спортивной видов деятельности в физическом, духовно-нравственном и творческом развитии личности, бесспорно, способствует становлению мобильности, способности к творчеству и активной деятельности.

Такая дисциплина, как «Физическая культура» в высших учебных учреждениях выполняет следующие функции: социальные, воспитательные, образовательные и развивающие. Осуществление данных функций выполняется через решение таких задач, как:

- осознание обучающимися роли физической культуры в основании и развитии личности;
- освоение начальных знаний и навыков физической культуры и понятие о здоровом образе жизни;
- мотивирование учащихся на физическое самосовершенствование и самовоспитание, привитие необходимости в регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом;
- овладение необходимыми знаниями, помогающие сохранить и укрепить здоровье, психическое благополучие;
- обеспечение определенным уровнем общей и профессионально-прикладной физической подготовленности, способной определить психофизическую готовность студентов к будущей профессиональной деятельности;
- получение практического опыта творческого использования физической культуры для достижения жизненных и профессиональных целей.

Одним из основных компонентов для успешного выполнения физкультурно-спортивной деятельности является мотивация, потому как именно в ней состоит механизм личной активности, а также заинтересованности человека в деятельности. Мотивация представляет собой процесс побуждения человека и окружающих к деятельности, чтобы достичь поставленной цели. Именно с точки зрения мотивации можно говорить о стремлении личности достичь удовлетворения своих потребностей, запросов, определения своей жизненной ориентации.

Формирование интереса к занятиям физической культурой и спортом - это процесс, который базируется как на самых первых простых гигиенических знаниях и умениях, полученных еще в детстве, так и на постоянных упорных занятиях спортом. Факторы, которые могут повлиять на заинтересованность и активность на занятиях по физической культуре, по своему характеру можно разделить на причины: организационного, методического и личностного характеров.

Отношение студенческой молодежи к физическим занятиям и спорту – является одной из самых актуальных на сегодняшний день социально-педагогических проблем. Решение которой, каждому обучающемуся следует рассматривать как с точки зрения лично необходимой, так и общественно значимой позиции. На данный момент исследования показывают, что физкультурно-спортивная деятельность пока не является для студентов насущной потребностью, и не входит в категорию личного интереса.

Методика развития мотивационных основ самоорганизации личности обучающегося в процессе физического воспитания включает в себя как основные позиции педагогических технологий, их проблематику, постановку целей, выбор принципов, так и средства моделирования содержания и создания условий гуманистического воспитания.

Совокупность методов физического воспитания, используемых в практике направлены на развитие необходимых для организма качеств, таких как: устойчивость, выносливость, волевые усилия, способность к сопротивлению различным физическим нагрузкам без сопоставления внешнего педагогического воздействия с внутренними, ценностными основами сознания учащегося.

К физическому воспитанию относятся такие средства, как: педагогические условия, которые способствуют переводу ценностного потенциала сознания студента на более высокий уровень и формирование положительной мотивации, влияющей на физическую культуру сознания.

Совместное определение целей физического воспитания и развития позволяет обеспечить как сочетание внешних воздействий, так и внутренних источников самоорганизации. В результате чего, развитие творчества в отношениях, которые возникают в процессе создания лично ориентированной ситуации на занятиях физкультурой между преподавателем и студентом, может стать возможностью культурного изменения мотивации.

Постановка цели для каждого занятия, позволяет создать условия для востребования деятельности личностных структур сознания учащихся, тем самым постепенно изменяя мотивацию занятий физкультурой.

Для необходимости ценностно-смыслового компонента мотивации надлежит изменить речевые стратегии, обращение к нравственной характеристике. При необходимости следует создать ситуацию выбора на основе предложения альтернатив, используя информацию о спортивных идеалах учащегося.

Для востребования ценностно-эмоционального компонента нужно учитывать влияние педагогического решения на настроение обучающегося, а также поощрение и развитие "малых талантов". Развитый самоконтроль - это опорная точка в усовершенствовании всех остальных компонентов мотивации достижения высокого уровня физической культуры сознания обучающихся.

Технология так же может быть представлена этапами деятельности преподавателя в целях оказания помощи студентам в решении проблем: диагностический, поисковый, договорный, деятельностный, рефлексивный. Указанные выше этапы, представляют собой целостный ориентировочный алгоритм.

Диагностический этап деятельности преподавателя представляет собой выявление и фиксацию факта, сигнала присутствия таких проблем, как: отсутствие ориентации, наличие каких-либо трудностей, недостаточность способностей и качеств, либо наличие внешних препятствий. Конечная цель данного этапа – это создание условий, способствующих осознанию студентом сути проблемы и собственных смыслов.

Задача педагога на этом этапе: помочь обучающемуся сформулировать и проговорить вслух то, чем он обеспокоен, какое место в его жизни занимает данная ситуация, как он к ней относится и почему именно сейчас, а не раньше потребовалось разрешение проблемы. Важность этой задачи базируется на данных психолого-педагогических исследований, из результатов которых следует, что самостоятельная вербализация постановки проблемы самим обучающимся служит гарантией более успешного ее разрешения, чем формулирование проблемы преподавателем. Необходимо получить согласие обучающегося на помощь ему в данной ситуации.

Следующий этап, поисковый, подразумевает как помощь и поддержку обучающемуся в определении цели предстоящего выбора, так и возможные в сложившейся ситуации способы достижения цели - выхода из проблемы.

Третьим этапом деятельности преподавателя является договорный этап, который заключается в проектировании действий преподавателя и студента. В соответствии с алгоритмом педагогической поддержки, данный прием развивает позиции поискового этапа в направлении решения проблемы ценностного выбора, в распределении действий на добровольной основе. Важно ориентировать обучающегося на способность преодолевать трудности, проектируя свои действия без посторонней помощи. Результатом этого является желание самостоятельно предпринимать усилия для решения своей проблемы нравственного самоопределения, что и есть важный результат педагогической работы.

Деятельностный этап подразумевает, что для обеспечения успеха преподавателю нужно поддерживать студента как морально-психологически, так и, если надо, прямо защищать его интересы и права, если это необходимо для обеспечения безопасности на пути самостоятельного действия.

Последний этап – рефлексивный предполагает совместное с обучающимся обсуждение успехов и неудач предыдущих этапов деятельности, установление фактов разрешимости или неразрешимости проблемы для ее переформулирования, осмысления новых целей. В ходе данного этапа могут открыться незамеченные раньше причины и обстоятельства, которые стоят на пути предполагаемого самоопределения. Рефлексивный этап может быть выделен в самостоятельный, но также может пронизывать всю деятельность поддержки.

Представленная структура преобразует роль преподавателя в оказании поддержки по развитию мотивации обучающихся к занятиям физической культуры. Вместе с этим она приближает студентов к новому пониманию смысла занятий физической культурой как средства укрепления здоровья и развития физических возможностей, а также как средства, благоприятствующие становлению нравственного здоровья личности.

Без сомнений, развитие мотивации к занятиям физической культурой и спортом – это достаточно сложный процесс. Требуется применять индивидуальный и общий подход к физическим умениям и подготовленности обучающихся, а также использовать на занятиях соревновательную деятельность, эстафеты, игровые виды спорта. Необходимо увеличивать количество секций по интересам среди студентов, создавая такие как: корректирующая гимнастика, плавание, легкая атлетика, а для этого нужно учитывать интересы учащихся, выявлять наиболее предпочитаемые ими виды физической активности.

Помимо практических занятий физической культурой в высших учебных заведениях ведутся теоретические занятия, на которых главное обратить внимание на развитие интереса у обучающихся к практическим упражнениям. Правильное совмещение активных форм и способов обучения помогает развитию образовательного интереса студентов как к освоению знаний и формированию умений, так и к практическим занятиям физической культурой и спортом.

Вышеперечисленные рекомендации позволят повысить уровень физического и психологического здоровья учащихся высших учебных заведений и усилить их мотивацию к занятиям физической культурой и спортом. В результате правильно спланированной работы по развитию мотивации у студентов, спорт и физическая культура станут основой, которая поможет студенческой молодежи успешно социализироваться и адаптироваться к условиям

жизни, а также к профессиональной деятельности и обеспечить себе высокую трудоспособность и творческую инициативность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мартын И.А.* Формирование мотивации к занятиям физической культурой и спортом у студенческой молодежи // *Universum: Психология и образование: электрон. научн. журн.* 2017. № 6(36). URL: <http://7universum.com/ru/psy/archive/item/4887> (дата обращения: 06.03.2019).

2. *Гончарук А.А.* Формирование мотивации к занятиям физической культурой и спортом у студентов // Молодежный научный форум: Гуманитарные науки: электр. сб. ст. по материалам XXXV студ. междунар. заочной науч.-практ. конф. - М.: «МЦНО». - 2016 - № 6(34)

УДК 372.862

Е. П. Погонщикова

ФГКВООУ ВО Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С. К. Тимошенко

ИНТЕГРАТИВНЫЙ КУРС В РАМКАХ ОБЩЕТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ

Аннотация: В статье рассматривается проблема разработки интегративной дисциплины «Основы механики и инженерной графики», реализуемой в рамках вариативной части математического и естественно-научного цикла подготовки курсантов в ВА РХБЗ. Показаны разнообразные проявления интегративного подхода при организации учебного процесса, создающие условия для формирования у курсантов профессиональных компетенций, соответствующих запросам реальной военно-профессиональной деятельности.

Ключевые слова: интегративный подход, межпредметная интеграция, инженерная графика, механика, общетехническая подготовка.

E. P. Pogonshchikova

INTEGRATED COURSE WITHIN THE FRAMEWORK OF PREPARATION COURSES

Abstract: the article deals with the problem of developing an integrative discipline "Fundamentals of Mechanics and Engineering Graphics", implemented in the variable part of the mathematical and natural science training cycle for students at the MA NBC. The various manifestations of the integrative approach in the organization of the educational process are shown, creating conditions for the formation of cadets with professional competencies that meet the requirements of real military professional activity.

Keywords: integrative approach, interdisciplinary integration, engineering schedule, mechanics, general technical training.

Становление военного специалиста с высоким профессиональным уровнем подготовки наиболее успешно реализуется при использовании в военном вузе комплексного интегративного подхода к образовательному процессу [1]. Построение учебных планов и программ в военном вузе с учетом межпредметных связей (межпредметной интеграции) позволяет осуществлять сквозную фундаментальную подготовку будущих военных специалистов (с учетом их профиля), согласовывать содержание изучаемых дисциплин. Игнорирование связей

между предметами приводит к дублированию материала, разобщенности усилий деятельности педагогов, а их реализация помогает курсантов понять взаимосвязи между дисциплинами, создать целостную картину процесса обучения. Обучение в военном вузе будет плодотворным, если его построить таким образом, чтобы результаты, полученные на одной ступени (фундаментальные, общематематические и естественнонаучные дисциплины), помогали на следующих ступенях (профессиональные и военно-профессиональные дисциплины) обучения и были востребованы в будущей профессиональной деятельности.

В данной работе приводится опыт разработки интегративного курса «Основы механики и инженерной графики», реализуемый в рамках общетехнической подготовки курсантов в Военной академии радиационной, химической и биологической защиты.

Сфера деятельности выпускников специальности 56.05.02 «Радиационная, химическая и биологическая защита» связана «с обеспечением эффективного управления подразделений и эксплуатацией вооружений и средств радиационной, химической и биологической защиты» [2]. Для обеспечения эффективной эксплуатации В и С РХБЗ курсанты ВА РХБЗ изучают устройство и эксплуатацию В и С в течении всего курса обучения при изучении дисциплин профессионального и военного-профессионального цикла.

Современная военная техника становится сложнее это требует подготовки технически грамотных специалистов. Это сложная многоступенчатая задача, решение которой начинается с первого курса, с освоения дисциплин математического и естественно-научного цикла, «Математики», «Физики», «Информатики», общетехнических дисциплин профессионального цикла «Начертательной геометрии. Инженерной графики», «Механики», «Метрологии, стандартизации и сертификации», «Автомобильной подготовки» и др.

Первоначально дисциплина «Начертательная геометрия. Инженерная графика» относилась к базовой части профессионального цикла. На неё было предусмотрено 90 часов в 1 и 2 семестрах 1 курса, из них 60 часов с преподавателем. В результате изучения дисциплины курсанты «должны быть способны читать чертежи при освоении изучаемых и перспективных образцов вооружения боевой и другой техники, выполнять (оформить) технические чертежи, схемы и боевые графические документы в соответствии с действующими стандартами, нормами и правилами». Данная дисциплина содержала два раздела: начертательная геометрия (теории построения проекционного чертежа) и инженерная графика (основы разработки конструкторской документации).

Дисциплина «Механика» также относилась к базовой части профессионального цикла. Учебным планом было предусмотрено 90 часов на изучение дисциплины во втором семестре 1 курса обучения, из них 60 часов с преподавателем. В результате изучения дисциплины курсанты «должны быть способны читать чертежи при освоении изучаемых и перспективных образцов вооружения боевой и другой техники, выполнять (оформить) технические чертежи, схемы и боевые графические документы в соответствии с действующими стандартами, нормами и правилами». «Механика» содержала три раздела (модуля): теоретическая механика, сопротивление материалов, детали машин [3]. Теоретическая механика, предназначенная для теоретической подготовки курсантов к изучению следующих разделов курса, – наука об общих законах механического движения и взаимодействия материальных тел. Сопротивление материалов – раздел механики твердого недеформируемого тела, изучающий методы инженерных расчетов элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при удовлетворении требований работоспособности и экономичности. Детали машин – раздел механики направлен на изучение узлов и деталей машин общего назначения, например, механических передач, именно в этом разделе сделан был акцент на устройстве механизмов и машин РХБЗ. Здесь же отметим, что завершающим этапом изучения дисциплины являлась курсовая работа, посвященная проектированию одного из базовых механизмов военной автомобильной техники.

В соответствии с требованиями ФГОС специальности 56.05.02 «Радиационная, химическая и биологическая защита» был разработан новый учебный план, в котором произошло сокращении часов и объединении двух дисциплин «Начертательная геометрия. Инженерная

графика» и «Механика» в рамках одной дисциплины «Основы механики и инженерной графики». Учебным планом предусмотрено на изучение данной дисциплины 72 часа в 1 и 2 семестрах 1 курса, из них 48 часов с преподавателем. Данная дисциплина отнесена к дисциплинам вариативной части математического и естественно-научного цикла. В результате изучения дисциплины курсанты «должны быть способны читать чертежи при освоении изучаемых и перспективных образцов вооружения боевой и другой техники, выполнять (оформить) технические чертежи, схемы и боевые графические документы в соответствии с действующими стандартами, нормами и правилами».

Первоначально был предложен первый вариант изучения дисциплины: каждая из дисциплин была оформлена в виде отдельного раздела (модуля) с сохранением ключевых тем и расчетно-графических работ, соответственно с уменьшением времени на изучения тем и выполнения РГР. При этом логическая последовательность изучения дисциплин была нарушена: модуль «Инженерная графика» следовал за модулем «Механика», часть тем дублировали друг друга, количество часов на выполнение достаточно трудоемких РГР по инженерной графике было сокращено.

Следующий вариант, стал результатом интегративного подхода к процессу обучения общетехническим дисциплинам и дисциплинам профессионального и военно-профессионального цикла. Для того что бы понять какой материал и в каком объеме нужно дать курсантам в рамках курса «ОМ и ИГ», был выполнен анализ: квалификационных требований, учебного плана специальности 56.05.02, рабочих программ профессионально и военно-профессионального цикла, технической учебной литературы, используемой в процессе обучения. Результатом анализа стал вывод о том, что В и С РХБЗ изучаемые курсантами в процессе обучения в ВА РХБЗ содержат, так называемые, детали машин общего назначения (механические передачи, соединения деталей машин, детали и узлы механических передач) поэтому они становятся предметом изучения курса. То есть основой курса становится раздел механики – детали машин, который дополняется темами из инженерной графики, теоретической механики и сопротивления материалов.

Таким образом, сформулируем следующие задачи курса «ОМ и ИГ»:

- дать курсантам принципы работы механических передач В и С РХБЗ и основные способы повышения их надежности;
- дать курсантам принципы выполнения, оформления и чтения эскизов и чертежей деталей машин, сборочных чертежей механических передач в соответствии со стандартами ЕСКД.

Курс начинается с вводной лекции и практических занятий по инженерной графике «Раздел I. Выполнение чертежей в соответствии со стандартами ЕСКД». Здесь кратко формулируются требования к оформлению чертежей в соответствии со стандартами ЕСКД, даются основы проекционного черчения. На практических занятиях и во время самостоятельной работы курсанты выполняют чертеж детали в ортогональных и аксонометрических проекциях (РГР № 1).

Учитывая отсутствие у большинства курсантов навыков черчения весь материал изложен с максимальной наглядностью. В презентацию лекции включены наглядные изображения (аксонометрические проекции) деталей, поясняющие основные понятия проекционного черчения. В презентацию к практическому занятию включен видеоролик, иллюстрирующий процесс получения ортогональных проекций деталей, создана база 3d моделей в графическом редакторе КОМПАСС-3D по индивидуальным заданиям РГР № 1.

Во втором и третьем разделах курса темы по механике (по деталям машин) дополняются темами по инженерной графике. В части курса «Раздел II. Механические передачи» курсанты изучают принципы работы механических передач, выполняют эскизы зубчатых колес в лабораторной работе № 1, в лабораторной работе № 2 рассчитывают кинематические и силовые параметры коробки передач и мультипликатора одного и образцов военной техники, выполняют сборочный чертеж зубчатой передачи в РГР № 2. Для усиления военно-

прикладной направленности курса курсантам демонстрируются сборочные чертежи узлов и механизмов военной техники, в которых используются механические передачи.

В части курса «Раздел III. Детали и узлы механических передач» курсанты продолжают изучать основные виды соединений деталей машин, в частности, резьбовые соединения, выполняют сборочные чертежи болтового и трубного соединения (РГР № 3). Для усиления военно-прикладной направленности курса курсантам демонстрируются фотографии сборочных узлов военной техники, в которой применена метрическая и трубная резьба.

В этом же разделе курсанты изучают детали и узлы механических передач (валы и оси, подшипники качения). Кроме обзорной лекции по деталям и узлам механических передач курсантам дается краткая информация по основным положениям статики (теоретическая механика) и сопротивлению материалов в привязке к конкретным деталям машин. То есть в лекции по сопротивлению материалов приводятся примеры типовых соединений деталей машин и деталей машин с основными видами деформации, которые они испытывают в процессе эксплуатации. На практических занятиях и при выполнении РГР № 4 курсанты знакомятся с методикой расчета на прочность соединений деталей машин (заклепочных, резьбовых и шпоночных соединений), методикой расчет на прочность промежуточного вала мультипликатора при совместном действии деформаций изгиба и кручения. В лабораторной работе № 3 изучают устройство и назначения подшипников качения, выполняют эскизы предложенных образцов.

Отметим, что с целью усиления наглядности и повышения военно-прикладной направленности курс «ОМ и ИГ» дополнен лабораторными работами по механике. Для постановки лабораторных работ была расширена материально-техническая база кафедры, привезены комплекты зубчатых колес, подшипников качения, используемых в В и С РХБЗ, закуплены штангенциркули, рейсшины, калькуляторы, разработаны учебное пособие «Механика. Лабораторный практикум» и плакаты по деталям машин.

В заключении отметим, данная модель интегрированного курса используется при проведении педагогического эксперимента. Тема эксперимента формулируется следующим образом: «Внедрение в учебный процесс методики по оптимизации процесса изучения общетехнической дисциплины “Основы механики и инженерной графики”». Целью педагогического эксперимента является «создание и апробация новых учебно-методических материалов, решающих задачи оптимизации структуры и содержания учебной дисциплины, а также повышения наглядности и усиления военно-прикладной направленности курса». Гипотеза эксперимента основана на предположении о том, что качество общетехнической подготовки курсантов военного вуза повысится, если обучение организовать с использованием интегративного курса «Основы механики инженерной графики», реализация которого будет осуществляться посредством применения специально разработанного для этого учебно-методического комплекса. В соответствии с поставленной целью определены задачи эксперимента:

1. Разработать и обосновать методику проведения лекционных, практических лабораторных занятий с учетом структурных изменений и внедрения активных методов обучения.
2. Внедрить данную методику в процесс обучения (лекционные, практические и лабораторные занятия, организация самостоятельной работы курсантов).
3. Выявить критерии оценки, показатели эффективности внесенных изменений и предложений.
4. Провести сравнительный анализ на основе промежуточных и итоговых результатов эксперимента.

Результаты педагогического эксперимента, проводимого в настоящее время в рамках учебного процесса, будут обобщены и проанализированы, на основе их будут выданы практические рекомендации по дальнейшему использованию данной методики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биркун Н. И. Реализация межпредметных связей при изучении общепрофессиональных дисциплин в военном вузе : автореф. дис. ... канд. пед. наук. : 13.00.08 – Орел, 2007.
2. Официальный сайт Министерства обороны РФ [Электронный ресурс]. – URL: <http://vuz.mil.ru/Perechen-specialnostei> (дата обращения 03.03.2019).
3. Шутова А. Г., Погонщикова Е. П. Формирование профессиональных компетенций и навыков в процессе изучения дисциплины «Механика» при подготовке офицеров войск РХБЗ / Вестник военного образования. – 2016. – №3. – С.36-41.

УДК 371.035.6

Т. А. Самолыга

ФГКВООУ ВО Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С. К. Тимошенко

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ КУРСАНТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В ВОЕННОМ ВУЗЕ

Аннотация: В статье анализируются вопросы содержания иноязычной подготовки будущих офицеров, эффективность которой достигается средствами организации самостоятельной работы. Автор рассматривает особенности организации самостоятельной работы по иностранному языку в военном вузе, с учетом особенностей военной подготовки, с опорой на внутренние ресурсы курсантов, такие как самоконтроль, самооценка, самоорганизация, которые служат способом координации аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы курсантов.

Ключевые слова: иноязычная подготовка, самостоятельная работа, организация самостоятельной работы, самоконтроль, самооценка, самоорганизация.

ORGANIZATION OF CADETS' INDEPENDENT WORK WHILE LEARNING A FOREIGN LANGUAGE AT A HIGHER MILITARY EDUCATIONAL ESTABLISHMENT

Abstract: The article analyzes the questions of the content of the future officers' foreign language training, the effectiveness of which is achieved by means of organizing independent work. The author deals with specific aspects of independent work organization on a foreign language at a military higher educational establishment, taking into account the specifics of military training, relying on the internal resources of cadets, such as self-monitoring, self-evaluation, self-organization, which serve as a method for coordinating the classroom and extracurricular independent work of cadets.

Keywords: foreign language training, independent work, independent work organization, self-control, self-assessment, self-organization.

Военное образование всегда отличалось особым вниманием к самоподготовке и самостоятельной работе, организуемой под руководством педагогического коллектива. В военном вузе самостоятельная подготовка является обязательным видом учебной деятельности и организуется командирами подразделений курсантов, обеспечивается и контролируется кафедрами.

Подготовка военных специалистов со знанием иностранных языков и поддержание их квалификации на соответствующем уровне в любом государстве с хорошо развитой военной инфраструктурой является неотъемлемой составляющей военного образования. Иностранный язык обладает рядом особенностей, которые могут быть востребованы в ходе военной,

военно-специальной и военно-технической подготовки офицера. К числу таких особенностей в первую очередь следует отнести практически-ориентированные функциональные свойства иностранного языка, которые обеспечивают формирование профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции как важной составляющей общей профессиональной культуры офицера [1, с. 460].

Иноязычная информация, которая активно внедряется в профессиональную, научную, повседневную жизнь будущего офицера побуждают его к постоянному, самостоятельному повышению уровня владения иностранным языком. Следовательно, **проблема** организации самостоятельной работы курсантов при обучении иностранному языку приобретает особую актуальность.

Изучение проблемы самостоятельной работы обучающихся в различных ее аспектах представлено в трудах ученых психологов и педагогов (Ю. К. Бабанский, В. Граф, М. А. Данилов, Б. П. Есипов, И. И. Ильясов, И. А. Зимняя, А. А. Кирсанов, Г. М. Коджаспирова, А. С. Лында, В. Я. Ляудис, А. И. Нильсон, И. Т. Огородников, П. И. Пидкасистый, С. И. Самыгин, С. Д. Смирнов). Понятие самостоятельной работы трактуется неоднозначно.

По определению И. А. Зимней самостоятельная работа представляется как «целенаправленная, внутренне мотивированная структурированная самим объектом в совокупности выполняемых действий и корригируемая им по процессу и результату деятельность. Ее выполнение требует достаточно высокого уровня самосознания, рефлексивности, самодисциплины, личной ответственности, доставляет обучаемому удовлетворение как процесс самосовершенствования и самопознания» [2, с. 82].

Различные трактовки зависят, прежде всего, от того, какое содержание вкладывается в понятие «самостоятельный». В педагогике самостоятельность трактуется как одно из свойств личности, характеризующееся двумя факторами. Первый фактор включает в себя совокупность средств – знаний, умений, навыков, которыми обладает обучающийся. Вторым фактором – отношение обучающегося к процессу деятельности, ее результат и условия осуществления, а также складывающиеся в процессе деятельности связи с другими людьми.

Таким образом, сущность самостоятельной работы раскрывается учеными-педагогами через описание либо путей руководства ее выполнением, либо форм организации учебных занятий. В силу этого, самостоятельная работа одними авторами определяется как метод обучения; другими – как прием учения; третьими – как форма организации деятельности обучающихся.

В настоящее время рассматриваемые подходы характеризуют как внешнюю обусловленность самостоятельной работы (управление, педагогическое руководство, система учебных задач, дидактические средства), так и внутреннюю сущность субъектной деятельности обучающегося в процессе самостоятельного поиска (мотивы, творческий характер, содержание и способы деятельности, ее самоуправление).

Под самостоятельной работой мы понимаем вид учебной деятельности, предполагающий решение конкретной учебной задачи или проблемы самим обучающимся во всех структурных компонентах - от постановки задачи (проблемы) до осуществления контроля, самоконтроля и коррекции процесса и результата - с переходом от простейших видов работы к более сложным, носящим поисковый характер.

Самостоятельную работу курсантов характеризуют ряд особенностей, а именно: выполнение самостоятельной работы без непосредственной помощи преподавателя (в часы самостоятельной подготовки), опора на собственные знания, умения, жизненный опыт, мировоззрение, проявление инициативы и творчества, а также воспитание воли и целеустремленности курсанта, вызванные содержанием самостоятельной работы.

Работая самостоятельно, курсанты не только прочно и глубоко усваивают предметный учебный материал, но и развивают навыки исследовательской и профессиональной деятельности, способность принимать ответственные и конструктивные решения в различных ситуациях.

Процесс управления самостоятельной работой курсантов при обучении иностранному языку должен обеспечивать реализацию образовательной, воспитательной, развивающей функций самостоятельной работы, как на занятиях, так и в часы самоподготовки и осуществляется с учетом дидактических принципов, отражающих специфику данного направления деятельности в военном вузе:

1. Дифференцированный подход к обучающимся с соблюдением посильности учебных заданий.
2. Планомерное возрастание интеллектуальных нагрузок и последовательный переход к более неточным и неполным указаниям по выполнению самостоятельной работы;
3. Постепенное отдаление преподавателя и занятие им позиции пассивного наблюдателя за процессом;
4. Переход от контроля преподавателя к самоконтролю.

Контроль ставит курсантов перед необходимостью своевременно предоставлять результаты самостоятельной работы преподавателю. Результаты самостоятельной работы выражаются в подготовке и сдаче рефератов, зачетов, экзаменов, выполнении тестовых заданий в процессе текущего контроля. Предметом контроля, характеристикой результата выступают объём и степень правильности выполнения заданий, решения задач, качество подготовленного сообщения, доклада, реферата, а также степень трудоёмкости и затраченное время. Важной составляющей данного компонента является самоконтроль и самооценка результатов самостоятельной работы самим курсантом. Самоконтроль позволяет ставить цели и задачи обучения, управлять процессом собственного образования. Самостоятельная работа будет осуществляться курсантами на совершенно ином уровне, если она находится в связи с мотивами приобретения дополнительных знаний по иностранному языку, мотивом изучения дополнительной иноязычной литературы по специальности, мотивом самореализации. В организации самостоятельной работы курсантов при обучении иностранному языку самооценка рассматривается как один из компонентов, обеспечивающих ее эффективность. Таким образом, мотивация, самоконтроль, самооценка и представляют собой внутренний контур самостоятельной работы, предназначенный для координации аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы курсантов [3].

В военной академии РХБЗ программа обучения иностранному языку предполагает его изучение с первого по четвертый курсы. Обучение строится с учетом преемственности, предусматривает возможность реализации междисциплинарных связей, сформированных у курсантов на данном этапе при изучении других дисциплин. Основными видами учебных занятий являются практические занятия и контрольные работы. Закрепление и наращивание знаний курсантов осуществляется во время самостоятельной работы, обязательного выполнения курсантами заданий по внеаудиторному практикуму, консультаций преподавателей и внеаудиторных занятий под руководством преподавателя. В ходе самостоятельной работы курсанты закрепляют и углубляют полученные знания и навыки, выполняют задания по внеаудиторному практикуму и готовятся к предстоящим занятиям, зачетам и экзамену. Внеаудиторный практикум (самостоятельное чтение аутентичных текстов разнообразной тематики в установленном преподавателем объеме, выполнение заданий к текстам, составление словаря незнакомой лексики по прочитанным текстам, отчет преподавателю о проделанной работе в форме, установленной преподавателем, разработка научных докладов, сообщений с использованием знаний иностранного языка; выступления на конференциях, заседаниях военно-научных кружков; участие в олимпиадах по иностранному языку) считается обязательным компонентом обучения иностранному языку с целью формирования навыков самостоятельной работы с текстами, монологической речи и расширения лексического запаса обучаемых. Курсанты выполняют задания по внеаудиторному практикуму в течение восьми семестров обучения в академии.

Организация процесса самостоятельной работы курсантов в процессе обучения иностранному языку на современном этапе является обязательной частью учебного плана и од-

ной из важнейших составляющих учебного процесса, результатом которой является развитие предметных знаний, умений и навыков, рассматриваемой как интегральную характеристику готовности к решению задач. Самостоятельная работа должна быть осознана как свободная по выбору, внутренне мотивированная деятельность. Она предполагает выполнение целого ряда входящих в неё действий: осознания цели своей деятельности, принятия учебной задачи, придания ей личностного смысла, подчинения выполнению этой задачи других интересов и форм занятости, самоорганизацию в распределении учебных действий во времени, самоконтроль в процессе их выполнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайловский, В.Г. Военная дидактика: учебник. – 2-е изд., перераб. / под общей ред. В.Г. Михайловского. – М.: ИД «Куприянова», 2010. – 503 с.
2. Зимняя, И.А. Психология обучения иностранным языкам в школе / И.А. Зимняя. – М.: Просвещение, 1991. – 222 с.
3. Москотина, О.В. Особенности организации самостоятельной работы курсантов при обучении иностранному языку в инновационных условиях построения учебного процесса / Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6.

УДК 371.129

И. А. Самольга

ФГКВОУ ВО Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С. К. Тимошенко

РОЛЬ ЛИЧНОСТИ ВОСПИТАТЕЛЯ В СТАНОВЛЕНИИ БУДУЩИХ ОФИЦЕРОВ РУССКОЙ АРМИИ

Аннотация: Автор статьи обращается к проблеме подготовки и воспитания современного офицера. В статье дан краткий анализ требований к личности офицера-воспитателя будущих офицеров в дореволюционной России. Делается вывод о необходимости тщательного подбора офицеров в курсантские подразделения в современных условиях.

Ключевые слова: офицер, курсант, воспитание, требования, история, опыт, личность.

I. A. Samolyga

THE ROLE OF THE PERSONALITY OF THE TEACHER IN THE FORMATION OF FUTURE OFFICERS OF THE RUSSIAN ARMY

Abstract: The author of the article addresses the problem of training and education of a modern officer. The article provides a brief analysis of the requirements for the identity of the officer-educator of future officers in pre-revolutionary Russia. The conclusion is made about the necessity for careful selection of officers to cadet units in modern conditions.

Keywords: officer, cadet, education, requirements, history, experience, personality.

Говоря о системе современного образования, необходимо отметить, что одной из важнейших тенденций его развития является гуманизация и гуманитаризация. В то же время система военного образования подчинена строгой вертикали управления. В настоящее время в Вооруженных силах идет формирование военно-политических органов и системы военно-политической работы. В этой связи хотелось бы обратиться к историческому опыту воспита-

ния будущих офицеров в нашей стране. Наверное, каждый офицер, даже прослужив в армии и 20, и 30, и более лет помнит своего командира, офицера-воспитателя. Генерал-лейтенант А.И. Деникин в своей автобиографической книге «Путь русского офицера» так вспоминает о своих командирах: - «Юнкера отлично разбирались в характере своих начальников, подмечали их слабости, наделяли их меткими прозвищами, поддевали в песне, слегка вуалируя личности. Про одних с похвалой, про других злобно и обличительно» [3, с. 53-54].

Становление русского офицерского корпуса связано с правлением императора Петра I. После «Нарвской кофузии» Петр I принял решение о создании русского офицерского корпуса. Для этого стали создаваться военные школы. Так, в 1700 г. при бомбардирской роте Преображенского полка была учреждена первая военная школа. В январе 1701 г. в г. Москве основана Школа математических и навигацких наук, которые и стали первыми учебными заведениями готовившими дворян к офицерской службе.

Дальнейшее становление русского офицерского корпуса связано с правлением императрицы Екатерины II и созданием кадетских корпусов. 11 сентября 1766 г. императрица Екатерина II утвердила Устав Императорского шляхетского сухопутного кадетского корпуса. В Уставе четко расписывались обязанности, и что самое важное, требования к личности воспитателей кадет, от генерал-директора до унтер-офицеров и капралов. В Уставе оговаривались так же и требования к гражданским профессорам и преподавателям. Более того их должности назывались, например, не просто «профессор», а «профессор-воспитатель».

Надо отметить, что в кадетском корпусе обучались дворяне, как для военной, так и для гражданской службы. Обучение в корпусе проходило с 5-6 до 21 года. Все обучаемые были разделены на пять возрастов. Первый от 5-6 до 9 лет, второй от 9 до 12 лет, третий от 12 до 15, четвертый от 15 до 18, пятый от 18 до 21. Причем воспитанием кадет первого возраста занимались воспитательницы – женщины, второго и третьего возрастов воспитатели-мужчины, а четвертого и пятого, готовившихся к военной службе - офицеры.

В документах XVIII в. мы находим требования к личности и опыту военной службы воспитателя будущих офицеров. При этом большое внимание уделялось, как военному опыту, так и, что очень важно, нравственному облику офицера-воспитателя. Им надлежит знать военное дело опытами нескольких компаний, при том быть учтивым, ласковым и благонравным [2, с. 438]. Уже в то время большое внимание уделялось личной примерности офицера, и осознанию того, что молодые люди прежде всего берут пример со своего командира, а не всегда руководствуются писаными правилами. И в сложных ситуациях поступают так, как поступал их командир-воспитатель. Все зависит от избрания главного и под ним начальствующих, также *Офицеров* и *Учителей*, ибо известно что от самой юности нашей имеем мы врожденное в нас свойство *подражания* [2, с. 438].

Исходя из этих требований, были определены требования ко всем должностным лицам Корпуса. Генерал-Директор долженствует быть человек искусный как в воинских делах, так и в правилах, к гражданскому житию принадлежащих. Поведение его и нравы должны служить образцом всему обществу Корпуса [2, с. 434]. При генерал-директоре корпуса вводилась должность Цензора. Но не цензора в современном представлении. Скорее его обязанности можно сравнить с обязанностями заместителя по воспитательной работе. Он внушает добродетель благородному юношеству, смотрит со вниманием, как воспитывают, как обучают питомцев, как себя ведут приставники, учителя и все чины, к сему обществу принадлежащие. С кроткостью и учувством и любовью надлежит ему поступать со всеми, а особливо с питомцами, стараться приводить и прочих к таковым же поступкам, дабы все единодушно содействовали самому лучшему воспитанию [2, с. 420].

Говоря о требованиях к офицерам корпуса, можно отметить, что они тоже четко определялись Уставом. Как должность подполковника (командира батальона), кроме прочего предполагала наличие опыта участия в боевых действиях. Подполковнику надо быть одарену отличными достоинствами, нравом кротким, учтивым и приятным, всем его поступкам надо быть подражания достойным. Сей Штаб-Офицер должен быть сведующий воинских науках

и, имевши случаи показать их на деле, управлять кадетами и Офицерами так, дабы приметно было, что дисциплина и порядок во всем, даже в служителях, строго соблюдается [2, с. 424-425].

Капитаны (командиры рот) Шляхетного Корпуса сугубым одолжаются упражнением в рассуждении воспитываемых ими кадетов; первое, обучать кадетов всем частям воинского искусства, присовокупляя к этому знаки благородного воспитания и такие нравы, кои составляют человека благородного и лучше еще воспитанного [2, с. 425].

Поручикам и подпоручикам предписывалось: не отлучаться им на малое время от своих питомцев, жить подле них, довольствоваться с ними за одним столом; словом ответственность за их поведение, воспитание и нравы, подавать им примеры чести и тех мыслей, кои к истинной ведут добродетели [2, с. 425].

С особым вниманием подходили в Корпусе и к выбору гражданских преподавателей. Профессоров к воспитанию и наставлению кадетов с великим рассмотрением определять надлежит. Они должны сверх назначенных кадетам наук показывать опыт всех прочих знаний, кои потребны к такому воспитанию и обучению... [2, с. 426]. Были свои требования и к воспитательницам кадет младшего возраста, их моральному облику. Их должность так важна, что всякое время определять в оную должность с прилежным рассмотрением их нравов; надлежит непрестанно смотреть им за молодыми Дворянами и не отлучаться от них ни днем, ни ночью. Поступать со своими питомцами, наставлять и обучать их со всякою ласковостью, терпением и любовью; и сие им особенно подтверждается [2, с. 422].

К сожалению, в действующих на сегодняшний день нормативных документах по военному образованию нет четких требований к личности воспитателя будущих офицеров. Однако эти требования мы можем найти в педагогической литературе. Особенно велика в процессе воспитания курсантов и слушателей роль офицера-воспитателя, которая объясняется не только его постоянной близостью к людям, знанием их проблем и участием в решении повседневных нужд и забот, но и тем немаловажным обстоятельством, что именно в подразделении курсанты и слушатели могут получить до 45-50% необходимых практических умений и навыков... Исходя из этого, требуется самое серьезное внимание процессу подбора офицеров на должности курсовых офицеров (начальников курсов) офицеров-воспитателей [4, с. 215].

По мнению О.Ю. Ефремова, педагогическая культура офицера имеет сложную структуру и включает: общую и профессиональную эрудицию; высокий уровень психолого-педагогических знаний; педагогическую направленность; культуру познавательной деятельности; культуру педагогического мышления; культуру речи; культуру педагогических чувств, культуру педагогически направленного общения и поведения; профессионально-этическую культуру; культуру внешнего вида; культуру рабочего места; педагогическое мастерство [1, с. 419]. Формированию этих качеств у будущего офицера призвано изучение курсантами социально-экономических дисциплин, и воспитывающая среда военного вуза, ключевая роль в которой принадлежит именно офицерам – командирам-воспитателям.

Таким образом, исторический опыт, и мнения современных ученых педагогов свидетельствуют, о том, что именно от личности воспитателя будущих офицеров во многом зависит качество подготовки курсантов военного вуза, умение «найти себя» в коллективе офицеров в войсках, их моральный облик и готовность к выполнению своих служебных обязанностей, особенно в воспитании подчиненного личного состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ефремов, О.Ю.* Военная педагогика. Учебник для вузов / под ред. О.Ю. Ефремова. – СПб.: Питер, 2015. 640 с.: ил.
2. *Данченко, В.Г., Калашников, Г.В.* Кадетский корпус. Школа русской военной элиты / В.Г. Данченко, Г.В. Калашников. – М.: ЗАО Центрполиграф, 2007. – 463 с.
3. *Деникин, А.И.* Путь русского офицера / А.И. Деникин. – М.: Вече, 2014. – 320 с.: ил.

4. Теория и практика воспитания военнослужащих: Учебное пособие. – М.: 12ЦТ МО РФ, 2005. 340с.

УДК 378.147.227

Г. Г. Первышина¹, С. П. Бояринова²

¹ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет

²ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА «ШЕСТИ ШЛЯП МЫШЛЕНИЯ» Э. ДЕ БОНО ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЯ»

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы внедрения технологии критического мышления на занятиях по курсу «Экология» в образовательных организациях высшего образования. Представлена методическая разработка занятия с использованием метода «Шести шляп мышления» Эдуарда де Боно, реализуемого в ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет и ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России при проведении практического (семинарского) занятия по дисциплине «Экология».

Ключевые слова: технология развития критического мышления, метод «Шесть шляп мышления», экология.

G. G. Pervyshina, S. P. Boyarinova

THE USE OF THE SIX HAT OF THINKING METHOD E. DE BONO AT THE ORGANIZATION OF THE PRACTICAL CLASSES OF TRAINING HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS BY THE SUBJECT ECOLOGY

Abstract: The article deals with the introduction of critical thinking technology in the classroom on the course «Ecology» in educational institutions of higher education. Presented methodological development of classes using the method of the Six Hats of Thinking by Edward de Bono, implemented at Siberian Federal University and Siberian Fire and Emergency Academy of the Emergency Russian Ministry of Emergency Situations during the practical (seminar) lesson on the subject «Ecology».

Keywords: critical thinking technology, the method of «Six hats», ecology.

Федеральные государственные общеобразовательные стандарты высшего профессионального образования (ФГОС ВО) третьего поколения (в том числе 3+ и 3++) предусматривают реализацию учебных занятий не только в традиционных, но и в интерактивных формах. При этом, наличие интерактивных занятий определяется как основной образовательной программой, так и содержанием конкретных дисциплин [1,2].

Анализ рабочих программ дисциплины «Экология», реализуемых в ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» для направления подготовки 43.03.03 – Гостиничное дело, 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания и «Экология и мониторинг окружающей среды» ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России для направления подготовки 20.03.01 - Техносферная безопасность показал неплохую сопоставимость в рамках тематического плана занятий разделов, посвященных основам рационального природопользования (табл.1). Как видно из представленных в таблице данных, объем практических занятий, посвященных основным принципам рационального природопользования, составляет в ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет 4 ака-

демитических часа (2 занятия), в ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России 6 академических часов (3 занятия), что позволяет проведение как минимум одного занятия, посвященного проблеме утилизации бытовых отходов, в виде интерактивной формы с использованием группового обсуждения [3].

Цель данной работы: разработка и внедрение интерактивных методов обучения - метода «Шести шляп мышления» Эдуарда де Боно при проведении практических занятия по теме «Основы рационального природопользования»

Таблица 1. Тематический план занятий

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час),
			Семинары и/или практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или практикумы (акад. час)	
ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет					
3.	Основные принципы рационального природопользования	0,28 (10)	0,11(4)		0,5(18)
ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России					
2.	Экологические основы рационального природопользования	0,17 (6)	0,17 (6)		0,5 (18)

Выбор данного метода обусловлен тем, что он представляет собой один из простых и практичных способов получения навыков практического мышления для объективного восприятия информации, ее понимания и анализа [4,5], что способствует формированию особого стиля мышления, который характеризуется как пониманием многозначности точек зрения, так и гибкостью, рефлексивностью, открытостью [6].

Тема занятия «Основные принципы рационального природопользования: бытовые отходы».

Цель занятия: закрепление курсантами и студентами знаний, полученных на лекциях дисциплины «Экология» (Раздел: «Основные принципы рационального природопользования») с использованием интерактивных форм обучения.

Условие: информация о Распоряжение Администрации г. Красноярск от 17 сентября 2012 г. № 36-соц. «Организация раздельного накопления отходов в муниципальных учреждениях социальной сферы города Красноярск».

Задача: выбор варианта решения рассматриваемой проблемы, выработка своего собственного решения.

Описание сложившейся ситуации. Информация об экологической программе Солонгорского района Московской области, реализуемой совместно с компанией «Coca Cola Hellenic» (презентация – 13 слайдов).

Методические указания по проведению занятия: Работа над решением задачи рассчитана на два академических часа.

При реализации занятия по данной теме нами были использованы различные педагогические методы. В каждом высшем учебном заведении был произведен отбор двух групп обучающихся: контрольная (проведение занятия с использованием метода проблемного обучения «круглый стол») и экспериментальная, количество обучающихся в группе варьировалось от 15 до 20 человек. Реализация занятия с использованием метода «Шесть шляп мышления» Эдуарда де Боно представлена в таблице 2.

Ход обсуждения и принятия решения осуществляет в ходе работы преподавателя, который играет роль ведущего. Он же может предложить сменить шляпу. В конце занятия осуществляет разбор и оценку работы группы. Стадия рефлексии осуществлялась в виде тестового контроля на следующем занятии.

**Таблица 2. Организация практического занятия с использованием метода
«Шести шляп мышления» Эдуарда де БОНО**

Тип «шляпы» по Э.де Боно	Инструменты, предлагаемые для работы в подгруппе	Задание, выдаваемое подгруппе
Синяя	-	Определяем цель и предмет обсуждения. Чего мы хотим достичь? О чем мы думаем? Какова наша цель? Оговаривается последовательность шляп. Каждый высказывает свои предложения и мнения, а по окончании преподаватель принимает решение
Белая	Ментальная карта	Рассмотреть «сухие данные», связанные с образованием отходов производства и потребления, а также их использованием и обезвреживанием на примере Красноярского края (при наличии в группе ребят из других регионов можно предложить подобрать цифры для сравнения, например Красноярского края и республики Хакасия). Рекомендуемый материал: http://krasstat.gks.ru/ В рамках работы в «белой шляпе» предложить обучающимся ответить на вопросы: Что мы знаем об утилизации отходов? Что нам нужно знать? Чего не хватает? Какие вопросы следует задать? Где и как можно получить необходимую информацию? Задача каждого участника – приложить максимум усилий по полномасштабному изучению предмета обсуждения. <u>Примечание:</u> возможно выполнение данной части работы как домашнего задания, с подготовкой презентации и выступлением на аудиторном занятии. В ходе доклада участник рассказывает, что ему удалось выяснить, и какая информация ему еще нужна
Красная	Ментальная карта	Ознакомиться с материалами, представленными на сайте http://www.solidwaste.ru/publ.html (если длительность занятия 2 часа, то можно предложить знакомство только с двумя материалами: http://www.solidwaste.ru/publ/view/614.html , http://www.solidwaste.ru/publ/view/118.html) Высказать опасения, связанные с существующими методами утилизации промышленных бытовых отходов, подвергнуть сомнению актуальность имеющихся путей решения данной проблемы. Можно попросить обучающихся отследить изменения собственного эмоционального состояния при знакомстве с публикациями по теме, отметить, с какими именно публикациями связана та или другая эмоция? Почему?
Черная	Анализ	Необходимо предложить обучающимся проанализировать трудные, неясные, проблематичные, негативные стороны проблемы, проанализировать их причины (можно предложить выполнение данного задания на примере продемонстрированной в начале занятия презентации) При этом участники должны ответить на вопросы: Соответствует ли это нашим ценностям? Нашим ресурсам? Стратегиям и целям? Нашим возможностям?
Желтая	Анализ	Рассмотрите позитивные стороны проблемы, аргументируйте, почему они являются позитивными. Ищем ценное и полезное в решении рассматриваемой проблемы. При этом необходимо сосредоточиться на пояснение высказанных положений (можно предложить выполнение данного задания на примере продемонстрированной в начале занятия презентации)
Зеленая	Мозговой штурм	Задайтесь вопросами: «Как можно решить проблему утилизации отходов производства и потребления, какие методы можно использовать в этой ситуации?», «Что можно было бы сделать иначе, почему и как именно?», «Как можно было бы усовершенствовать пути решения проблемы?» и др. Основное направление - найти новые грани в решении рассматриваемой проблемы и ответить на вопросы: Что предпринять? Какие еще есть варианты?
Синяя	Топ	Подводятся итоги обсуждения, резюмируют сказанное, делают выводы, принимают решение о дальнейших действиях. Чего мы достигли? Председательствующий подводит итог работы группы – к чему мы стремились и чего достигли?

Использование такого формата интерактивного метода обучения, как метод «Шести шляп мышления» Эдуарда де Боно способствует развитию у обучающихся таких способностей, как формулирование своих идей, способности выслушивать и вникать в идеи товарищей, обучающихся в рамках группы, осуществлять аргументированную критику не только чужих, но и своих идей. При этом организация процесса обучения, с использованием рассмотренного метода, в большей степени направлена на творческое восприятие проблемы, развитие творческого воображения, способность усовершенствования идеи и созданию объективных предпосылок для развития креативности у обучающихся.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 43.03.03 Гостиничное дело. Утвержден приказом Минобрнауки России от 08 июня 2017 г., №515 - URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/430303_B_3_30062017.pdf (дата обращения: 6.03.2019).
2. ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность. Утвержден приказом Минобрнауки России от 21 марта 2016 г., № 41872 www.fgosvo.ru (дата обращения: 6.03.2019).
3. Дмитриева Е. Л., Тиняков О. А., Бурдастых Е. Н., Малышева Н. С. Применение интерактивных методов в образовательном процессе высшей школы // Ученые записки: электронный научный журнал Курского государственного университета. 2014. № 1 (29) URL: <http://scientific-notes.ru/pdf/034-029.pdf> (дата обращения: 6.03.2019).
4. Самсонова Т.А. Использование метода «Шести шляп мышления» Эдуарда де Боно на дополнительных занятиях по литературе в старших классах (на примере работы с произведением Э.-Э.Шмитта «Дети Ноя») // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2016. т.18. №2. С.35-40
5. Неделяева А.В., Ельцова О.В. К вопросу применения метода «Шести шляп мышления» технологии развития критического мышления при изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» // Вестник Мининского университета. 2016. №4
6. Ельцова О.В. Реализация компетентностного подхода в курсе дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» путем использования некоторых приемов технологии «Развитие критического мышления через чтение и письмо» // Вектор науки ТГУ. 2013. №4. С.225-227

УДК 37.043.2

Г. Б. Свидзинская

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

О ГЕНДЕРНЫХ РАЗЛИЧИЯХ В ОТНОШЕНИИ К ИЗУЧАЕМЫМ ПРЕДМЕТАМ НА ПРИМЕРЕ ДИСЦИПЛИН ХИМИЧЕСКОГО ЦИКЛА

Аннотация: С помощью метода семантического дифференциала проведено изучение отношения к химическим дисциплинам девушек и юношей, обучающихся в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России. Данные, полученные в результате исследования, обработаны методом факторного анализа. Показано, что, несмотря на более глубокое эмоциональное восприятие предмета, характерное для женской психики, принципиальных различий в отношении к дисциплине «Химия» в ходе обучения в университете у девушек и юношей не возникает. Отмечено, что показатели успевае-

мости и мотивация к обучению зависят от многих факторов и не определяются только отношением к предмету.

Ключевые слова: смешанное обучение в вузах МЧС, метод семантического дифференциала, факторный анализ, предмет химия.

G. B. Svidzinskaya.

GENDER DIFFERENCES IN RELATION TO STUDIED SUBJECTS BY EXAMPLE OF CHEMICAL CYCLE DISCIPLINES

Abstract: Using the semantic differential method, the St. Petersburg University of EMERCOM of Russia girls- and boys-students' attitude to chemical disciplines was studied. The data obtained in the course of the study were processed by the factor analysis method. It is shown that despite the deeper emotional perception of the subject, typical for the female psyche, there are no fundamental differences in girls- and boys-students' attitude to the discipline "Chemistry" in the course of studying at the University. It is noted that the progress in studies indicators and learning motivation depend on many factors and are not determined only by the attitude to the subject.

Keywords: Blended learning in the Universities of EMERCOM of Russia, semantic differential method, factor analysis, the subject of Chemistry.

В последние десятилетия под влиянием комплекса социально-экономических и демографических факторов во многих странах мира, в том числе в России, отмечается тенденция роста численности женщин среди личного состава Министерства обороны и силовых ведомств. Все больше женщин привлекается к военной службе, расширяются их функции и содержание деятельности. Девушки с успехом решают задачи обеспечения национальной безопасности страны, проходя службу в органах внутренних дел и в Министерстве по делам чрезвычайных ситуаций в качестве экспертов, психологов, инспекторов государственного пожарного надзора, что делает актуальной организацию их военно-профессиональной подготовки в вузах силовых структур[3]. Однако, несмотря на многочисленные научные исследования, посвященные совместному обучению, в том числе в военных вузах, и появлению гендерных экспертов, в отечественном образовании остается традиционный подход, ориентированный на сугубо мужские коллективы курсантов, не учитывающий поло-ролевые особенности обучающихся [2].

Проведенные опросы свидетельствуют о том, что более 40 % юношей негативно относятся к получению девушками военной специальности, более 50 % командиров подразделений и преподавателей специальных дисциплин, признавая более высокие учебные результаты курсантов-девушек, считают военное образование нецелесообразным для женщин. Отмечается, что, будучи более прилежными, ответственными и самостоятельными, чем молодые люди, девушки осложняют организацию образовательного процесса в вузе силовой структуры из-за их повышенной эмоциональности и невозможности преодолевать трудности службы [2,3].

Учитывая сложности, возникающие при совместном обучении, следует признать, что роль женщин в силовых структурах в последующие годы будет только расти, что соответствует и общемировым тенденциям. В связи с этим необходимо выявлять и использовать гендерные особенности обучающихся с целью повышения качества образования и улучшения морального климата в коллективах учебных групп.

Исследования, проведенные в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России с помощью метода семантического дифференциала, посвященные отношению юношей и девушек к дисциплине «Химия», также продемонстрировали определенные гендерные различия, возникающие в ходе обучения [4].

Выбор данной дисциплины для исследования был связан с тем, что она является базовой для будущих специалистов пожарной безопасности. Предмет «Химия» и связанные с

ним дисциплины «Химия процессов горения», «Теория горения и взрыва», «Физико-химические основы развития и тушения пожара» изучаются в университете в течение шести семестров и служат основой для освоения таких специальных дисциплин как «Пожарная тактика», «Пожарная безопасность технологических процессов», «Экспертиза пожаров».

Сравнение двух групп курсантов 1 курса, обучающихся по специальности «Судебная экспертиза» показало, что при равном интеллектуальном потенциале обучающихся, отношение к предмету «Химия» в смешанной группе (30% девочки и 70% мальчики) было более позитивным, а оценки выше, чем в группе, где обучались только мальчики. Так средний балл на экзамене по химии в группе, где девочек не было, составил 3,3; у мальчиков в смешанной группе – 3,8, а у девочек 4,0. В студенческих группах 1 курса, обучающихся на платной основе, где девушек больше (68% девочки и 32% мальчики) средний балл на экзамене по химии у молодых людей был 3,1, а у девушек 4,0, что во многом связано с отбором более сильных абитуриентов-мальчиков на бюджетное отделение.

В группах курсантов, обучающихся по специальности «Пожарная безопасность», где количество девушек составляет 1-4 человека на 20-25 юношей, при хороших показателях успеваемости отношение к предмету «Химия» у девочек более негативное, чем у мальчиков (средний балл за зачет по химии у девушек составляет 4,7, а у молодых людей - 3,4) [1]. В вузах силовых структур, где курсантов-девушек мало, они пытаются занять лидирующее положение в мужских коллективах. Девочки, как правило, слабее физически и стремятся превзойти юношей в учебе, в общественной деятельности. В результате, на младших курсах, когда идет процесс адаптации к новым условиям, негативное отношение при появлении трудностей в освоении учебных дисциплин переживается курсантами-девушками глубже, чем юношами. В студенческих группах девушек достаточно много, отношения носят более демократичный характер, в результате, разница в восприятии предмета имеет в большей степени эмоциональную окраску и не является формой борьбы за лидерство.

На 3 курсе показатели успеваемости по предмету «Химия» у юношей и девушек выравниваются. (Средний балл по предмету «Химия процессов горения» на специальности «Пожарная безопасность» составляет у курсантов: девушки – 4,7, юноши – 4,3; у студентов: девушки - 4,1, юноши - 3,9). Фактор борьбы за лидерство теряет свою значимость и негативное отношение к предмету показывают уже юноши-курсанты [4].

Задачей настоящего исследования было выявление гендерных различий в отношении к предмету «Химия» обучающихся в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России и трансформации этого отношения в ходе обучения с целью выработки рекомендаций по созданию благоприятного климата в учебных группах для повышения качества образования, а также определения связи показателей успеваемости и мотивации к обучению.

В качестве объекта исследования были выбраны курсанты и студенты 1, 3 и 5 курсов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, обучающиеся соответственно на бюджетной и платной основе по специальностям «Пожарная безопасность» и «Судебная экспертиза». Количество испытуемых составило: 1 курс - 140 респондентов (35 % девушки и 65 % юноши), 3 курс - 150 респондентов (38 % девушки и 62 % юноши), 5 курс - 129 респондентов (36 % девушки и 64 % юноши).

Для проведения исследования использовался метод семантического дифференциала с последующей обработкой результатов методом факторного анализа в программе SPSS Statistics. Испытуемым предлагалось анонимно заполнить бланк семантического дифференциала, состоящий из 20 пар антонимов, отражающих отношение обучающихся к предмету «Химия». Респонденты отмечали на шкале то значение для пары оппозиций, которое наиболее точно отражало их отношение к предмету. Значение на шкале менялось от +3 (максимально соответствует первому антониму) через 0 до -3 (максимально соответствует второму антониму) (Табл. 1, 2).

Метод семантического дифференциала с последующей обработкой результатов методами математической статистики успешно используется в мировой практике для изучения отношения обучающихся к предмету «Химия» и других естественнонаучных дисциплин

[1,4,5,6,7]. Он позволяет качественно и количественно оценить восприятие индивидуумом процесса обучения, его отношение к осваиваемому предмету и динамику изменения этого отношения, как по ходу изучения дисциплины, так и при дальнейшем использовании полученных знаний.

Учитывая структуру взаимосвязей, полученные в результате статистической обработки данных факторы были охарактеризованы следующим образом: фактор 1 - «Интерес и полезность» (химия, как область знаний), фактор 2 - «Отношение к предмету», (химия, как учебная дисциплина), фактор 3 - «Эмоциональное удовлетворение», фактор 4 - «Интеллектуальная доступность» (Табл. 1, 2). Пороговое значение факторной нагрузки выбиралось равным или больше 0,45.

Таблица 1. Результаты факторного анализа отношения юношей, обучающихся на 1, 3 и 5 курсах Университета ГПС МЧС России к предмету «Химия»

	Фактор 1			Фактор 2			Фактор 3			Фактор 4		
	курс			курс			курс			курс		
	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5
Объяснен- ная сово- купная дис- персия, %	23,2	23,3	30,7	11,1	13,4	14,2	15,8	10,8	12,4	12,8	12,8	16,5
Антонимы												
Развивающа- я/неразвив- ающаяся	0,79	0,73	0,85									
Помогающа- я/ ненужная	0,73	0,56	0,94									
Интересная/ скучная	0,67	0,63	0,76									
Востребован- ная/неиспол- зуемая	0,66	0,75	0,90									
Красочная/б- есцветная	0,58	0,65							0,53			
Однообразн- ая/многообр- азная	-0,57		-0,79								0,58	
Деятельная/ пассивная	0,53	0,69	0,62									
Распростран- енная/ редкая	0,75	0,86	0,74									
Доминирую- щая/второст- епенная	0,74	0,75	0,61									
Радостная/п- ечальная							0,84	-0,75	0,77			
Ненавистна- я/любимая							-0,76	0,55	-0,74			
Враждебная /дружелюбн- ая							-0,74	0,46	-0,60			

Приятная/ неприятная							0,67	-0,71	0,67			
Классическая/ инновационная			0,76								0,54	0,92
Хаотичная/ порядоченная			0,60	0,86	-0,80							
Рутинная/ творческая			0,75	0,51	0,82							
Нервная/ спокойная			0,52	0,72	0,90							
Физическая/ умственная										0,54	0,84	0,94
Сложная/ простая										0,68	0,76	0,58
Теоретическая/ практическая										0,87	0,81	0,72

Данные факторного анализа по группам респондентов свидетельствуют о том, что отношение девушек к предмету «Химия» на всех курсах носит более эмоциональный и «определенный» характер (Табл. 1, 2). На первом курсе факторные нагрузки по переменным любимая и радостная у них выше, чем у юношей. В отличие от молодых людей девочки считают химию инновационной и творческой областью деятельности. При этом доля Фактора 2, характеризующего химию, как учебную дисциплину, у них больше, чем у молодых людей, которые воспринимают химию, прежде всего, как область знаний, естественнонаучную дисциплину (положительное значение факторной нагрузки по антониму «Физическая»), которая имеет развивающий характер и может пригодиться в их будущей профессиональной деятельности (более высокие значения по переменным «Развивающаяся», «Помогающая», «Востребованная», «Распространенная»). Для девушек-первокурсниц химия - это сложный, достаточно хаотичный, но интересный предмет, который требует нервного и умственного напряжения в ходе его изучения в университете.

Таблица 2. Результаты факторного анализа отношения девушек, обучающихся на 1, 3 и 5 курсах Университета ГПС МЧС России к предмету «Химия»

	Фактор 1			Фактор 2			Фактор 3			Фактор 4		
	курс			курс			курс			курс		
	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5
Объясненная совокупная дисперсия, %	16,1	24,6	24,7	17,1	14,9	7,2	20,8	11,0	15,1	12,2	11,0	13,6
Антонимы												
Развивающаяся/неразвивающаяся	0,63	0,71	0,75									
Помогающая/ненужная	0,63	0,80	0,82									
Интересная/скучная	0,76	0,63							0,57			

Востребованная/неиспользуемая	0,54	0,83	0,87									
Красочная/бесцветная		0,77	0,74			0,56						
Однообразная/многообразная			-0,74	-0,56	-0,72							
Деятельная/пассивная	0,66	0,68	0,63									
Распространенная/редкая	0,53	0,81	0,80									
Доминирующая/второстепенная		0,73	0,91	0,67								
Радостная/печальная						0,79	-0,62	0,86				
Ненавистная/любимая						-0,89	0,70	-0,52				
Враждебная/дружелюбная						-0,77	0,62	-0,72				
Приятная/неприятная						0,85	-0,71	0,73				
Классическая/инновационная				-0,89	0,57	0,83						
Хаотичная/упорядоченная				0,7	0,67	0,64						
Рутинная/творческая				-0,70	0,80	0,45						
Нервная/спокойная				0,65	0,72	-0,55						
Физическая/умственная									-0,80	-0,52	0,70	
Сложная/простая									0,87	0,66	0,82	
Теоретическая/практическая									0,49	0,90	0,83	

На третьем курсе отношение к предмету у обеих групп респондентов резко меняется. Признавая важность химии как области знаний, и высоко оценивая ее востребованность, помогающий и развивающий характер, обе группы выражают свою крайнюю эмоциональную неудовлетворенность процессом обучения. Причем у девушек, чья природная эмоциональность выше, факторные нагрузки по переменным «Печальная», «Ненавистная», «Враждебная» и «Неприятная», «Нервная» имеют большие по абсолютной величине значения, чем у молодых людей. Респонденты отмечают отсутствие практического, инновационного, творческого компонента в ходе обучения (высокие значения показателя «Теоретическая», «Классическая», «Рутинная»), сложности и нервное напряжение, возникающие при изучении химических дисциплин.

На пятом курсе бланк семантического дифференциала заполняет не человек, непосредственно изучающий дисциплину, а сложившийся за пять лет нахождения в университете профессионал пожарного дела готовый к практической деятельности. В связи с этим резко возрастает доля Фактора 1, характеризующего химию, как область знаний, а доля Фактора 2 закономерно снижается. Данные анализа указывают на то, что обе группы испытуемых осознают важность химии в пожарном деле, они отмечают ее доминирующую, развивающую и помогающую роль в практической деятельности. И хотя, вспоминая учебную дисциплину как часть естественнонаучных дисциплин, они продолжают отмечать ее сложность, отсутствие практического и инновационного компонента в ходе обучения, респонденты больше не испытывают к предмету негативных эмоций, напротив, воспоминания о предмете близки к тому отношению, которое было у обучающихся на 1 курсе. Причем у девушек доля фактора 3, отвечающего за эмоциональное удовлетворение, закономерно выходит на второе место.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что, несмотря на более глубокое эмоциональное восприятие предмета, характерное для женской психики, принципиальных различий в отношении к дисциплинам химического цикла в ходе обучения в университете у девушек и юношей не возникает.

Сравнивая данные факторного анализа и экзаменационные оценки по химическим дисциплинам курсантов и студентов 1 и 3 курсов, следует признать, что успеваемость не определяется только отношением к предмету. Мотивация к получению знаний зависит от степени сформированности профессионального самосознания, развития у обучающихся представлений о роли и значении получаемых знаний в выбранной области деятельности. Поведенческий компонент, определяющий мотивацию к обучению, базируется как на эмоциональной, так и на когнитивной составляющей. Чем лучше сформировано профессиональное самосознание личности, тем с большей вероятностью человек будет стремиться получать знания, основываясь не на эмоциях (нравится - не нравится), а на понимании их важности в выбранной специальности. Этим объясняется то, что третьекурсники, несмотря на негативное отношение к предмету, показывают более высокие результаты по итогам экзаменационной сессии. У обучающихся на первом курсе, наоборот, превалирует не мотивация к получению знаний, а стремление к получению определенной оценки, что дает возможность самоутверждения в коллективе, финансового благополучия или реализации других внешних факторов. В результате девушки, которым в большей степени присущи усидчивость, аккуратность, внимательность в ходе выполнения заданий, эмоциональная гибкость и стремление занять лидирующее положение в мужском коллективе, показывают более высокие результаты в учебе, а молодые люди, попав в высшее учебное заведение силового профиля, в большей степени сосредоточены на адаптации к новым условиям. Для курсантов - это дисциплинарные ограничения и выполнение служебных обязанностей, а для студентов, наоборот, большая свобода, чем в школе. Повышение успеваемости в смешанных группах курсантов по сравнению с коллективами, состоящими только из мальчиков, связано, по-видимому, не с отношением к учебному предмету, а с возникновением соревновательного компонента между полами.

Объем полученных в вузе знаний, мотивация к овладению профессией базируется как на когнитивной, так и на эмоциональной составляющей. Негативные тенденции, связанные с эмоциональной неудовлетворенностью, возникающей в ходе обучения, даже при сравнительно высоких показателях успеваемости, снижают качество получаемых знаний.

Задачей профессорско-преподавательского состава вузов является мониторинг удовлетворенности курсантов и студентов процессом обучения, учет и серьезный анализ причин, вызывающих негативное отношение к предмету, своевременная ликвидация нарастающего эмоционального протеста. Преимущества смешанного обучения могут быть использованы в этом случае для создания комфортных образовательных сред. Такие женские качества как приветливость, чуткость, умение общаться, способность к сопереживанию, стремление помочь отстающим помогут обучающимся, особенно на первом курсе, быстрее адаптиро-

ваться к новым условиям нахождения в вузе силовой структуры и сформируют здоровую конкуренцию между полами, мотивирующую к овладению профессией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баскин Ю. Г., Свидзинская Г. Б., Свидзинская А. С. Изучение отношения учащихся вузов МЧС России к предмету «Химия» с использованием метода семантического дифференциала // «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России». 2017. № 4. С.155-162.
2. Машин В. Н., Фадькин К. Н., Машин В. В. О проблеме организации образовательного процесса в военном вузе с курсантами-девушками // Территория науки. 2013. № 3. С. 81-85.
3. Никитина С. А. Воспитание девушек-курсантов в системе военного образования. // «Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика». 2016. Т.22. С. 160-163.
4. Свидзинская Г. Б., Трофимец Е. Н. Использование метода семантического дифференциала для анализа отношения курсантов, студентов и слушателей ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России» к химическим дисциплинам // Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. мат. Международной научно-практической конференции. – СПб., 2018. С.189-194.
5. Bauer C. F. Attitude toward Chemistry: A semantic differential instrument for assessing curriculum impacts //Journal of Chemical Education. 2008. V. 85. № 10. P. 1440 - 1445.
6. Diagnosing changes in attitude in first-year college chemistry students with a shortened version of Bauer's semantic differential/ Brandriet A.R., Xu X., Bretz S.L., Lewis J.E. // Chemistry Education Research and Practice. 2011. № 12. P. 271-278.
7. Kahveci A. Assessing high school students' attitudes toward chemistry with a shortened semantic differential // Chemistry Education Research and Practice. 2015. № 16. P. 283-292.

УДК 37 .014 .5

В. В. Кузнецов, И. С. Павленкова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

ПРЕДПОСЫЛКИ, ФОРМЫ И ВОПРОСЫ, РЕШАЕМЫЕ В ПРОЦЕССЕ ОРГАНИЗАЦИИ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ШКОЛА – ВУЗ

Аннотация: Рассмотрен опыт организации сетевого взаимодействия средней школы и высшего учебного заведения. Представлено описание теоретических и практических условий реализации сетевого взаимодействия.

Ключевые слова: сетевое взаимодействие, школа, высшие учебные заведения, ресурсы.

V.V. Kuznetsov, I.S. Pavlenkova

PRECONDITIONS, FORMS AND QUESTIONS SOLVED IN THE PROCESS OF THE ORGANIZATION OF NETWORK INTERACTION OF SCHOOL - UNIVERSITY

Abstract: The experience of the organization of network interaction between high school and higher education institutions is considered. A description of the theoretical and practical conditions for the implementation of network interaction is presented.

Keywords: network interaction, school, higher education institutions, resources.

Современная социально-экономическая ситуация требует от среднего образования модернизации, оптимизации ресурсов образовательных учреждений на основе полного использования их потенциальных возможностей, внедрения инновационных технологий, новых систем управления. Выдвигаются новые требования и к педагогу. В.В. Путин, выступая на Всемирном конгрессе информационных агентств «Информация: вызовы XXI века», отмечал, что «интенсивное развитие медиакультуры, в особенности электронной, аудиовизуальной, все более влияет на общественное сознание как мощное средство информации, культурных и образовательных контактов, как фактор развития творческих способностей личности», что предъявляет новые требования к культуре педагога, в том числе медиакультуре. Эти требования современной государственной образовательной политики нашли отражение в Государственной программе «Развитие образования на 2013-2020 гг.», в законе «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ, в рекомендациях Минобрнауки РФ «Об организации учебной деятельности при введении Федерального государственного образовательного стандарта общего образования».

В мире высоких технологий, стремительно растущих информационных потоков и ускоренных темпов развития естественнонаучного знания школьное образование сталкивается с фактической неспособностью к своевременной передаче накопленных знаний современным школьникам. Общее среднее образование сталкивается с необходимостью перехода от традиционной формы обучения к обучению в форме совместной проектно-исследовательской деятельности учителя и ученика, в результате чего школы приходят к обнаружению дефицита ресурсных, кадровых и компетентностных возможностей по реализации такого рода задачи.

Школы приходят к выводу о необходимости привлечения внешних ресурсов со стороны вузов с целью расширения собственных образовательных возможностей. Преимущественно на практике за последние 20 лет можно встретить множество примеров частных случаев привлечения администрацией школ преподавателей из университетов к работе со школьниками, а также индивидуальных договоренностей с факультетами и вузами о работе со школьниками в лабораториях вузов. Как правило, эти действия носили случайный характер взаимодействия.

Проблемой подобных несистемных случаев взаимодействия является отсутствие возможности в проведении качественного анализа результатов и эффектов сотрудничества между школьным средним и высшим уровнями образования.

Начало становления взаимодействия Ивановского химико-технологического университета (ИГХТУ) с системой общего образования Ивановской области восьмидесятые годы прошлого столетия в формате проекта по привлечению школ региона формированию механизмов развития открытого образовательного пространства региона. В начале взаимодействия формировалось как сотрудничество в образовании профильных химических классов среди школ региона. Организация партнерских отношений между учреждениями федерального, регионального и муниципального уровней была связана с необходимостью использования потенциала региона для развития системы образования, что позволило разработать механизмы, способствующие качественному изменению образовательного пространства региона, позволило апробировать сетевые формы взаимодействия с использованием инновационных ресурсов образовательных учреждений высшего образования для решения задач развития образования.

Проявление и развитие открытого образовательно пространства привело к формированию образовательного заказа со стороны школьных учителей и школьной администрации на создание совместных форм работы со старшеклассниками [1]. Организации новых форм

работы со старшеклассниками способствовало и получение учителями и учащимися старшей школы доступа к образовательным ресурсам, которые предоставлял университет. В основном такое взаимодействие было направлено на профессиональную ориентацию учащихся старшей школы. С введением с 2020 года нового ФГОС на третьей ступени образования возрастает значение сетевого взаимодействия, школе необходимы будут более широкие взаимодействия с организациями высшего образования не только по вопросу профориентации, но так же по формированию новых компетенций у учащихся старшей школы. В работе [2] подчеркнута принципиальная необходимость личного присутствия субъекта образования в собственном образовательном пространстве, порождения субъектом образования смысла собственной деятельности, создания смыслового контекста изменений в образовательной среде: «Образование, как и любая человеческая практика, меняется не директивами и инструкциями, а именно инициативами, их использованием в качестве ресурса развития» Авторы [3] описывают сетевое взаимодействие как гуманитарно-антропологический прорыв, на который выходят только те структуры, которые способны выйти на широкие горизонты педагогической проблематики, выйти в понимание необходимости складывания сообщества, распределения усилий, складывания мыслительного и организационного потенциала. Соответственно школы, осознающие собственную неспособность к самостоятельному решению новых задач системы образования, осознают необходимость вступления в сообщество, которое в совместном действии становится способным к решению широкого круга новых задач.

Университет также увидел необходимость в работе со школами с целью не просто привлечения «своего» абитуриента, но развития исследовательских, личностных, коммуникативных и метапредметных компетенций у потенциального абитуриента, которые помогут ему в дальнейшем качественно построить индивидуальную траекторию образовательной и исследовательской деятельности в вузе [4].

Утверждение Министерством образования и науки РФ в 2010 г. нового ФГОС привело образовательные учреждения к столкновению с кругом проблемных задач. Школы встали перед необходимостью в формировании у обучающихся не только предметных компетенций, но и метапредметных, и личностных, что привело школы к необходимости очередного поиска внешних возможностей по решению такого рода задач. Общее образование вновь столкнулось с необходимостью развития системного сотрудничества с высшим образованием.

В соответствии с новым ФГОС высшие образовательные учреждения также столкнулись с необходимостью формирования высокого уровня компетенций у студентов, что привело к необходимости привлечения абитуриентов не только с высокими образовательными достижениями, но и с метапредметными компетенциями. В стремлении к повышению собственной конкурентоспособности на уровне российских и мировых вузов университеты пришли к необходимости формирования метапредметных компетенций у студентов еще на этапе их обучения в старшей школе [4]. Возникновение столкновения интересов школы и вуза привело к порождению совместного смысла по созданию сообщества, необходимого для качественного формирования у учащихся старшей школы новых видов компетенций. В результате в последние годы начали возникать прецеденты формирования системного и документально согласованного партнерства между школами и вузами.

В работе [5] авторы на этапе формирования сетевого взаимодействия вуза и школы определяют следующие действия:

- выбор среды, в которой будет строиться сетевое взаимодействие, выбор участников и целей сетевого образования;
- выбор организационной формы сетевого взаимодействия;
- формирование группы участников сетевого взаимодействия, определение проблем, решаемых в процессе организации сетевого взаимодействия.
- определение группы педагогов, готовых обеспечивать реализацию новых учебных планов с соответствующим расписанием и бюджетом образовательных услуг.

В 2005 г., ИГХТУ в процессе реализации сетевого взаимодействия вуза и школы для повышения качества общего образования совместно со школой-партнером была разработана сетевая образовательная программа по организации естественнонаучных классов, что способствовало развитию уровня образования и повышения его качества. Были сформированы условия партнерских отношений. В процессе реализации сетевого взаимодействия вуза и школы управленческим решением управления образования при администрации г. Иванова основная школа получила статус «Средняя школа с углубленным изучением предметов естественнонаучного цикла». Этому способствовало заключение двусторонних договорных отношений между ИГХТУ и школой. Данный договор регламентировал основные условия и порядок организации партнерских отношений, а также права и обязанности каждой из сторон. Договор позволили организовать системное сотрудничество между школой и ИГХТУ, привлечь школу к постоянному участию в различных программах сетевого взаимодействия. Следует отметить, что основное внимание в сетевом взаимодействии было сосредоточено преимущественно на работе с учащимися 10 и 11-х классов.

В школе была реализована программа углубленного изучения предметов физико-химической области в результате совместной деятельности ИГХТУ и школы. В рамках совместной программы получило развитие проектно-исследовательских компетенций учащихся общеобразовательной школы. ИГХТУ ежегодно осуществляет взаимодействие со школой по направлениям:

совместные образовательные программы по профильному направлению: естественнонаучному, физико-химическому;

совместные образовательные события, интенсивные профильные образовательные курсы, лабораторные практикумы;

научно-практические конференции для школьников и учителей.

Данные мероприятия явились вкладом в становление сетевого взаимодействия, посредством которых ИГХТУ открыл двери для школ области и показал различные формы и возможности для организации сотрудничества.

Организация сетевого взаимодействия между ИГХТУ и школой привела к становлению стабильных, и качественно измеримых партнерских отношений. Университет дал возможность школе включиться в системное сотрудничество, предоставил школе новые возможности по развитию старшеклассников. Результаты сотрудничества ИГХТУ и школы показали эффективности реализованных программ. Сетевое взаимодействие дало возможности в организации эффективной работы по достижению показателей уровня образования в соответствии с требованиями нового ФГОС. Появились новые возможности по формированию устойчивой мотивации старшеклассников к учебной, познавательной и проектно-исследовательской деятельности; привлечение дополнительных ресурсов к развитию проектно-исследовательской деятельности школьников, а также возможность формирования личностных компетенций у учащихся.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малкова И.Ю. Формирование сетевых проектов: отдел консалтинга образовательных проектов // Становление сетевых форм взаимодействия в региональной системе повышения квалификации. Томск: Мегапроект, 2002. С.44– 50.

2. Прокументова Г.Н. Образовательные инновации: феномен «личного присутствия» и потенциал управления. Томск: Изд-во Томского ун-та, 2016. 412 с. (серия «Университет – учителю»).

3. Прокументова Г.Н. Становление сетевых форм взаимодействия в региональной системе повышения квалификации. Томск: Мегапроект, 2002. 148 с.

4. Дёмин В.В., Суханова Е.А. Сетевое взаимодействие исследовательского университета и системы общего образования: опыт и перспективы // Информатика и образование. 2015. № 6. С.3–7.

5. Голубкин И.А. Модели и механизмы сетевого взаимодействия образовательных учреждений (организаций) // Сетевые взаимодействия образовательных учреждений и организаций в процессе реализации образовательных программ. Проектирование и управление. М.: Альянс Пресс, 2004. С.100–121.

УДК 37

Е. С. Ситдикова, Т. Н. Петухова

ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России

ОБРАЗОВАНИЕ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ

Аннотация: Авторы в статье «Образование как один из факторов национальной безопасности в России» анализирует базовый документ стратегического планирования: Стратегию национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года, акцентируя внимание на приоритетных направлениях развития. Авторы подчеркивает, что образование является одной из стратегических целей обеспечения национальных интересов, обращает внимание, что образование - это не только передача знаний, накопленных поколениями, но и формирование личности, подчеркивает необходимость определения национальной идеологии на законодательном уровне.

Ключевые слова: стратегия, образование, национальная безопасность, суверенитет.

E. S. Sitdikova, T. N. Petukhova

EDUCATION AS A FACTOR OF NATIONAL SECURITY OF RUSSIA

Abstract: The authors of the article "Education as one of the factors of national security in Russia" analyze the basic document of strategic planning: the national security Strategy of the Russian Federation until 2020, focusing on the priority areas of development. The authors emphasize that education is one of the strategic goals of national interests, draws attention to the fact that education is not only the transfer of knowledge accumulated by generations, but also the formation of personality, emphasizes the need to determine the national ideology at the legislative level.

Keywords: strategy, education, national security, sovereignty.

Национальная безопасность, понимаемая как защита национальных интересов государства, явление сложное, включающее в себя экономические, политические, техногенные, духовные и другие аспекты. Из чего следует, что духовно-нравственное состояние общества, его образовательный потенциал тесно связаны с национальной безопасностью, что и отражено в Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 12 мая 2009 г. N 537 "О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года", являющейся официально признанной системой стратегических приоритетов России (далее Стратегия) [6].

В правовом документе образование рассматривается как одна из стратегических целей обеспечения национальных интересов, значение которой неоспоримо, поскольку образование в современном мире – стратегически важная сфера социальной жизни. Оно формирует интеллектуальный потенциал нации, что закладывает основы ее самостоятельности и способности к суверенитету, в том числе интеллектуальному, в условиях международной конкуренции. В данном контексте, как справедливо подчеркивает В.А. Садовничий, «со стороны образования то ли потенциально, то ли актуально присутствует нечто, что несет в себе опас-

ности, угрозы национальной безопасности, национальным интересам нашей страны» [3, с. 27].

Потенциал образования как фактора безопасности заложен в самой сущности социального института образования, основной целью которого является осуществление преемственности поколений.

Характерным признаком современной эпохи является интенсивное переписывание истории, в том числе итогов Великой Отечественной войны. При этом Россия рассматривается как агрессивное государство, западные СМИ формируют образ врага, подкрепляя свою позицию недостоверными сведениями. Это явление не ново. Так еще в 1928 году советский историк-марксист М.Н. Покровский в докладе «Общественные науки в СССР за 10 лет» отметил: «История – это политика, опрокинутая в прошлое». Он был не одинок в своем утверждении. «История – это есть политика прошлого, без которой нельзя понять политику настоящего», – ранее утверждал британский историк Э. Фримана. Так что фальсификация истории – типичное оружие холодной войны.

Присоединение Крыма к Российской Федерации в 2014 году, гражданская война на территории Украины предала новый импульс искаженного толкования истории. И здесь, как никогда необходимы убеждения в исторической правде, основанные на знаниях.

Специфика достижения цели отражена в тех функциях, которые реализует институт образования.

Традиционно выделяют следующие функции образования, реализация которых обеспечивает эффективную подготовку следующего поколения: обучение, воспитание, профессиональная подготовка.

Функция обучения включает формирование культуры обучающихся, знаний, навыков, умений; подготовку их к определенным видам общественной практики; раскрытие способностей, задатков, творческого потенциала; социальная адаптация к будущим условиям жизни.

Воспитательная функция образования выдвигает на первое место усвоение ценностей и норм, регулирующих различные сферы жизни общества. Без учета этой функции, как отмечал выдающийся русский философ И.А. Ильин, «образование... не формирует человека, а разнуздывает и портит его, ибо оно дает в его распоряжение жизненно выгодные возможности, техническое умение, которыми он, бездуховный, бессовестный, безверный и бесхарактерный, и начинает злоупотреблять» [2, с. 67].

Профессиональная подготовка предполагает воспроизводство статусно-ролевой структуры общества через выбор индивидом профессии и овладение соответствующими социальными ролями [5, с. 120–126].

Реализация функций образования обеспечивает формирование «человеческого капитала», качество которого обуславливает эффективность функционирования и развитие общества. Образование тем самым потенциально является важнейшим фактором национальной безопасности общества. Данное положение актуально для трансформирующейся и модернизирующейся современной России.

О кризисе образования ученые дискутируют начиная с 1970-х гг. Мировой кризис образования выражается в отставании образования от требований современного общества, девальвации традиционных социальных ценностей и поиске нового мировоззрения, возрастании различий в уровне и качестве образования между богатыми и бедными странами, а также внутри стран между социальными слоями.

В России все эти проблемы усиливаются трансформационными процессами в обществе. Волна модернизационных преобразований в современном российском образовании, децентрализация, разрушившая прежнюю стабильную систему, ориентация на западные образцы пока не принесли каких-либо значимых позитивных результатов. Наоборот, оправдалась угроза потери того, что было в отечественной системе образования. Кроме того, угрозой в контексте гуманитарной безопасности является коммерциализация российского образования. Введение платного образования стало закономерным механизмом приспособления системы образования к рыночной экономике. На платной основе в России обучаются 83% студентов

(в США – 23%, в Европе – 2%) [4]. За счет внебюджетных средств система образования смогла выжить, однако платное образование породило и ряд негативных последствий.

Основное, на наш взгляд, нарушается право на равный доступ молодых людей к полноценному качественному образованию в соответствии с их интересами и склонностями и независимо от их материального достатка. Другим следствием экономических реформ стали кадровые проблемы в сфере образования. Низкая заработная плата ведет к оттоку профессиональных кадров из системы образования в коммерческие структуры, формирования пренебрежительного отношения к представителям этой профессии.

Непосредственно в сфере обучения в образовании можно констатировать ряд угроз безопасности, требующих немедленного разрешения: снижение уровня фундаментальности и универсальности российского образования; снижение количества часов на преподавание социально-гуманитарных дисциплин, а значит и воспитательного компонента; несоответствие материального обеспечения учебных учреждений современным требованиям; снижение престижности профессии учителя; старение педагогических кадров и др.

Фундаментальность как отличительная черта российского образования является также основой создания нового знания. В настоящее время можно констатировать усиление прагматической составляющей образования в ущерб его фундаментальности.

Проведенное в 2018 году социологические исследования среди лиц старшего (старше 40 лет, поколение советского и постсоветского времени) возраста и молодежи показал ряд результатов, которые требуют дальнейшего продолжения и изучения:

- 86% опрошенных уверены в морально-нравственной деградации населения;
- лица старшего возраста отмечают революцию в изменении базовых ценностей (семья, дети), которые перестают быть священными, неприкосновенными;
- молодежь отмечает безграничную доступность информации, возможностей, легкости и необязательности в личных отношениях;
- незнание и нежелание знать классическую литературу, изучать гуманитарные дисциплины в связи с их непрактичностью (79% опрошенных).

Игнорирование, вытеснение гуманитарной и общекультурной подготовки, во-первых, составляющей необходимое противоядие против узкого технократизма в профессиональной деятельности, попытке фальсификации истории, искажения фактов, свободного толкования исторического прошлого и, во-вторых, являющейся условием личностного развития человека, становится реальной угрозой гуманитарной безопасности. Преобладание рационалистической односторонности над духовностью приводит к деформации самого процесса воспитания [1, с. 277].

Сложностью в воспитании молодежи является также сильное влияние многочисленных субкультур, которые обладают эмоциональной окрашенностью, динамизмом, неформальностью, оптимально соответствующих психолого-возрастным особенностям молодежи. Рост числа молодежных субкультур и числа их членов свидетельствуют о том, что молодые люди хотят быть социально активными, требуется только найти соответствующие формы национальной объединяющей идеи. Отсюда следует, что ч. 2 ст. 13 Конституции Российской Федерации, а именно «Никакая идеология не может устанавливаться в качестве государственной или обязательной», требует отмены, так как наличие государственной идеологии (до 1917 года православной, в советский период максистско-ленинской) является целью (государственным заказом) для воспитания, способствует выработке системы молодежных организаций, объединяет многонациональный народ. Без идеологии невозможна созидательная деятельность.

Обобщая сказанное выше, можно сделать следующие выводы:

- образование как социальный институт, реализующий цель обеспечить преемственность поколений, потенциально является одним из основных факторов безопасности;
- состояние российской системы образования свидетельствует о том, что в данной сфере сформировался ряд угроз безопасности, которые требуют скорейшего разрешения;

– следует обратить внимание на то, что угрозы в сфере образования особенно опасны тем, что они латентны, их реальность станет видна только тогда, когда общество увидит поколение профессионалов без профессионализма, граждан – без патриотизма, аморальных политиков без чувства социальной ответственности и когда исправить ошибки будет уже невозможно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванова С.Ю.* Патриотизм в системе социокультурных ценностей современной России. Ставрополь, 2003.
2. *Ильин И.А.* О грядущей России. М., 1993.
3. *Кузьмин М.Н.* Образование в условиях полиэтнической и поликультурной России // Педагогика. 1999. № 6.
4. *Смолин О.Н.* сколько студентов в России учится бесплатно Парламентская газета от 25.01.2018. Режим доступа: ww.pnp.ru/politics.
5. *Шульга М.М.* Образование как фактор безопасности в поликультурной регионе /жкрнал «Социология и демография». Том 5, № 3, 2009.
6. Указ Президента Российской Федерации от 12 мая 2009 г. N 537 "О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года".

УДК 515.2

И. А. Фоминых

ФГБОУ ВО Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО КУРСА ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Аннотация: рассматриваются вопросы использования электронного обучения в курсе начертательной геометрии, опыт мотивации студентов к работе с электронными курсами.

Ключевые слова: начертательная геометрия, курсы электронного обучения, методика изучения, учебный процесс, самостоятельная работа.

I. A. Fominyh

USE OF THE ELECTRONIC COURSE BY DESCRIPTIVE GEOMETRY IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Abstract: The issues of using e-learning in the course of descriptive geometry, the experience of motivating students to work with e-courses are considered.

Keywords: descriptive geometry, e-learning courses, methods of study, educational process, independent work.

Начертательная геометрия является одной из основополагающих дисциплин, изучаемых в высшем и среднем технических учебных заведениях. Начертательная геометрия и инженерная графика – предметы, которые развивают пространственное мышление, обучают технически грамотному изложению производственных решений в системе технического образования. Изучение этой дисциплины всегда связано с определёнными трудностями, обусловленными своеобразием предмета, сложностью геометрических преобразований. В связи

с отсутствием в школах занятий по изобразительному искусству и черчению у многих учащихся отсутствует пространственное мышление, а так же навыки работы с чертёжным и измерительным инструментом.

Наглядные изображения и модели, технические средства обучения, электронные курсы оказывают существенную помощь в улучшении восприятия изучаемого предмета. Вычерчивание на доске наглядных чертежей сопряжено с большой трудоёмкостью и лишними затратами учебного времени, что приводит к недостатку времени на изложение материала курса. Учащиеся не успевают правильно перечертить изображения на доске в свои конспекты, разобраться в теории и сделать поясняющие надписи. Для того чтобы студенты могли доработать свои записи и чертежи, выполнить самостоятельную работу, а также получить необходимую информацию по изучаемой дисциплине в последнее время в учебную практику активно входят курсы электронного обучения, которые успешно используются и при изучении курса начертательной геометрии.

Основной задачей преподавателя становится формирование у ученика способностей и стремления самостоятельно получать знания, умения и навыки. Необходимо использовать такие методы процесса образования и методические материалы, чтобы стимулировать интеллектуальные способности каждого студента, научить его работать с лекциями, презентациями, справочниками, тестовыми и графическими заданиями, глоссарием и т. д.; пробудить его интерес к изучаемой дисциплине.

Целью статьи является изучение возможностей и особенностей использования курсов электронного обучения в процессе изучения начертательной геометрии и графики, возможные пути решения возникающих в процессе работы вопросов.

С 2014 года на нашей кафедре используются в работе со студентами электронные курсы в виртуальной обучающей среде Moodle. Эта система дистанционного обучения (СДО) имеет широкий спектр возможностей для всесторонней поддержки обучения – разнообразные способы предоставления учебного материала, проверки знания студентов и контроль текущей и итоговой успеваемости. Между преподавателем и студентом устанавливается постоянная связь (электронная почта, форумы, чаты), что важно для самостоятельной работы учащихся. Работа учащихся оценивается в баллах в зависимости от качества и сроков выполнения, зафиксированных в системе РИТМ. В ПГТУ система РИТМ непосредственно связана с электронными курсами Moodle, это позволяет быстро передавать данные по аттестациям и текущей успеваемости в центр РИТМ.

При создании электронного курса за основу взяли технологическую карту учебного процесса по дисциплине в системе РИТМ. Опираясь на специфику дисциплины, имеющийся собственный опыт онлайн обучения [1] и рекомендации разработчиков таких курсов, выбрали смешанную модель электронных курсов, при которой использовались ресурсы и возможности онлайн-курса, включая текущую и итоговую аттестацию по дисциплине, а также аудиторные занятия. В идеале, студенты должны были самостоятельно изучать теоретические материалы, выполнять графические и тестовые задания. На аудиторных занятиях рассматривать вместе с преподавателем наиболее трудные темы и выполнять расчётно-графические работы.

Современные тенденции развития профессионального образования выводят на первый план именно самостоятельную работу студентов в качестве основной формы обучения. На выработку умения самостоятельно планировать свою деятельность в течение семестра по времени и по содержанию направлено предоставление студентам в начале электронного курса технологической карты изучения дисциплины и путеводителя по курсу. Для оценки объёма изучаемого материала выложена красочная презентация. Студенты видят график выполнения работ и их стоимость в баллах (балльно-рейтинговая система РИТМ), что значительно облегчает самостоятельную работу, помогает научиться планировать и ценить время, определять объём предстоящей работы. Кроме того каждый учащийся имеет свободный доступ к электронной версии учебно методического комплекса (УМК). В УМК указаны, кроме всего

прочего, темы каждой лекции и каждого лабораторного занятия, темы и даты проведения контрольных мероприятий, темы индивидуальных заданий и контрольные сроки сдачи работ. Рейтинговая система успеваемости является комплексной оценкой качества учебной работы студентов. Она повышает мотивацию учащихся к освоению учебных программ, так как идёт дифференцированная оценка работы студента. Создаётся стимул к повышению интенсивности работы.

Самостоятельная работа в электронных курсах осуществляется в индивидуальном темпе без жёстких временных рамок. Скорость и продолжительность изучения материала устанавливается самим студентом, который полностью адаптирует весь процесс обучения под свои личные возможности и потребности, в соответствии с общим графиком выполнения работ. Для преподавателя электронные курсы являются инструментом, с помощью которого легче учитывать разный уровень подготовки, успеваемости и мотивации учащихся.

Большинство преподавателей нашей кафедры работает с активными электронными курсами и ведёт балльно-рейтинговую систему РИТМ, разрабатывают различного уровня сложности тестовые и интерактивные задания, что позволяет студентам накапливать дополнительные баллы. Преподавателями разрабатываются различные методики составления и использования таких курсов [2]. Электронное обучение позволяет организовать самостоятельную работу студентов и проконтролировать её. В курсах кроме основного представлен наглядный вспомогательный материал, который с помощью проектора может быть использован при чтении лекций. Чертежи, выполненные в прямоугольных проекциях, дополняются аксонометрическим изображением или в виде технического рисунка, что позволяет студентам развивать пространственное мышление.

Лекционный материал составляется с учётом особенности восприятия информации современными студентами, т.е. с беседой и визуализацией. Чтение лекций должно сводиться к связному, развёрнутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных материалов; видеоклипов с решением графических задач и красочных презентаций с использованием анимации.

Электронный курс в обязательном порядке должен содержать следующую информацию по изучаемой дисциплине:

- календарный план работы на семестр с критериями аттестации;
- учебная литература (текстовые файлы, презентации, ссылки на другие ресурсы);
- демонстрационные видеоматериалы решения пространственных задач и наглядные проекции;
- теоретический материал по всем изучаемым и дополнительным темам;
- методические указания для выполнения расчётно-графических работ;
- варианты и примеры выполнения заданий;
- вопросы для самопроверки и текущего и промежуточного контроля.

Информационные технологии позволяют дополнять и обогащать традиционные формы образования, например, с помощью глоссариев, электронных библиотек, списков литературы. Также наряду с традиционными информационными ресурсами для обеспечения процесса дистанционного обучения используются следующие средства:

- специализированные учебники с мультимедийным сопровождением;
- электронные учебно-методические комплексы, включающие электронные учебники;
- учебные пособия; тренинговые программы;
- компьютерные лабораторные практикумы;
- контрольно-тестирующие комплекты.

Главной особенностью использования электронного обучения в курсе начертательная геометрия и инженерная графика является то, что оно не должно заменять традиционно сложившийся метод чтения лекций путём поэтапного решения геометрических задач на демонстрационной доске с помощью чертёжных инструментов. Студент работает вместе с преподавателем.

давателем, усваивает последовательность построения изображений, учится организовывать рабочее пространство, соблюдать пропорции изображений, грамотно компоновать свой конспект. Учащиеся развивают мелкую моторику рук, работая с чертёжными инструментами, которая в свою очередь стимулирует работу головного мозга. Электронные курсы должны играть вспомогательную роль в обучении и помогать студентам лучше осваивать выдаваемый материал. Преподавателю необходимо ограничивать выдаваемый материал и разбивать его на основной, вспомогательный и дополнительный. Иначе каждая тема с годами обрастает таким количеством лекций, примеров решения и тестов, что студент теряет и тратит много времени на подготовку к занятиям и, в конечном итоге, перестаёт работать с электронными курсами.

Основные задачи электронного обучения в преподавании предмета и повышения мотивации его изучения студентами являются:

1. Увеличение наглядности при изучении предмета и решении геометрических задач.
2. Расширение демонстрационных возможностей традиционного чтения лекций.
3. Возможность просмотреть и изучить теоретический материал повторно (на электронном курсе лекции выложены более информативно с большим количеством иллюстраций, используется анимация).
4. Улучшение восприятия и понимания предмета.
5. Умение самостоятельно работать над предоставленным материалом.
6. Возможность проверить степень усвоения полученных знаний, отвечая на вопросы, тесты, работая на форумах.
7. Повышение качества знаний и формирование более развитого пространственного мышления студентов.
8. Возможность заработать дополнительные баллы за хорошую работу.

Курсы электронного обучения позволяют отставшим по разным причинам студентам изучить теоретический материал и выполнить задание самостоятельно, консультируясь у преподавателя только по сложным вопросам.

Например, в прошлом учебном году несколько студентов часто уезжали на спортивные соревнования за пределы республики. Занимаясь дистанционно, все они закончили семестр вовремя с отличными и хорошими оценками. Электронные курсы также эффективны при работе с должниками.

Успешные студенты сразу уловили преимущество использования курсов в процессе учёбы. Они знакомятся с выложенным теоретическим материалом по теме до выдачи его преподавателем, тем самым оказываясь в выгодном положении при опросах и контрольных работах, активно зарабатывают дополнительные баллы. Слабые студенты не умеют учиться и стараются проигнорировать электронное обучение. Для мотивации работы учащихся с электронными курсами варианты заданий и примеры их решений необходимо выкладывать только в электронном виде на этих курсах. Особый интерес у слабых студентов вызывают тестовые задания, позволяющие набрать дополнительные баллы. Скорее всего, они выполняются не самостоятельно, поэтому за такие опросы не стоит давать высокие баллы. Тесты должны содержать разные вопросы по теме для каждого пользователя. При решении задач рассмотренных в лекции необходимо требовать изучения этого теоретического материала, периодически проводя экспресс-опрос на лабораторных занятиях. Тогда учащиеся сами поймут все преимущества работы с электронными курсами и будут активно их использовать.

Находясь в среде Интернет, студент может в процессе работы над материалом курса обратиться к любым мировым источникам: к ресурсам других образовательных центров, электронным библиотекам, энциклопедиям, словарям. К сожалению, охотно и эффективно работают в электронных курсах студенты, умеющие самостоятельно учиться и мотивированные к процессу обучения. В средней по успеваемости группе; 30% студентов работают активно с опережением, 50% - параллельно или с небольшим отставанием, 20% – не пользуются курсами, или заходят эпизодически.

Методика преподавания дисциплины нуждается в постоянном совершенствовании, в переосмысливании всего накопленного ею методического материала с целью приведения его в стройную систему в соответствии с уровнями развития технических, педагогических, психологических, социальных запросов общества к содержанию инженерного образования. Электронные курсы постоянно модифицируются, подстраиваются под набранный контингент учащихся. Нужно стремиться пробудить интерес первокурсника к предмету с целью максимального овладения теоретическими и практическими знаниями по начертательной геометрии и инженерной графике, геометрическому моделированию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моисеева О.А. Использование онлайн-курса по начертательной геометрии и инженерной графике в образовательном процессе вуза - В сборнике: Современные проблемы технического образования. Материалы Всероссийской научно-методической конференции.- Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018, с.82-85.

2. Моисеева О.А., Полушина Т.А. Разработка и внедрение электронных курсов по дисциплинам кафедры начертательной геометрии и графики Поволжского государственного технологического университета – В сборнике: Всероссийское совещание заведующих кафедрами инженерно-графических дисциплин технических вузов (п. Дивноморское, 26–28 мая 2015): материалы и доклады. – Ростов н/Д: ДГТУ, 2015. с. 124-127.

УДК 378.14

А. К. Соколов

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЗАДАНИЙ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ

Аннотация. Для предложен метод оценки качества заданий для тестирования знаний. Метод позволяет по анализу результатов тестирования выявить наиболее сложные и простые вопросы. При анализе используются количество правильных и неправильных ответов на каждое задание и общие рейтинги студентов.

Ключевые слова. Учебная дисциплина, метод, анализ, тестирование знаний, оценка качества заданий.

А. К. Sokolov

METHODS OF QUALITY ASSESSMENT ACTIVITIES TO TEST KNOWLEDGE

Abstract: For the proposed method of assessing the quality of tasks for testing knowledge. The method allows the analysis of test results to identify the most complex and simple questions. The analysis uses the number of correct and incorrect answers to each task and the overall student ratings.

Keyword: Academic discipline, method, analysis, knowledge testing, assessment of the quality of tasks.

Тестирование применяется для оценки степени усвоения учебного материала. Качество тестирования в значительной степени определяется многими характеристиками тестовых заданий. Методические рекомендации составлению тестовых заданий имеются в литературе, например в работах [1-6]. Однако проблему составления тестовых заданий преподавателям в большинстве случаев приходится решать самостоятельно, с учетом

особенностей учебного курса. Качество тестовых заданий можно улучшать путем анализа и оценки результатов тестирования знаний.

Оценка качества тестовых заданий необходима для повышения эффективности тестирования знаний и совершенствования учебного процесса.

Тестирование проводимое путем выбора одного или нескольких правильных ответов не в полной мере позволяет объективно оценить знания. Наибольшую сложность представляет формулировка неправильных ответов.

Наибольшее распространение получили универсальные системы тестирования, которые не зависят от предметной области. К числу таких систем относится MyTestXPro, система программ для создания и проведения компьютерного тестирования знаний, сбора и анализа результатов.

Для оценки степени освоения учебной дисциплины может использоваться анкетирование студентов и анализ результатов тестирования групп студентов.

Анкетирование – это процедура проведения опроса в письменной форме с помощью заранее подготовленных бланков [7]. Метод позволяет оперативно и анонимно получать информацию от большого количества студентов по особенностям преподавания дисциплины, контроля уровня ее усвоения.

К недостаткам анкетирования относят однозначность формулировки вопросов и не всегда достаточная достоверность подобных «самоотчетов».

Анализ результатов тестирования знаний позволяет решить две задачи

- оценить качество тестовых заданий (выявить сложные и простые задания для их последующего редактирования) и
- оценить степень освоения различных тем учебнокурса по проценту правильных ответов на данных студентами по каждой теме.

В общем случае тестовые задания должны иметь различные степени сложности. В противном случае, если задания будут достаточно простыми, то все студенты получат примерно равные оценки (высокие) оценки.

В статье [8] предложена методика, использующая довольно сложный математический аппарат, которая по ответам студентов на вопросы тестов позволяет выявить фактическую сложность заданий и определить примерный список «проблемных» и «бесполезных» вопросов.

Для оценки качества заданий в данной статье предложен более простой метод анализа результатов тестирования, который позволяет выявить наиболее сложные, неясно сформулированные или слишком простые задания для их дальнейшего редактирования.

Оценку качества заданий предлагается выполнять по анализу следующих показателей результатов тестирования:

- количеству (проценту) правильных или неверных ответов на каждое тестовое задание;
- количеству (проценту) заданий, на которые дали 100 % правильных ответов «средние» студентов
- количеству (проценту) заданий, на которые не дали правильного ответа «сильные» студенты.

Для тестирования знаний нами использовалась программа MyTestXPro [9], которая состоит из трех модулей: Модуль тестирования (MyTestStudent), Редактор тестов (MyTestEditor) и Журнал тестирования (MyTestServer). Программа MyTestXPro работает с десятью типами заданий. Во время тестирования программа MyTestStudent сохраняет и передает модулю MyTestServer журнал тестирования, который включает список тестируемых с указанием правильных и неправильных ответов, продолжительность обдумывания каждого задания и всего тестирования.

Анализ тестовых заданий для оценки их качества и степени освоения тем учебных курсов проведен для нескольких учебных дисциплин*. Ограничимся рассмотрением примера анализа тестовых заданий учебной дисциплины «Экология». Тестовые задания по «Экологии» разбиты на 28 тем. Общее количество заданий – 366.

Пример результатов тестирования знаний студентов, которые выведены программой MyTestServer, показан в таблице 1. В таблице указаны Ф.И. студентов, номера вопросов и результаты ответов на них. Правильные ответы обозначены – «+», а неправильные – «-». Для тестовых заданий, не заданных студенту, знаки «+» или «-» отсутствуют.

Таблица 1. Фрагмент результатов тестирования по учебной дисциплине «Экология» группы

Ф.И. студента	№ задания							
	1	2	3	4	5	6	...	366
Х-1	+	-	+	+				+
.....								
Х-к-1	-	+		-	+	+		
Х-к	-	+		+	+			

Для математической обработки результатов данные из MyTestServer копировались в программу Microsoft Office Excel. Для математической обработки данных знак «+» заменялся на «1», а знак «-» – на «-1». При большом количестве анализируемых заданий таблица разбивалась на части для удобства просмотра данных на дисплее и печати данных.

Анализ степени освоения тем учебной дисциплины проведен после итогового тестирования (зачета) у группы в количестве 18 человек в декабре 2017 г. В результате дидактического анализа (табл. 2) были определены темы, освоенные студентами менее чем на 60% (количество правильных ответов составило менее 60%).

Таблица 2. Темы учебной дисциплины «Экология», процент освоения которых Р составил менее чем на 60%

№	Тема	Р
2	Введение. Защита окружающей среды - международная проблема	59
6	1.3.1. Уровень воздействия на окружающую среду	44
7	1.3.2. Факторы, увеличивающие УВОС	60
8	1.3.3. Законодательная защита окружающей среды	50
10	1.3.5. Способы повышения уровня экологичности технологий	58
20	3.5. Энергетика экосистем. Пирамиды энергии и биомасс.	56
21	3.6. Связи организмов в экосистемах	56
22	3.7. Экологическая ниша. Сообщества.	47
23	3.8. Экологические сукцессии	44
24	3.9. Стабильность устойчивость экосистем	39
25	4.1. Закономерности, определяющие связи организмов со средой	56
27	4.3. Биотический потенциал и сопротивление среды	50

* В работе принимала участие бакалавр Лёвкина Н.В.

Результаты тестирования (зачета) других групп в 2017 г. и групп, сдававших зачет в 2018 г., были значительно лучше. Тем не менее на методику преподавания этих тем и составления заданий для тестирования следует обратить внимание.

Оценку качества тестовых заданий предлагается выполнять по количеству правильных ответов, которые дали студенты, имеющие разные рейтинги. Для оценки ответов используется дихотомическая шкала: 1 – верно, 0 – не верно.

Анализ качества тестов по результатам тестирования предлагается выполнять в два этапа.

На первом этапе определяются задания, на которые дали ответ все студенты (100 %), и задания, на которые дали верный ответ только половина студентов (50%).

Из этих заданий составляют два списка, из которых следует определить очень сложные и очень простые задания.

В группу **П₁₀₀** включаются задания, на которые дали ответ все студенты (100 %).

В группу **С₅₀** включаются задания, на которые дали ответ половина студентов (50 %).

На втором этапе следует отобрать задания с учетом общего рейтинга студентов для формирования двух списков простых **П_р** и сложных **С_р** вопросов. Для этого из общего списка группы выбираются обучающиеся с высоким баллом и учащиеся со средним баллом рейтинга.

Простыми (список **П_р**) предлагается считать вопросы из группы **П**, на которые дали верный ответ учащиеся с низким баллом общего рейтинга.

Сложными (список **С_р**) предлагается считать вопросы из группы **С**, на которые не дали верный ответ учащиеся со средним и высоким баллами.

Вопросы из списков **П_р** и **С_р** должны исключаться из общего списка заданий или повторно редактироваться: вопросы из списка **П_р** должны заменяться более сложными, а вопросы из списка **С_р** должны заменяться более простыми.

Для формирования групп заданий **П₁₀₀** и **С₅₀** из общего списка заданий исключаются задания, которые не были заданы ни одному студенту, а для оставшегося списка указывается процент правильных ответов на задание теста. На рис. 1 показана часть диаграммы, на которой указаны проценты правильных ответов. Номера вопросов № 6, 17, 25 и др., на которые получены не более 50% правильных ответов выделены красным цветом.

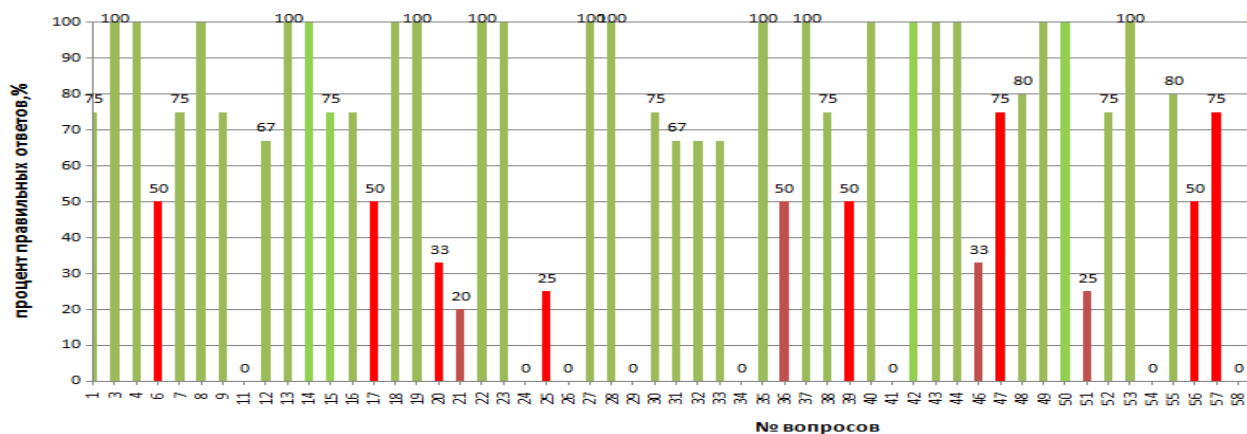


Рис. 1. Процент правильных ответов на задания № 1-58 по учебной дисциплине «Экология» (Дата проведения тестирования: 04.12.2017 г.)

По диаграммам с процентами правильных ответов был определен список **П**, в который вошло 30 вопросов теста. В список **С** вошли 102 вопроса.

На втором этапе с учетом общего рейтинга студентов были сформированы списки простых **П_р** и сложных **С_р** вопросов. В группу **П_р** попали 12 вопросов, а **С_р** включили 18

вопросов. Сложными вопросами посчитали те вопросы, на которые «отличники» и «хорошисты» не смогли дать верный ответ, а так же вопросы на которые ответили менее 50% студентов.

Вывод. Предложен сравнительно простой метод оценки качества заданий для тестирования знаний. Анализ результатов тестирования позволит скорректировать тестовые задания и процесс обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Компьютерное тестирование* [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.litsoch.ru/>
2. *Методические рекомендации по введению системы тестирования учебных достижений студентов в вузе* [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.bestreferat.ru/files/84/bestreferat-396184.docx>
3. *Методические рекомендации по составлению банков тестовых заданий* [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.bestreferat.ru/files/18/bestreferat-396618.docx>
4. *Методические рекомендации по составлению заданий в тестовой форме* [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://medbaley.ru/p95aa1.html>
5. *Чурина К. В., Зимина Е. К. Тестирование как форма контроля результатов обучения* // Молодой ученый. — 2015. — №9. — С. 1214-1217. — URL <https://moluch.ru/archive/89/18283/>
6. *Методические рекомендации по составлению заданий в тестовой форме.* [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://medbaley.ru/p95aa1.html>
7. *Анкетирование как метод исследования* [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://zodorov.ru/ekzamenacionnij-bilet-1-teoriya-i-metodika-fizicheskoy-kuletur.html?page=65>
8. *Гедранович В.В., Гедранович А.Б. Методика оценки качества тестовых заданий/ Инновационные образовательные технологии.* 2011.– № 2. – С. 19–25.
9. *Справочное руководство по программе MyTestXPro* [Электронный ресурс] – режим доступа: http://mytest.klyaksa.net/wiki/Заглавная_страница

УДК 378

Е. Г. Белкина, Т. П. Кустова, Н. А. Магдалинова
ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ХИМИИ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Аннотация: В статье представлена структура лабораторного практикума по фармацевтической химии для подготовки бакалавров по профилю «Медицинская и фармацевтическая химия», приведены примеры заданий практикума, обозначены профессиональные компетенции, формированию которых способствует выполнение данного практикума.

Ключевые слова: практикум по фармацевтической химии, профессиональные стандарты, профессиональные компетенции.

Е. Г. Belkina, T. P. Kustova, N. A. Magdalinova

LABORATORIAL PRACTICUM OF PHARMACEUTICAL CHEMISTRY AS MEANS OF THE FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCES

Abstract: The article presents the structure of the laboratorial practicum of pharmaceutical chemistry for the preparation of bachelors in the profile «Medical and Pharmaceutical Chemistry», gives examples of the tasks of the practical works, identifies professional competencies, the formation of which contributes to the implementation of this practicum.

Keywords: practicum in pharmaceutical chemistry, professional standards, professional competencies.

Подготовка бакалавров по профилю «Медицинская и фармацевтическая химия» является актуальной и своевременной для решения приоритетных задач, стоящих перед Российской Федерацией в сфере подготовки высококвалифицированных кадров для отечественной фармацевтической промышленности. Это одна из наиболее интенсивно развивающихся отраслей промышленности. В области фармацевтики происходит активное импортозамещение, следовательно, спрос на специалистов-химиков, способных анализировать, синтезировать, разрабатывать новые лекарственные средства, будет неуклонно расти.

На биолого-химическом факультете ИвГУ с 2017/2018 учебного года реализуется новая образовательная программа (ОП) «Медицинская и фармацевтическая химия» по направлению подготовки 04.03.01 Химия в рамках ФГОС ВО. ОП имеет своей целью подготовку бакалавров для научно-исследовательской работы, связанной с использованием химических явлений и процессов при разработке и исследовании лекарственных средств и биологически активных веществ; для производственно-технологической деятельности в области производства лекарственных средств и биологически активных веществ; для преподавания химических дисциплин путем развития у студентов личностных качеств и формирования общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Выпускники образовательной программы «Медицинская и фармацевтическая химия» могут работать в учреждениях РАН в области тонкого органического синтеза и исследования новых лекарственных и биологически активных веществ, в лабораториях предприятий-производителей лекарств, а также на предприятиях пищевой, парфюмерной и фармацевтической промышленности; в криминалистических и медицинских лабораториях; в образовательных учреждениях.

Учебным планом данной ОП предусмотрено выполнение практикума по медицинской и фармацевтической химии, который формирует следующие компетенции:

а) общепрофессиональную: знание норм техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6);

б) профессиональные:

- владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2);

- способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов (ПК-4).

В связи с переходом с 01.01.2019 на образовательные стандарты нового поколения (ФГОС 3++) актуальной становится ориентация образовательной программы на профессиональные стандарты (ПС), соответствующие профилю подготовки. В качестве такого ПС нами был выбран профессиональный стандарт «Специалист по промышленной фармации в области контроля качества лекарственных средств» (код 02.013), утверждённый Приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 431н [1]. Согласно ПС 02.013 выпускник бакалавриата должен быть готов к проведению работ по контролю качества фармацевтического производства (обобщенная трудовая функция 3.1), в частности, к проведению испытаний образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды (трудовая функция 3.1.2).

В связи с этим нами была сформулирована профессиональная компетенция: способность проводить исследования образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды, в том числе с использованием технических средств. Формирование этой профессиональной компетенции наряду с другими дисциплинами учебного плана будет обеспечивать практикум по медицинской и фармацевтической химии. Этот практикум является новым в структуре подготовки бакалавров-химиков, ранее на биолого-химическом факультете ИвГУ он не реализовывался.

Практикум относится к обязательным дисциплинам вариативной части, и будет выполняться в 7-м семестре в объёме 180 часов (5 зачетных единиц). В качестве формы промежуточной аттестации предусмотрен зачёт.

В настоящее время практикум по медицинской и фармацевтической химии реализуется в пилотном режиме для студентов 1 курса по направлению подготовки 04.04.01 Химия (профиль «Органическая и биологическая химия»). Проводится отбор методик качественного и количественного анализа лекарственных средств на основе фармакопейных статей Государственной фармакопеи РФ [4], подбираются необходимые реактивы и оборудование, осуществляется отработка опытов.

Остановимся на содержательной части практикума. Практикум включает два тематических раздела:

- фармацевтическая химия (10 лабораторных работ по 6 часов каждая);
- медицинская химия (6 лабораторных работ по 6 часов каждая) [2].

В рамках первого раздела предусмотрено выполнение качественного анализа фармацевтических субстанций неорганического происхождения (определение катионов и анионов), проведение реакций на установление подлинности и чистоты лекарственных средств, таких как: калия йодид, магния сульфат, водорода пероксид. Для фармацевтических субстанций органической природы проводятся реакции на функциональные группы следующих классов органических соединений: спирты, альдегиды, углеводы, фенолы, карбоновые и ароматические кислоты, фенолокислоты, анилиды, гетероциклические соединения, аминокислоты, также проводятся реакции на установление подлинности и чистоты лекарственных средств: глицерин, глюкоза, глюконат кальция, кислота ацетилсалициловая, парацетамол, фталазол, сульгин, новокаина гидрохлорид, кислота аскорбиновая, фурацилин, аскорутин, анальгин, корвалол, индометацин, дибазол и т. д.

Наряду с качественными реакциями на катионы, анионы и функциональные группы органических соединений практикум включает методики количественного определения лекарственных средств (раствор формальдегида, раствор глюкозы, раствор перекиси водорода) [3, 5–7].

Ниже в качестве примеров приведём два задания практикума по фармацевтической химии.

I. Пример задания на установление подлинности лекарственного средства неорганического происхождения.

**Установление подлинности лекарственного средства Магния сульфат
 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ Magnesii sulfas**

Синонимы: горькая соль, salamarum, magnesium sulfurricum.

Общее описание лекарственной формы: бесцветные призматические кристаллы, выветривающиеся на воздухе, легко растворимы в воде, практически не растворимы в спирте. Водные растворы имеют горько-солёный вкус.

Установление подлинности

1. Обнаружение катиона магния. К 1 мл 1% раствора соли магния прибавляют 1 мл раствора аммония хлорида, 0,5 мл раствора натрия фосфата и 1 мл раствора аммиака. Образуется белый кристаллический осадок смешанной соли фосфата аммония и магния, растворимый при добавлении нескольких капель концентрированной уксусной кислоты. Напишите уравнения реакции.

2. Обнаружение сульфат-аниона. К 2 мл 1% раствора магния сульфата прибавляют 0,5 мл соляной кислоты разведенной (~8%) и 0,5 мл раствора бария хлорида. Образуется белый осадок, нерастворимый в разведенных минеральных кислотах. Напишите уравнения реакции.

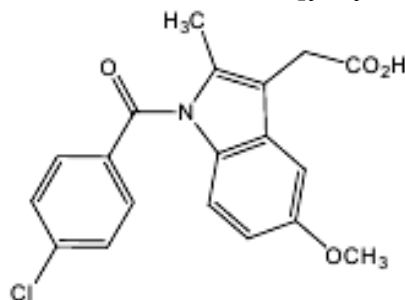
II. Пример задания на установление подлинности лекарственного средства органического происхождения.

Установление подлинности и чистоты лекарственного средства

Таблетки индометацина 0,025 г

Tabulettae indometacini 0,025 g

[1-(4-хлорбензоил)-5-метокси-2-метилиндолил]уксусная кислота



C₁₉H₁₆ClNO₄

М.м. 357,8

Общее описание лекарственной формы: кристаллический порошок от белого до желтого цвета. Практически не растворим в воде, умеренно растворим в 96% спирте. Нестероидное противовоспалительное средство.

Установление подлинности

1. Растворяют 0,1 г порошка растертых таблеток в 100 мл воды, содержащей 0,5 мл 1 М раствора натрия гидроксида. Раствор фильтруют. К 1 мл полученного раствора прибавляют 1 мл свежеприготовленного 0,1% раствора натрия нитрита и оставляют на 5 мин, после чего прибавляют 0,5 мл серной кислоты концентрированной – появляется темно-желтое окрашивание, выделение газа.

2. К 1 мл раствора прибавляют 1 мл 0,1% раствора натрия нитрита и через 5 минут – 0,5 мл соляной кислоты концентрированной. Появляется зеленое окрашивание, бурное выделение газа.

3. К 0,5 г порошка растертых таблеток прибавляют 5 мл 0,1 М раствора натрия гидроксида, фильтруют. С фильтратом проводят реакции с железом(III) хлоридом, меди сульфатом, кобальта нитратом. Напишите уравнения реакции.

При оформлении лабораторного отчета студенты описывают ход работы, наблюдаемые явления, приводят уравнения протекающих реакций, указывают применение исследуемого препарата, условия его хранения.

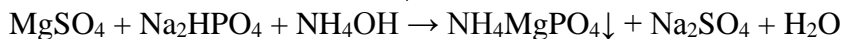
Пример оформления опыта

Магния сульфат (MgSO₄•7H₂O) Magnesii sulfas

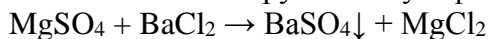
Синонимы: горькая соль, Magnesium sulfuricum, Salamarum

Бесцветные призматические кристаллы, выветривающиеся на воздухе, легко растворимы в воде (1:1 в холодной и 3,3:1 в кипящей); практически не растворимы в спирте. Водные растворы имеют горько-соленый вкус.

Методика 1. Обнаружение катиона магния



Методика 2. Обнаружение сульфат-иона раствором бария хлорида



Применение. Используют в качестве слабительного и желчегонного средства, а иногда успокаивающего, спазмолитического и противосудорожного.

Формы выпуска: порошок; 20% или 25% раствор в ампулах по 5, 10 и 20 мл.

Хранение. В хорошо укупоренной таре.

К настоящему времени в пилотном режиме проведено пять лабораторных работ практикума по фармацевтической химии. Следует отметить, что, в целом, студенты успешно справляются с предложенными заданиями, небольшие затруднения возникают при написании уравнений реакций с участием органических лекарственных средств.

Резюмируя вышеизложенное, можно утверждать, что выполнение в рамках практикума по фармацевтической химии качественного и количественного анализа лекарственных препаратов способствует формированию профессиональных компетенций бакалавра, осваивающего ОП профиля «Медицинская и фармацевтическая химия». Это в дальнейшем позволит ему успешно работать в учреждениях РАН, занимающихся синтезом и исследованием новых лекарственных и биологически активных веществ, в лабораториях предприятий-производителей лекарств, а также на предприятиях пищевой и парфюмерной промышленности; в криминалистических и медицинских лабораториях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная фармакопея XIII online (ГФ 13 online). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pharmascorp.eia.ru/gosudarstvennaya-farmakopeya-xiii-online-gf-13-online/> (дата обращения: 6.03.2019).
2. Граник В. Г. Основы медицинской химии. М.: Вузовская книга, 5-е изд., 2016. 384 с.
3. Основы органической химии лекарственных веществ / А. Т. Солдатенков, Н. М. Колядина, И. В. Шендрик. М.: Химия, 2001. 192 с. ил.
4. Профессиональный стандарт «Специалист по промышленной фармации в области контроля качества лекарственных средств». Утвержден Приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 431н.
5. Фармацевтическая химия. Под ред. проф. Т. В. Плетеневой. М.: Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2017. 815 с.
6. Фармацевтическая химия: учебное пособие / под ред. А. П. Арзамасцева. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. 640 с.
7. Фармацевтическая химия: учебно-методическое пособие / сост. Г. В. Шаталов, Л. И. Гусева, А. И. Сливкин, А. С. Шестаков, В. А. Кузнецов. Воронеж, 2004. 79 с.

УДК 81'27;81'271

Е. Н. Басов, И. Е. Елфимов

ФГБОУ ВО Кубанский государственный технологический университет

КУЛЬТУРА СПОРТА И СПОРТИВНЫЕ ТРАДИЦИИ

Аннотация: На протяжении всей истории человечества спорт был неотъемлемой частью жизни и целой сферой человеческой культуры. Все сферы культуры оказывают влияние друг на друга, спорт не является исключением. Он отражает в себе изменения в обществе, и сам также оказывает влияние на общество. Но в современном мире многие культурные ценности изменились, стали размыты или были утрачены. Это коснулось и спорта.

Ключевые слова: Спорт, Традиции, Этика, Воспитание, Спортивные нормы, Функции спорта.

Е. N. Basov, I. E. Elfimov

SPORTS CULTURE AND SPORTS TRADITIONS

Abstract: Throughout human history, sport has been an integral part of life and an integral part of human culture. All cultural spheres influence each other, sport is no exception. It reflects changes in society and also has an impact on society. But in today's world, many cultural values have changed, become blurred or lost. This has also affected sport.

Keywords: Sports, Traditions, Ethics, Education, Sports norms, Sports functions.

В древнем мире первобытным людям приходилось бороться за свое существование. Хорошее физическое развитие очень помогало в выживании. Австралийские аборигены все еще используют древний метод охоты – преследование животного долгое время, пока оно не упадет от усталости. Люди «тренировали» выносливость в беге на длинной дистанции. Это можно назвать аналогом кроссовой подготовки. Физическая форма поддерживалась, кроме того, и тренировками. Австралийские аборигены постоянно упражнялись в стрельбе из лука и метании бумеранга, соревновались в беге и прыжках, играли в некое подобие мяча.

У индейских племен Америки пользовались популярностью бросание мяча в цель, бег на дальние расстояния, поднятие тяжестей в виде камней различного веса. Среди многих индейских племен была популярна групповая игра с мячом, сделанным из каучука, целью каждой команды в этой игре было – забросить мяч в кольцо команды соперника, прикрепленное к столбу или стене. Эта первобытная игра являлась прародителем игровых командных видов спорта, таких как баскетбол, волейбол, регби.

Среди африканских племен было популярно фехтование на палках, бег, это также объясняется тем, что их охотничьи обычаи перекладывались на методы физической подготовки и тем, что среда в которой они жили требовала способности убежать от преследования. Поэтому племена бушменов и отличались исключительной выносливостью. Их состязания в беге по холмистой местности иногда продолжались весь день. Благодаря такой тренировке охотники могли преследовать добычу в течение многих часов, а затем и доставлять тяжёлый груз домой.[1]

Со временем стали формироваться определенные спортивные дисциплины, со своими правилами и традициями. Появлялась спортивная этика.

Этику мы понимаем как - (греч. *ethika* от *ethos* обычай, нрав, характер), философская дисциплина, изучающая мораль, нравственность [2].

Соответственно, спортивная этика – это «часть общей этики, в которой рассматриваются, изучаются и анализируются профессиональные особенности морали, порожденной спецификой учебно-тренировочного процесса, своеобразием спортивной борьбы и сложностью взаимоотношений людей, причастных к спорту» [3].

Спортивная этика в обыденном понимании — неписанные нормы поведения людей, причастных к спорту. Одна из этих норм - честность. Честность — одна из основных человеческих добродетелей, качество, которое отражает одно из важнейших требований нравственности. Это понятие включает в себя правдивость, принципиальность, верность принятым обязательствам, субъективную убежденность в правоте дела, искренность перед другими и перед самим собой. Противоположностью честности являются обман, ложь, воровство, вероломство, лицемерие.

Еще одной нормой спортивной этики является так называемая способность «держаться в руках» в трудных ситуациях. Не поддаваться панике и гневу, быть более сдержанным. К примеру, спортсмен никогда не должен вступать в спор с судьей. Эти нормы также не позволяют бросать начатое, сдаваться, сходить с дистанции, даже если спортсмен уверен в своем поражении, он должен довести дело до конца.

Отношение к сопернику — показатель подлинной воспитанности спортсмена. Не стоит оскорблять соперника после вашего поражения, нужно смириться, и принять его с достоинством, отдавая должное мастерству оппонента, поздравить его с победой.

Эти нормы относятся как к самим спортсменам, так и к их тренерам. Любой уважающий себя спортсмен или тренер должен также уважать всех остальных участников состязаний.

Соблюдение всех этих норм делает спорт более привлекательным для новых людей. Таким образом в него вовлекается большое количество молодежи и не только.

Подлинная этика в спорте связана с такими ценностными понятиями, как патриотизм, долг и ответственность, дружба и коллективизм, честь и достоинство, справедливость и бескорыстие.

Благодаря технологическому прогрессу добывать еду стало гораздо легче и у людей появилось много свободного времени. Спортивная подготовка последовательно переходит в хобби, удовольствие, образ жизни. Теперь спорт стал способом воспитания новых поколений и сферой реализации эстетических ценностей: покорение природы, познание себя и доведение своих действий до совершенства. Люди начали проводить соревнования между лучшими спортсменами. Например, Олимпийские игры в Древней Греции. Они были для греков даже большим, чем просто спортивными состязаниями. На время Игр прекращались войны и люди из враждующих полисов “сражались” за первенство в спортивных дисциплинах. Главной наградой за победу в играх был огромный почет для атлета и полиса, который он представлял.

В настоящее время взгляд на спортивную культуру более широк. У спорта выделяют ряд функций:

Функция лично-направленного воспитания обучения и развития: Сложность в выполнении некоторых элементов спортивных дисциплин, упорные тренировки и требовательность к себе развивают силу воли человека и укрепляют его дух. Человек также обучается и становится дисциплинированнее, узнавая об особых спортивных традициях.

Оздоровительно-рекреативная функция: Регулярные занятия спортом очень хорошо сказываются на организме человека. Тренируются сила, ловкость и выносливость. В ряде случаев спорт может помочь в излечении некоторых заболеваний, хорошая физическая форма позволяет пережить многие заболевания гораздо легче. Спорт также вырабатывает в человеке привычку следить за своим здоровьем и соблюдать здоровый образ жизни.

Экономическая функция: Спорт является частью экономики, ведь в этой сфере работают много людей и привлечены большие финансы. Также он дает талантливым, усердным и готовым работать над собой людям возможность проявить себя. Спорт создает рабочие места, ведь для многих людей это не просто хобби, а работа, которой они, возможно, посвятят всю жизнь.

Коммуникативная функция: Спортивные соревнования делают людей из разных стран, с различными культурами ближе. Дают повод для укрепления межнациональных отношений. Дают людям возможность узнать о других народах и их культуре больше.

Эмоциональная функция: Мастерство владения тем или иным видом спорта можно назвать искусством. Профессиональные спортсмены оттачивают свои навыки до безупречности, делая свои движения красивыми и плавными. Многим людям интересно наблюдать за выполнением таких трюков и наслаждаться этим. Помимо этого многие спортивные состязания могут вызывать ощущение праздника, особенно у детей.

Функция социализации личности: Спорт объединяет людей в группы, в таких группах формируются специфические отношения между их участниками. Молодежь приобщается к социальной жизни своей страны.

Политическая функция: Основная задача спорта в этом направлении – сформировать чувство национальной самоидентификации. Заставить людей “болеть за своих” и, таким образом, сплотить тот или иной народ.

В современном мире многие спортивные ценности потеряли свою значимость, теперь спорт для многих является лишь способом заработать или прославиться. Статистика говорит что многие современные студенты не имеют точных представлений о том что такое спортивная этика, не говоря уже о её нормах. Многие из них не знают как нужно вести себя в спор-

тивном зале. Имеют мало представлений о спортивных традициях. Некоторые могут проявлять неуважение к тренеру и судье, если не согласны с ними.

Но большинство из них считают себя честными и готовыми к обучению. Обучение молодых людей нормам спортивной этики, прививание заинтересованности в спортивных традициях и общего интереса к спорту ложится на плечи тренеров, преподавателей физического воспитания и учителей физической культуры. Если обращать внимание на них с самого детства и передавать им интерес и уважение к спорту, то можно воспитать отличное поколение спортсменов, знающих и уважающих то, чем они занимаются.

Не смотря на проблему незнания современными людьми спортивной этики, спорт в наше время остаётся важной частью человеческой культуры. Каждый человек, так или иначе, связан со спортом. И многие люди всё еще ценят его эстетическую часть и могут наслаждаться им.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. История зарождения спорта [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://zdorovosport.ru/history.html>
2. Большой энциклопедический словарь.2000 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc3p/338482>
3. Спортивная этика. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://helpiks.org/8-63573.html>

УДК 378

О. А. Снимщикова, А. В. Лыткин

ФГБОУ ВО Кубанский государственный технологический университет

ПОВЫШЕНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНОСТИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ И РАЗВИТИИ МОТИВАЦИИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ВЫСШЕМ ТЕХНИЧЕСКОМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

Аннотация: Автором выявлены и описаны формальная и содержательная сторона развития мотивации у студентов высшего технического учебного заведения. Даны расширенные определения терминов, исследован теоретический материал по проблематике.

Ключевые слова: мотивация, психология, педагогика, моторика, развитие, практика, обучение, фактор, педагогический закон, психологический фактор, преподаватель, учебная дисциплина.

О. А. Snimshchikova, A. V. Lytkin

IMPROVING THE FUNDAMENTALITY IN THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF THE MOTIVATION OF TEACHING STUDENTS IN A HIGHER TECHNICAL EDUCATIONAL INSTITUTION

Abstract: The author identified and described the formal and meaningful side of the development of motivation among students of a higher technical educational institution. Extended definitions of terms are given, theoretical material on the subject is investigated.

Keywords: motivation, psychology, pedagogy, motor skills, development, practice, training, factor, pedagogical law, psychological factor, teacher, academic discipline.

Социальное движение последних лет можно обозначить как мощное и быстрое научно-техническое и социально-экономическое развитие жизнедеятельности общества. Система высшего профессионального образования и подготовки высококвалифицированных специалистов должна соответствовать этому периоду времени.

На первый план стали выходить: готовность к профессиональному саморазвитию и самосовершенствованию, познавательная активность, умение обрабатывать большое количество различной информации, способность адаптироваться к изменяющимся условиям учебной и профессиональной деятельности. Выполнение данных требований невозможно без наличия хорошей учебно-профессиональной мотивации у студентов высшего учебного заведения.

Одно из максимально эффективных средств учебно-профессиональной мотивации будущих специалистов выступает социально-психологический тренинг. Но единого понимания того, как применяется подобный тренинг для формирования учебно-профессиональной мотивации студентов, нет. Вследствие чего изучение, описание и решение этих вопросов становится актуальным.

Экономические особенности в настоящее время выдвигают на первый план необходимость технического развития общества. Возникает потребность в специалистах технических областей знаний. Для этого необходима соответствующая ориентация подрастающего поколения, для чего должна быть усилена работа по мотивации к обучению в этом направлении.

Мотивация – побуждение к действию, психофизиологический процесс, управляющий поведением человека, определяющий его желание организованно и активно удовлетворять свои потребности.

Мотивация к обучению складывается из постоянно изменяющихся побуждений, поэтому формирование мотивации – не простое возрастание положительного или отрицательного отношения к учащемуся, а усложнение структуры мотивационной сферы, входящих в неё побуждений, появление новых, более зрелых, иногда противоречивых отношений между ними. В неё входят: потребность в учении, смысл учения, эмоции, отношение и интерес.

Слабая потребность к техническому обучению молодежи в обществе связана с имеющей место последние десятилетия гуманитарной ориентацией общества и возросшим интересом к этой сфере деятельности. В результате возникают трудности в обучении студентов в высших технических учебных заведениях.

Три шкалы группировки видов мотивации обучающегося:

1. «приобретение знаний» (стремление к приобретению знаний, любознательность);
2. «овладение профессией» (стремление овладеть профессиональными знаниями и сформировать профессионально важные качества);
3. «получение диплома» (стремление приобрести диплом при формальном усвоении знаний, стремление к поиску обходных путей при сдаче экзаменов и зачетов).

Виды мотивации расположены в порядке приоритета поступления в технический вуз. При этом первая половина связана с технической мотивацией, а вторая половина связана с любыми мотивами.

В анонимном опросе было получено множество разных ответов от большого количества студентов. Некоторые студенты отмечали несколько неальтернативных мотивов, относящихся к разным половинам видов мотивации, что вполне допустимо, так как они не противоречили друг другу.

Из результатов опроса стало видно, что:

1. Приоритетным мотивом для двух третей студентов явились довузовское увлечение или способности именно в технической области, что очень важно с точки зрения призвания к данной деятельности. Таким студентам не будет требоваться жесткая дополнительная мотивация. Они сами будут заинтересованно и продуктивно работать.

2. Следующим по приоритету мотивом является престижность технического вуза или факультета. Этот мотив может быть дополнением к мотиву из пункта 1. Но, если этот мотив

главный (престижный), то возможны трудности, связанные с незаинтересованностью студента в получении технических знаний, незаинтересованностью обучения и, в дальнейшем, низкой успеваемостью.

3. Мотив приобретения знаний по современным модным направлениям науки и техники оказался ниже предыдущих и был отмечен менее чем у половины студентов. Возможно, это вызвано тем, что студенты связывают его с первым видом мотивации и считают очевидным, или их поступление не связано с желанием работать с техникой, а вызвано модой. В этом случае потребуется работа над повышением технической мотивации студентов.

4. Подготовка будущих студентов в школах с профильно-техническим уклоном является важным мотивом, но он не определяющий для большинства студентов, хотя и составляет около 20% набора.

5. Рекомендациями родственников, знакомых или кого-то еще воспользовались от 10% до 20% студентов - это говорит о том, что влияние окружения имеет значение, но играет роль не определяющего значения.

6. Также один из немаловажных факторов в мотивации (почти у каждого пятого студента) явилась возможность получения бесплатного (бюджетного) образования – это говорит о важности финансовой стороны в получении высшего образования.

7. Удобное территориальное расположение учебного заведения (близость к жилью, транспорт и др.), а также освобождение от призыва в армию (для мужчин) и обучение для любой карьеры отметил, примерно, каждый десятый студент. Такие студенты являются очень сложным контингентом для развития мотивации обучения. Следовательно они будут образовывать большую часть отсева обучающихся во время учебы.

Это исследование смогло показать, что получить стопроцентную гарантированную профессиональную мотивацию поступления в технический вуз невозможно, но процент технической профессиональной мотивации достаточно высокий.

Часть студентов покажет полное нежелание к обучению в техническом вузе и будет отчислена. Другая часть, из менее технически мотивированных студентов, может быть заинтересована в обучении с помощью использования разных соответствующих организационных или методических средств.

Из всего вышеперечисленного подтверждается положение, что становление будущего специалиста, являющегося высококвалифицированным, возможно лишь при правильно сформированном мотивационном отношении в процессе профессиональной подготовки. В. А. Якунин, Н. Б. Нестерова отмечают, что

- этап первого курса характеризуется высокими уровневыми показателями профессиональных и учебных мотивов, управляющих учебной деятельностью, вместе с тем они идеализированы, так как обусловлены пониманием их общественного смысла, а не личностного;
- этап второго и третьего курсов отличается общим снижением интенсивности всех мотивационных компонентов: познавательные и профессиональные мотивы перестают управлять учебной деятельностью;
- этап старших курсов характеризуется тем, что возрастает степень сознания и интеграции различных форм мотивов обучения.

Поэтому в процессе обучения требуются дополнительные мероприятия, повышающие мотивацию студентов к обучению.

Для формирования интереса обучения в технических высших учебных заведениях следует учитывать три педагогических закона изложенных Л. С. Выготским:

1. Первый педагогический закон: прежде чем призывать учащегося к какой-либо деятельности, его нужно заинтересовать ею, позаботиться, чтобы он был готов к этой деятельности и напрягал все силы, необходимые для обучения и самостоятельных действий. Преподавателю должен только руководить и направлять деятельность.

2. Второй педагогический закон: насколько интересен предмет и насколько не связан с посторонним для него влиянием наград, наказаний, страха, желания угодить и т.п. Таким

образом, закон заключается в том, чтобы не только вызвать интерес, но чтобы интерес был правильно направлен.

3. Третий педагогический закон предписывает построить всю педагогическую систему в непосредственной близости к жизни (практике), учить тому, что интересует, начинать с того, что знакомо и поднимает интерес.

Таким образом, следует отметить три момента в факторах, определяющих мотивацию обучения: заинтересованность, направленность, практика.

Факторы, которые влияют на повышение мотивации.

1. Внедрение модульно-рейтинговой системы оценки знаний в технических вузах, которая будет действовать на все мотивации. Такая система поможет в строго определенные сроки, в течение семестра, осваивать и подтверждать качество учебного материала, потребует от студента регулярности выполнения заданий и задаст направление его деятельности. Также при успешном усвоении знаний получить более высокую положительную итоговую оценку, что поспособствует большей заинтересованности, осознанию и глубокому изучению материала. И в конечном счете контрольная самостоятельная работа, которая поможет усвоению знаний.

Успеваемость при применении модульно-рейтинговой системы больше и она равномерная в течение всего обучения. Желание учащегося получить максимально высокую оценку повышает его успеваемость, независимо от предмета обучения. Но понижение балла в середине обучения не критично, учащийся быстро адаптируется к нагрузкам и учится еще лучше.

Таким образом, можно сказать, что применение модульно-рейтинговой системы положительно сказывается на прогрессировании и усилении мотивации и заинтересованности технического направления и практики студента в данных дисциплинах.

2. Наглядность изучаемого материала, практическая работа. Для изучения различных технических дисциплин и для выполнения заданий по этим предметам от обучающихся требуется развитая моторика практической деятельности. Моторика – это двигательная активность организма или отдельных органов этого организма. Под ней понимают определенную систему действий, которые в своей сумме нужны для выполнения разных технических задач. Моторика бывает крупная и мелкая.

Мелкая моторика – совокупность скоординированных действий человека, направленных на выполнение точных мелких движений работаю глаз и рук. Ее навыки используются для выполнения точных действий, письма, рисования (черчения) и т.д.

Также надо отметить, что грамотное выполнение практических чертежных работ и технических манипуляций требует точных, скоординированных действий, которые у многих студентов вызывают проблемы и трудности исполнения т. к. их моторика недостаточно развита. Из-за этого у них падает интерес и желание обучаться техническим дисциплинам.

Чтобы мотивировать данную деятельность для студентов разработали специальные рабочие книги, в которых предлагаются разные заготовки для будущих графических изображений, технические законы и материалы, выполняемые студентами во время лекций или практических занятий.

В них наглядно продемонстрированы, поясняющие действия для выполнения поставленных преподавателем технических задач или поясняющие дополнительные материалы для большего усвоения студентами лекций. Данные методические пособия выдаются каждому студенту бесплатно на период изучения дисциплин.

Следовательно, здесь реализуются три педагогических закона, которые определяют мотивацию обучения: направленность, заинтересованность, практика.

Также одна из главных задач технических дисциплин является грамотное умение не только представлять пространственные предметы в графическом (плоском) виде, но и по графическому изображению представлять реальные пространственные предметы. Вся эта работа тоже также связана с моторикой, которая требует скоординированной работы глаз и рук.

Это, как и в первом случае, у многих студентов может вызывать трудности, но не только из-за плохо развитой моторики, но и плохо развитого пространственного воображения. Часто у студента просто не получается сопоставить реальный предмет и его изображение, что приводит к непониманию, а следовательно не способствует заинтересованности к учебе.

Для создания натуральности и наглядности выполняемых работ студентам предлагают работать с настоящими изделиями: деталями и сборочными единицами. Имея в руках такие изделия, сопоставляя их друг с другом, студенту легче разобраться в сути задачи и ответить на поставленные перед ним учебные вопросы. В данном случае наиболее главным является реализация педагогических законов, практики процесса обучения и его мотивации.

3. Применение современных средств информационных (ИКТ), коммуникационных и компьютерных технологий в высших учебных заведениях. Можно выделить два направления использования ИКТ в учебном процессе, что повышает его эффективность в плане мотивации обучения.

Во-первых, применение мультимедийных средств при рассказе учебного материала и проведении практических занятий. Например, электронные доски, компьютерные проекторы, мультимедийные системы связи преподавателя со студентами и наоборот.

Для реализации подобных технологий специально разрабатываются компьютерные курсы лекций и семинаров для преподавателей.

Такие занятия отличаются наглядностью, динамичностью и понятностью. Они не будут заменять способы и приемы, изложенные во втором разделе, а будут дополнять их, вызывая интерес у студентов к изучаемым дисциплинам и к процессу обучения.

Во-вторых, применение систем автоматизированного проектирования (САПР) при выполнении студентами практических и домашних заданий.

Сначала студенты обучаются выполнять задания в аудитории, а потом они, используя подобные приложения, выполняют домашние задания на компьютерах у себя дома или в компьютерных залах университета. Для этого обучающиеся устанавливают у себя приложения через разные сайты.

Такие передовые методы проектирования и обучения положительно влияют на все три педагогические закона, которые определяют мотивацию обучения в высшем технологическом учебном заведении: заинтересованность, направленность, практика.

В-третьих, издание учебных методических материалов в электронном виде и размещение их на сайте учебного заведения, благодаря этому студенты могут самостоятельно прорабатывать и изучать материал, получать задания и другой раздаточный материал.

В-четвертых, общение преподавателей со студентами через интернет-приложения: электронную почту, Skype и другие системы. Такой способ обеспечивает больший контакт студентов с преподавателем и содействует направленности его обучения.

4. Участие в олимпиадах и научных конференциях. Этот фактор стимулирует студента в заинтересованном и более глубоком изучении дисциплины для того, чтобы испытать свои силы и попасть в число призеров, получить награду.

Предлагаемые для решения олимпиадные задачи требуют нетривиального подхода и логического мышления. Даже не взирая на сложность предложенных задач, высокие баллы набрали достаточно много студентов высших технических учебных заведений, которые за это получали отличные итоговые оценки по данной дисциплине, а также призы.

Высокий уровень освоения этих дисциплин подтверждается также тем фактом, что студенты будут регулярно занимать призовые места на городских олимпиадах по изучаемым направлениям, что говорит об умении студентов применить на практике свои знания.

Подобный подход к изучению предмета является важным мотивирующим фактором в заинтересованности получения знаний обучающегося, направления их на повышение успеваемости и успешности применения на практике.

5. Введение института кураторов и руководителей факультетских секций. Практика кураторства студентов в различных технических учебных заведениях имеет многолетнюю историю и не исчерпала себя и до сегодняшнего дня.

Кураторы, из числа преподавателей профильных кафедр факультетов, назначаются для каждой группы студентов, соответствующих кафедрам кураторов. Задачей кураторов является обеспечение взаимодействия студентов с профильными кафедрами. Это особенно важно на первых парах обучения, так как на старших курсах студенты учатся на самих кафедрах у преподавателей этих кафедр. На первых курсах студенты изучают в основном общеобразовательные дисциплины, и их контакт с профильными кафедрами – минимальный. Недостаток такого контакта компенсируется работой кураторов.

Если для дисциплин, изучаемых на старших курсах, выполнение трех законов педагогики реализуется в самой сути изучения специальных дисциплин, то для дисциплин первых курсов от кураторов в большей степени требуется функция помощи в контроле успеваемости каждого студента. В обязанности кураторов будут входить учебные смотры в группах, беседы со студентами и возможный контакт с их родителями, оказание необходимой помощи и другие действия.

Так как за успеваемостью студентов следят деканаты факультетов, то работа кураторов со студентами первых курсов в основном востребована для слабоуспевающих. В таком направлении она часто дает положительные результаты в плане мотивации, направляющей обучение.

На различных общеобразовательных технических кафедрах проходят обучение тысячи студентов разных факультетов. Для общего контроля успеваемости студентов на этих кафедрах назначаются руководители факультетских секций.

В задачу руководителя входят: сбор сведений об успеваемости каждого студента в учебных группах профильных кафедр факультетов своих секций; выявление неуспевающих и слабых студентов, причин отставания; работа с этими студентами и дальнейшее оказание им необходимой помощи; контакт с кураторами профильных кафедр своих и параллельных факультетов; контакт с заместителями деканов своих факультетов. Такая работа также положительно сказывается на часто успешной для мотивации направленности учебы студентов.

В заключение можно сказать, что рассмотренные факторы не являются всеобъемлющими, но отражают возможные направления для развития и формирования мотивации обучения студента в техническом высшем учебном заведении. Практический учет таких факторов показывает, что при правильном их использовании будут обеспечиваться формирование и развитие мотивации с последующим соблюдением и выполнением трех педагогических законов, которые выражены в заинтересованности, направленности и практике процесса обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахатова Р. Ю. Влияние информационно-коммуникационных технологий на мотивацию обучения и успеваемость.
2. Выготский Л. С. Педагогическая психология. Под ред. В. В. Давыдова. М.: Педагогика-Пресс, 1996. 536 с.
3. Ильин Е. П. Мотивация и мотивы. СПб.: Питер, 2002. 512 с.
4. Катаева В. Ю. Проблема мотивации обучения в вузе.
5. Лаптева М. А., Мальцева Л. В. Исследование преобладающих мотивов учения студентов в вузе.
6. Маркова А. К. Психология профессионализма. М.: Международный гуманитарный фонд «Знание», 1996. 312 с.
7. Нестерова Н. Б. Ценностное отношение студентов к учебным дисциплинам как фактор успешности. М., 1984. 105 с.
8. Савункина А. А. Мотивация к обучению студентов факультета СПО в КММИВСО

9. Хрящев В. Г. Опыт организации модульно-рейтинговой системы обучения.
10. Хрящев В. Г., Серёгин В. И. Практика применения модульно-рейтинговой системы обучения.
11. Якунин В. А. Психология учебной деятельности студентов. М., 1993. 234 с.

РАЗДЕЛ 4.
ИНФОРМАТИКА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

УДК 519.87: 630.43

А. Н. Петров

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В РЕГИОНЕ

Аннотация: Проведен анализ отечественных математических моделей для прогнозирования лесных пожаров в регионе. Обоснована возможность их использования для прогнозирования объема регионального резервного фонда на ликвидацию лесных пожаров.

Ключевые слова: лесные пожары, математическая модель, прогнозирование, резервный фонд.

A. N. Petrov

ANALYSIS OF MODELS FOR FORECASTING FOREST FIRE IN THE REGION

Abstract: The analysis of domestic mathematical models for forecasting of forest fires in region is carried out. Possibility of their use for forecasting of volume of regional reserve fund for liquidation of forest fires is proved.

Keywords: forest fires, mathematical model, forecasting, reserve fund.

Лесные пожары ежегодно возникают в лесах России на обширных площадях и часто принимают характер стихийного бедствия. На их ликвидацию требуются значительные материальные и финансовые средства. Согласно Постановлению Правительства РФ от 10.11.1996 №1340 «О порядке создания и использования резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [2] создаются резервы материальных ресурсов субъектов Российской Федерации для ликвидации чрезвычайных ситуаций, к которым относятся и лесные пожары. Финансирование расходов по созданию, хранению, использованию и восполнению региональных резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций осуществляется за счет средств бюджетов субъектов Российской Федерации.

В соответствии со статьей 169 Бюджетного кодекса РФ ежегодно составляется и утверждается проект бюджета субъекта Российской Федерации сроком на три года: очередной финансовый год и плановый период. Таким образом, региональным органам власти ежегодно необходимо планировать объем резервных фондов (расходов) на ликвидацию лесных пожаров в региональном бюджете на очередной год и перспективу до трех лет. В соответствии с [2] величина резервных фондов определяется, исходя из прогнозируемых видов и масштабов чрезвычайных ситуаций, а также предполагаемого объема работ по их ликвидации. Таким образом, перед региональными органами власти ежегодно встает трудная задача: сделать прогноз объема регионального резервного фонда на ликвидацию лесных пожаров на

трехлетний период, исходя из прогнозируемого ежегодного количества лесных пожаров и их площади.

В настоящее время на территории Российской Федерации для мониторинга и прогнозирования лесных пожаров используется ГОСТ 22.1.09-99 [1]. Исходными данными для прогнозирования лесных пожаров являются [1]:

- класс пожарной опасности в лесу по условиям погоды;
- данные о рельефе местности;
- результаты ретроспективного анализа распределения пожаров во времени в рассматриваемом регионе.

Класс пожарной опасности в лесу по условиям погоды должен определяться по комплексному показателю В. Г. Нестерова [1], который вычисляется на основе данных о температуре воздуха (в градусах с точностью до 0,1°C) и точки росы на 12 часов по местному времени, а также количества осадков (в мм с точностью 0,5 мм), выпавших за предшествующие сутки. Общероссийская шкала имеет пять классов пожарной опасности в лесу по условиям погоды: отсутствие опасности, малая, средняя, высокая, чрезвычайная.

В связи с тем, что для расчета комплексного показателя В. Г. Нестерова необходимы суточные данные по погодным условиям с высокой степенью точности, прогнозирование вероятности пожара в конкретном лесном массиве можно осуществлять только на несколько дней. Отсюда следует вывод о том, что официальная методика прогнозирования лесных пожаров [1] не может использоваться для прогнозирования количества лесных пожаров в регионе и их площади на следующий год.

Целью работы является анализ предложенных в научной литературе математических моделей прогнозирования лесных пожаров, а также оценка возможности их использования при прогнозировании объема регионального резервного фонда на ликвидацию лесных пожаров на плановый год.

Все предложенные за последние 10 лет в отечественной литературе математические модели прогнозирования лесных пожаров можно разделить на четыре типа.

1. Модели [5, 8], вносящие дополнительные параметры (поправки) в комплексный показатель В. Г. Нестерова [1] для определения класса пожарной опасности в лесу по условиям погоды. Как уже отмечалось выше, прогнозирование вероятности пожара в конкретном лесном массиве можно осуществлять по этим моделям только на несколько дней, и они не подходят для прогнозирования объема регионального резервного фонда на ликвидацию лесных пожаров.

2. Нейросетевое моделирование [7, 10]. Применение теории искусственных нейронных сетей в качестве математического аппарата для прогнозирования возникновения лесных пожаров на определенной территории позволяет снизить информационную неопределенность при учете больших массивов разнородных данных, влияющих на частоту возникновения лесных пожаров. Прогнозная информация для этих моделей базируется на ретроспективном анализе состояния территории в сочетании с текущей информацией при обязательном использовании данных мониторинга и математического моделирования. В модель вносятся факторы лесной пожарной опасности: метеорологические параметры (температура, влажность, давление и плотность атмосферного воздуха, скорость и направление ветра, количество и интенсивность осадков, температура и влажность почвы и др.), антропогенная нагрузка, грозовая активность и пр. Нейросетевое моделирование целесообразно использовать при прогнозировании распространения возникшего лесного пожара и оценки вероятности его возникновения в конкретной местности на краткосрочном периоде (до 15 суток).

3. Модели бинарного выбора. Для прогнозирования вероятности возникновения лесного пожара в работе [9] использовался подход, основанный на построении регрессионных моделей с бинарными результативными показателями (логит- и пробит-модели), где зависимая переменная принимает значение 1, если пожар возникнет, 0 — в противном случае. Независимые переменные - ежедневные среднесуточные метеопоказатели региона: температура

воздуха и влажность. Параметризация моделей проводилась на основе обработки исходных данных о каждом дне пожароопасного периода региона за три года. Коэффициент детерминации моделей не превысил 0,42, что свидетельствует об их недостаточной адекватности моделируемому процессу.

4. Аддитивные модели множественной регрессии. В работе [4] предложена аддитивная модель прогнозирования вероятности лесных пожаров на территории бассейна Амура на основе гидрологических показателей региона: средние месячные уровни воды в Амуре, показатели ледовых явлений на реках, влажность воздуха, суточные осадки. Скорректированный коэффициент детерминации модели 0,43. Автор рекомендует использовать модель при прогнозировании пожароопасности в регионе на горизонте до 1 месяца.

Авторы работы [6] предложили аддитивную модель для прогноза количества лесных пожаров на пожароопасный сезон. В качестве предикторов были выбраны следующие средние гидрометеорологические показатели по региону: X_1 - количество зимних осадков (в см), X_2 - средняя температура воздуха в декабре ($^{\circ}\text{C}$), X_3 - максимальная высота снега (в см), X_4 - максимальные уровни рек (в м), X_5 - средняя температура воздуха в июне ($^{\circ}\text{C}$), X_6 - средняя температура воздуха в июле ($^{\circ}\text{C}$), X_7 - количество осадков в июле (в см). Для параметризации модели использовались данные за 40-летний период с 1973 по 2012 годы. Получено уравнение множественной регрессии:

$$Y = 782,4 - 4,3X_1 + 4,33X_2 - 2,05X_3 + 59,89X_4 + 101,71X_5 - 5,53X_6 - 0,98X_7, \quad (1)$$

где Y – количество лесных пожаров в регионе за пожароопасный период.

Скорректированный коэффициент детерминации модели 0,49.

Для апробации модели авторы использовали данные по региону за 2012 год. В расчёте количества пожаров за сезон в уравнение (8) вместо переменных X_1 – X_7 были подставлены фактические значения показателей за 2012 год. Относительная ошибка «прогноза» составила 32%. К сожалению, в работе [6] отсутствует обоснование выбора предикторов модели (1) и не приведены статистические характеристики коэффициентов и остатков модели.

Модель (1) с большой вероятностью переопределена: согласно модели при прочих равных условиях рост средней месячной температуры воздуха в июле (X_6) приводит к сокращению числа лесных пожаров в регионе. Это противоречит факту: длительное (в течение месяца) повышение температуры воздуха летом способствует возникновению и расширению площади лесных пожаров.

Проведенный анализ предложенных в отечественной литературе математических моделей прогнозирования лесных пожаров в регионе показал, что их нельзя использовать для прогнозирования объема регионального резервного фонда на ликвидацию лесных пожаров на очередной финансовый год по следующим причинам:

1. Все модели используют в качестве предикторов численные значения гидрометеорологических показателей региона на конкретные даты (число, неделя, месяц). Их надежный прогноз на следующий год не представляется возможным.

2. Все модели описывают либо вероятность возникновения лесного пожара, либо количество лесных пожаров в регионе. Проведенный корреляционный анализ зависимости затрат на ликвидацию лесных пожаров в Ивановской области от их количества и площади за тринадцатилетний период показал отсутствие корреляционной связи между количеством пожаров и затратами на их ликвидацию (коэффициент парной корреляции 0,09) и наличие сильной корреляционной связи между затратами и общей площадью пожаров в регионе (коэффициент парной корреляции 0,91). К сожалению, математические модели, способные оценить площадь лесных пожаров в регионе на следующий год, в отечественной литературе не обнаружены.

В работе [3] на базе теории управления запасами со случайным спросом предложена экономико-математическая модель прогнозирования оптимального объема регионального резервного фонда на ликвидацию лесных пожаров на плановый год:

$$F(y) = \frac{\lambda^n}{\Gamma(n)} \int_0^y u^{n-1} e^{-\lambda u} du = \frac{c_2}{c_1 + c_2} \quad (2)$$

где $F(y)$ – оптимальная величина резерва средств на ликвидацию лесных пожаров в регионе; λ – параметр экспоненциального закона распределения плотности вероятности затрат на ликвидацию единичного лесного пожара в регионе; n – математическое ожидание числа лесных пожаров в плановом году; y – затраты на ликвидацию лесных пожаров; $u^{n-1} e^{-\lambda u}$ – распределение плотности вероятности затрат на ликвидацию лесных пожаров в регионе; u – параметр интегрирования; $\Gamma(n)$ – гамма-функция Эйлера; c_1 – уровень инфляции в плановом году; c_2 – ставка по кредиту коммерческого банка.

Информационной базой для получения численных значений параметров λ и n являются динамические ряды (выборка из 13-15 наблюдений) статистических показателей: годовое количество лесных пожаров в регионе и величина затрат на их ликвидацию в сопоставимых ценах.

Идею и опыт авторов работы [6] можно использовать при построении модели множественной регрессии для прогноза количества лесных пожаров в конкретном регионе на следующий год. Полученное значение следует использовать в качестве математического ожидания числа лесных пожаров в плановом году n для модели (2). Использование в модели (2) двух численных значений n , полученных на основе одних и тех же динамических рядов статистических показателей, но по двум независимыми моделям, приведет к сокращению ошибки прогноза величины оптимального объема регионального резервного фонда на ликвидацию лесных пожаров на плановый год.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-010-00842.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 22.1.09-99 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования.
2. О порядке создания и использования резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Постановление Правительства РФ от 10.11.1996 №1340.
3. *Петров А. Н.* Экономико-математическая модель для прогнозирования резерва средств на ликвидацию лесных пожаров в регионе // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности. Иваново, 29—30 ноября 2018 г. Часть II. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. С. 70-74.
4. *Соколова Г. В.* Применение гидрологических методов в прогнозировании опасности лесных пожаров на территории бассейна Амура // Региональные проблемы. 2016. Т. 19. № 1. С. 12-21.
5. *Суханова А. Д.* Анализ современных методик прогнозирования возникновения лесных пожаров и пути их усовершенствования // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2017. № 2. С. 264-267.
6. *Трясцын В. Г., Ткачев Б. П.* Прогнозирование лесных пожаров на территории Ханты-Мансийского автономного округа // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2015. № 4. С. 49-55.
7. *Чискидов С. В., Федин Ф. О., Петрова А. М.* Определение подхода к повышению точности нейросетевых моделей прогнозирования лесных пожаров // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2017. № 2 (33). С. 87-96.

8. Шайдуллина А. Ф. Сравнительный ретроспективный анализ методов прогнозирования лесных пожаров по метеорологическим данным // Проблемы науки. 2016. № 7 (8). С. 23-26.

9. Шишов В. Ф., Козлов А. Ю., Черняева Н. А. Прогнозирование вероятности возникновения лесных пожаров // Экономика и управление. 2013. № 3 (89). С. 33-37

10. Яковлев Д. В., Звягинцева А. В., Ус Н. А. Нейросетевое моделирование в прогнозировании возникновения лесных пожаров // Информация и безопасность. 2009. Т. 1. №4. С. 397-404.

УДК 004.7

П. А. Золотарев, В. А. Гостюнина, Т. Г. Гурская

ФГБОУ ВО Астраханский государственный университет

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ВОЗРАСТНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ САЙТОВ С ЦЕЛЬЮ ЗАЩИТЫ ДЕТЕЙ ОТ ДЕСТРУКТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Аннотация: Статья посвящена разработке алгоритма программного обеспечения по возрастной классификации сайтов. В ней были рассмотрены недостатки существующих средств родительского контроля и способ решения этих недостатков

Ключевые слова: Сайт, классификация, возраст, алгоритм.

P. A. Zolotarev, V. A. Kostyunina, T. G. Gurskaya

DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR THE AGE CLASSIFICATION OF SITES IN ORDER TO PROTECT CHILDREN FROM DESTRUCTIVE INFORMATION

Abstract: The article is devoted to the development of software algorithms for the age classification of sites. Problems associated with deficiencies

Keywords: Site, classification, age, algorithm.

Быстрое развитие и распространение интернета привлекает все больше пользователей. Сеть становится быстрее и доступнее, сейчас ей пользуются люди почти всех возрастов. Особенно важно как интернетом пользуются дети, так как информации в нем очень много и не вся она будет полезна для детей, а часть ее и вовсе может навредить [5]. Бесконтрольное пребывание ребенка в глобальной паутине очень опасно для его психического здоровья [6].

Для контроля над детьми создано множество программного обеспечения, позволяющего ограничить и оградить ребенка от нежелательной информации, но все средства родительского контроля фильтруют информацию по ее категориям (нецензурная лексика, насилие и т.д.). Нет ни одного программного обеспечения реализующего фильтрацию по возрасту. Поэтому необходимо разработать программное обеспечение, которое реализует такую фильтрацию, так как выставить один лишь возраст ребенка удобнее, чем настраивать отдельные категории для фильтрации.

На законодательном уровне вопрос защиты детей в интернете регулируется федеральным законом. "О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию" от 29.12.2010 N 436[2]. В соответствии с требованиями данного закона информационная продукция должна быть классифицирована.

Классификация осуществляется по следующим категориям:

- 1) информационная продукция для детей, не достигших возраста шести лет;
- 2) информационная продукция для детей, достигших возраста шести лет;
- 3) информационная продукция для детей, достигших возраста двенадцати лет;
- 4) информационная продукция для детей, достигших возраста шестнадцати лет;
- 5) информационная продукция, запрещенная для детей.

К данному закону прилагается методика, рекомендуемая к использованию при проведении экспертизы. В данной методике описаны возрастные индикаторы, которые указывают на принадлежность информации к той или иной категории. Большая часть индикаторов является трудночитаемой. Для разработки программного обеспечения на основе этой методики необходимо упростить эти индикаторы, чтобы в дальнейшем обычные пользователи с помощью этого программного обеспечения могли самостоятельно проводить возрастную классификацию сайтов.

Почти все сайты можно категорировать по тем или иным отраслям. Например, социальные сети, почтовые сервисы, онлайн магазины, сайты поиска работы, новостные сайты и т.д. Все существующие средства родительского контроля базируются на запрете доступа к сайтам по определенным категориям представленным ранее. Такое разделение на категории не может в полной мере оградить детей от опасной информации, к тому же настроить такой родительский контроль не так просто, можно запросто упустить какую-либо категорию из вида. Поэтому необходимо ограничивать детей именно по возрастной классификации, но так как федеральный закон №436 носит рекомендательный характер, стоимость экспертизы очень высокая не все сайты исполняют этот закон. Вследствие чего необходимо упростить методику по которой выполняются экспертизы и разработать программное обеспечение, чтобы каждый родитель мог самостоятельно ее выполнить просто пройдя обычный опрос.

Для проведения качественной экспертизы по методике, рекомендуемой к использованию при проведении экспертизы информационной продукции [1], необходимо разделить возрастные индикаторы на несколько более простых индикаторов и привести их к виду понятному для большинства людей. Для примера рассмотрим возрастные индикаторы из категории «насилие и жестокость». Полностью индикатор информации запрещенной для детей всех возрастов демонстрируется в таблице 1.

Таблица 1. Возрастной индикатор

Запрет для всех возрастных групп детей и подростков
Изображение или описание сексуального насилия; насилие и жестокость представляются естественной нормой отношений между людьми; насилие и жестокость представляются правомерным и эффективным средством решения проблем и оправдываются; дегуманизация жертв насилия; описание, изображение или детальное натуралистическое описание пыток, истязаний, мучений; глумление над жертвой, т.е. причинение жертве дополнительных страданий; демонстрация, описание способов нанесения увечий; демонстрация способов лишения жизни; демонстрация, описание надругательства над телами умерших и местами их захоронения; натуралистическое изображение или описание трупов людей

Как видно из таблицы 1 индикатор слишком объемный и сложный для понимания, поэтому его необходимо разбить на несколько и упростить.

В итоге проведение опроса намного упростится, так как информация будет представлена в более удобном виде и содержание хотя бы одного из новых индикаторов означает, что информационная продукция уже относится к категории, запрещенной для детей любого возраста.

Для проведения опроса необходимо составить дерево решений по каждому индикатору. После проведения анализа по всем возрастным индикаторам были составлены упрощенные возрастные индикаторы для каждой группы, которые представлены в рисунке 1.

При проведении опроса поочередно задаются вопросы, из упрощенных возрастных индикаторов начиная с индикаторов информации запрещенной для детей [3]. Соответствие информации хотя бы одному из индикаторов говорит о ее принадлежности к данной возрастной группе. Соответственно, по этой группе индикаторов присваивается возрастная категория, и опрос переходит на новую группу.

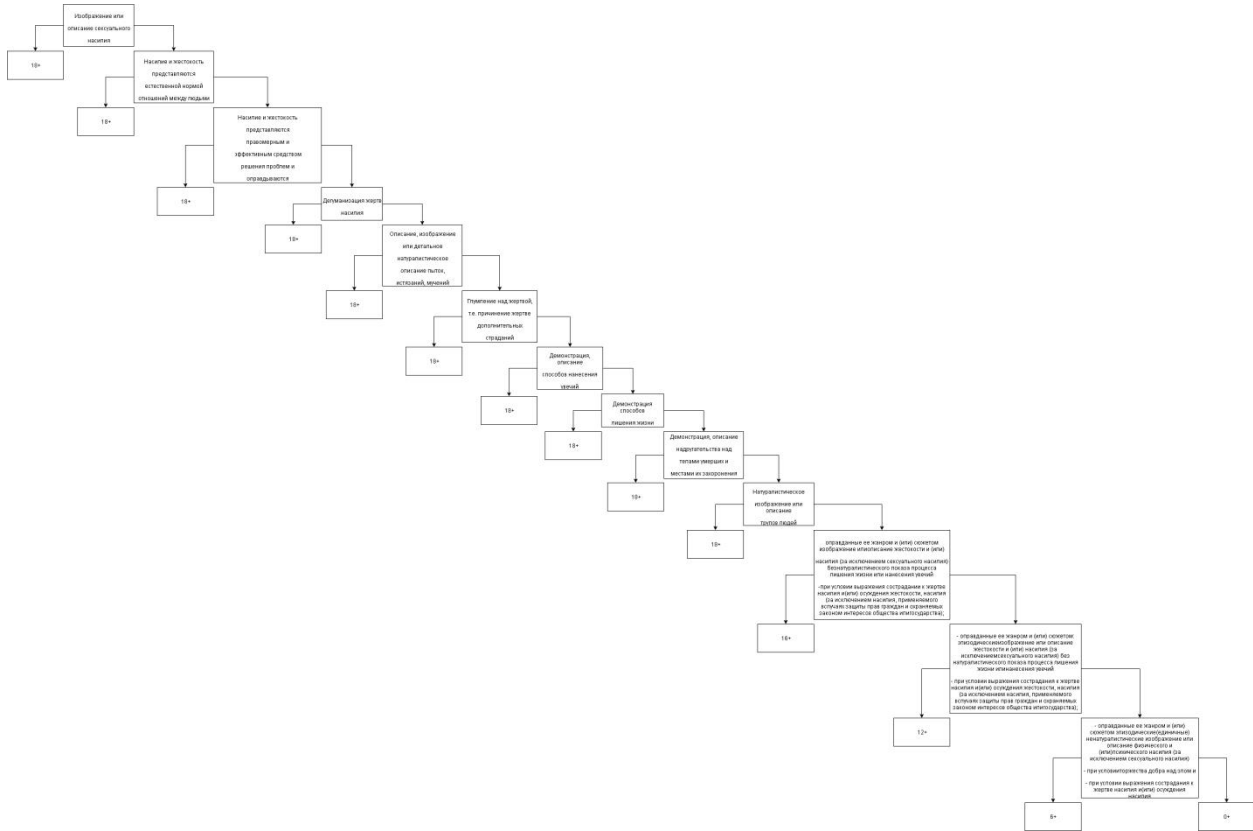


Рис. 1. Дерево решений

На рисунке 2 представлена блок-схема алгоритма программного обеспечения. Сначала задаются переменные: i – номер группы индикаторов, j – номер вопроса в группе, n – количество групп, m – количество вопросов в группе. Далее запускается первый цикл со счетчиком проходящий по всем группам индикаторов, потом запускается вложенный цикл, который проходит по вопросам из текущей группы. Пользователь отвечает на вопрос «да» или «нет». При ответе «да» группе присваивается определенная возрастная оценка в соответствии с текущим содержательным индикатором. Если ответ «нет», то вызывается следующий вопрос по циклу. Также осуществляется проверка на последний вопрос в группе, если на него был дан отрицательный ответ, то данной группе все равно присвоится категория 0+. После прохода всех циклов из сохраненных категорий определяется наивысшая, она и будет являться возрастной оценкой сайта.

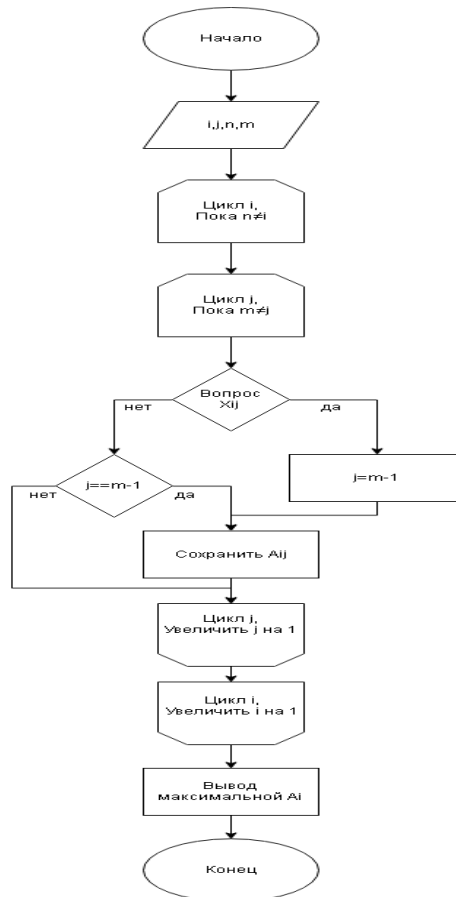


Рис. 2. Блок - схема

При посещении сайта пользователь может воспользоваться программным обеспечением для возрастной оценки сайта. При запуске расширения браузера пользователь переходит на отдельную веб-страницу, где отвечает на вопросы о содержании тех или иных индикаторов в информационной продукции [4]. Перед прохождением опроса пользователь должен полностью изучить информационную продукцию, представленную на данном сайте. Пример вопроса приведен на рисунке 3.

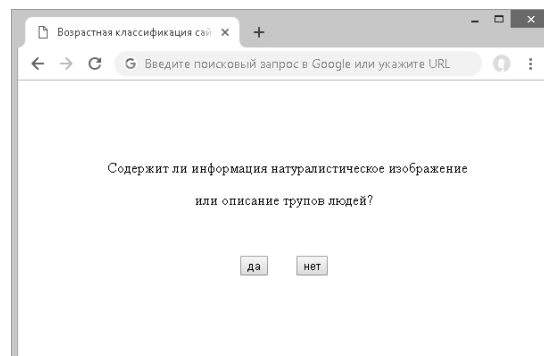


Рис. 3. Пример вопроса

После прохождения опроса пользователь получает отчет о возрастной классификации сайта и результаты отправляются на сервер для дальнейшей обработки. Отчет включает в себя информацию по отдельным группам индикаторов, а также общую возрастную оценку. Пример отчета приведен на рисунке 4.

Группа	Возрастной рейтинг
Насилие и жестокость	0+
Антиобщественные, противоправные действия или преступления	12+
Сексуальные отношения	0+
Совершение действий, представляющих угрозу жизни и (или) здоровью, в том числе к причинению вреда своему здоровью, самоубийству	0+
Язык	0+
Объекты, вызывающие страх, ужас, панику	0+

Общая оценка сайта
12+

Рис. 4. Пример отчета

Проанализированы требования Федерального закона №436 и критерии из методики классификации информационной продукции. Разработан алгоритм проведения опроса эксперта на основе дерева принятия решения для присвоения возрастной оценки web-контенту, согласно требованиям Роскомнадзора. Данное программное обеспечение позволит обычным пользователям самостоятельно проводить возрастную классификацию сайтов, а также ограничивать детей в интернете, задав лишь возраст.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Роскомнадзор// Концепция информационной безопасности детей – [Электронный ресурс]: <http://rkn.gov.ru/mass-communications/p700/p701/>
2. Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2010 г. N 436-ФЗ "О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию".
3. Батура Т.В. Методы автоматической классификации текстов // Программные продукты и системы. 2017. №1. С.85-99. doi:10.15827/0236-235X.117.085-099
4. Гостюнина В.А., Савельев А.Н. Использование технологии Text mining для классификации web-ресурсов по возрастным категориям // Математические методы в технике и технологиях. Саратов: СГТУ им. Гагарина Ю.А. 2017. Т.3. С.111-115.
5. Евдокимов В. А. Пропаганда в Интернете. – Полис. Политические исследования. 2012. № 4. С. 137-142
6. Хвыля-Олинтер Н.А. Интернет-фактор в ценностном развитии молодежи России // Alma mater. Вестник высшей школы. — 2016. — № 5. — С. 104–109

УДК 628.143

А. А. Макова, М. Г. Есина

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

УРОВЕНЬ ПОПУЛЯРНОСТИ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ «СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ РЯДОМ»

Аннотация: В данной работе на основе анализа статистических данных проводится исследование динамики изменения популярности социальных сетей за 2013-2017 гг.

Ключевые слова: социальные сети, интернет, популяризация, статистические данные.

А. А. Makova, M. G. Esina

POPULATION LEVEL OF SOCIAL NETWORKS «SOCIAL NETWORKS NEARBY»

Abstract: In this paper, based on the analysis of statistical data, a study is conducted of the dynamics of changes in the popularity of social networks for 2013-2017.

Keywords: social networks, Internet, popularization, statistical data.

Двадцать первый век - век компьютеризации. И ни одна организация, и ни один человек сейчас не может обойтись без компьютера и сети Интернет. Еще в далеком 1961 году Интернет задумывался как безопасное средство передачи данных между компьютерами, но сейчас Интернет является «всемирной паутиной», в которую входит огромное количество информации, множество сайтов и все то, что нам так необходимо. В современном мире Интернет, как информационная система, образующая виртуальную реальность, рождает необыкновенную действительность и Интернет культуру с собственной идеологией и ценностями. Важной составляющей данной культуры является коммуникация людей между собой в социальных сетях.

Социальными сетями называют такие интерактивные веб – сайты (онлайн - сервисы) в сети Интернет, которые созданы для обмена информацией между отдельными людьми и группами пользователей, объединенных некоторыми признаками: общей деятельностью, общими экономическими, демографическими, этнографическими, психологическими характеристиками. Первые социальные сети появились в 1995 году, когда они еще не имели широкого круга пользователей, однако к концу XX века их популярность стремительно возросла. В 2010 году для 96 % населения земли было открыто интернет - пространство для общения в социальных сетях. На данный момент 90 % российской молодежи регулярно пользуются сетью Интернет для общения. И в большинстве случаев это не идет им на пользу [1].

Социальные сети изначально появились с целью упрощения нашего общения и сокращения времени доставки информации между пользователями, находящимися на больших расстояниях между собой, а также для нахождения новых пользователей по всему миру. Социальные сети являются важным аспектом общения в современном обществе.

По результатам опросов и голосований населения России только 2 % из общего числа пользователей никогда не посещали социальные сети. Среди остального населения 49 % проводят в них от 5 до 10 часов в месяц, а 23 % – 20 часов и более. Простой первичный анализ аккаунтов показал, что дети с десяти лет являются частыми посетителями подобных сайтов, а люди от 18 до 25 лет проводят там более семи часов в сутки [1]. Не обходится ни одного дня, чтобы человек не зашел в социальную сеть, не написал сообщение, не выложил фото и не оценил чей-нибудь пост. Мы настолько привыкли к такому типу общения, что стали забывать про реальное общение и, к сожалению, остается только необходимость выхода в социальные сети в целях удовлетворения потребностей к общению, что приводит к определенной зависимости от общения в виртуальной действительности. В современном обществе официально признано психическое заболевание такое как, интернет-зависимость, которое подтверждается статистическими данными департаментов здравоохранения.

Данная исследовательская работа посвящена анализу уровня популярности социальных сетей за 2013 – 2018 гг. В последнее десятилетие социальные сети активно развиваются, что подтверждается статистическими данными. На рисунке 1 представлена диаграмма, характеризующая распределение социальных сетей на конец 2013 года. Наиболее часто посещаемой социальной сетью в данный период является сеть «ВКонтакте», на втором месте «Одноклассники» и так далее (Рис.1).

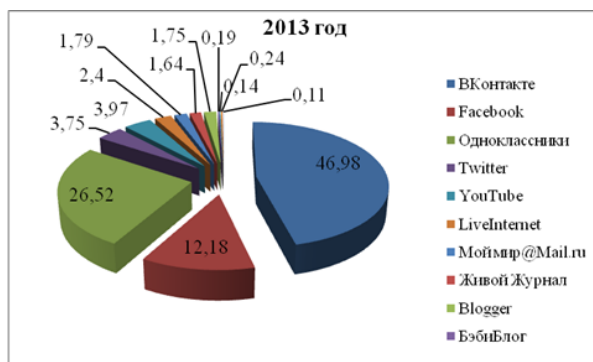


Рис. 1. Популярность социальных сетей на конец 2013 года

Отметим, что уровень популярности социальной сети «ВКонтакте» в начале 2013 года составлял всего 26,68 %, а к концу 2013 повысился до 46,98 %. При этом, сайт «Одноклассники» потерял свою популярность и процент его посещаемости снизился с 50,26 % до 26,52%. Некоторые социальные сети теряли свои лидирующие позиции, а другие, наоборот, все больше и больше входили в жизнь людей. При этом наблюдается рост общей статистики посещения социальных сетей.

В 2014 году, так же, как и в 2013 году, сайт «ВКонтакте» сохраняет за собой первую позицию, а социальная сеть «Одноклассники» по-прежнему на втором месте (Рис. 2). Отметим, что в конце 2014 года зарубежная социальная сеть «Facebook» уверенно набирает обороты и двигается к лидирующим позициям, при этом, занимая третье место. С начала 2014 года популярность социальной сети «Facebook» составляла 11,98 %, а к концу выросла почти в 2 раза и составила 20,8 %. Популярность сайта «ВКонтакте» с начала к концу 2014 года падает с 50,7 % до 39,34 %. Социальная сеть «Одноклассники» так же, как и «Facebook», сохранила тенденцию к увеличению популярности. И в июле 2014 года достигла пика своей популярности 60,61 %.

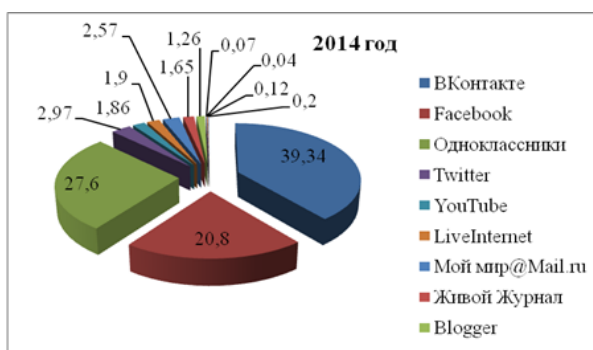


Рис. 2. Популярность социальных сетей на конец 2014 года

В 2015 году происходит перераспределение первых трех мест по популярности социальных сетей. На первом месте, как и в предыдущие годы, остается социальная сеть «ВКонтакте», второе место за декабрь 2015 год занял сайт, популярность которого начала стремительно возрастать в 2014 году, «Facebook», а социальная сеть, занимавшая в 2013 году и в 2014 второе место, «Одноклассники» спустилась на третью позицию (Рис. 3).

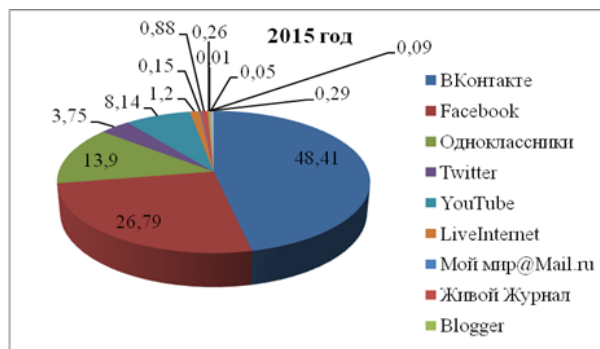


Рис. 3. Популярность социальных сетей за 2015 год

В 2015 году набирает популярность такая социальная сеть как, «YouTube», уровень которой повысился в течении 2015 года с 1,33 % до 8,14 %. При этом, если одни социальные сети теряли своих пользователей, в то время, как другие развивались на просторах Интернета, то общая статистика посещаемости социальных сетей продолжала двигаться в положительную сторону.

Анализ статистики посещаемости за 2016 год показывает, что больших изменений в распределении первых мест не произошло (Рис. 4). По – прежнему, на первом месте остается «ВКонтакте», на втором – «Facebook», на третьем – «Одноклассники». Социальная сеть «ВКонтакте» теряет популярность с 47,43 % на начало года до 44,42 % на конец 2016 года. Сайт «Facebook» набирает популярность, которая в апреле 2016 года составила 29,98 % что является наивысшим значением за 2016 год, и закончила с показателями равными 28,57 %. В рассматриваемом периоде времени стоит обратить внимание на сайт «Twitter» популярность которого постепенно повышается: в январе 2013 – 2,47 %, в декабре 2013 года – 3,75 %, в январе 2016 года – 3,45 %, в декабре 2016 года – 4,04 %.

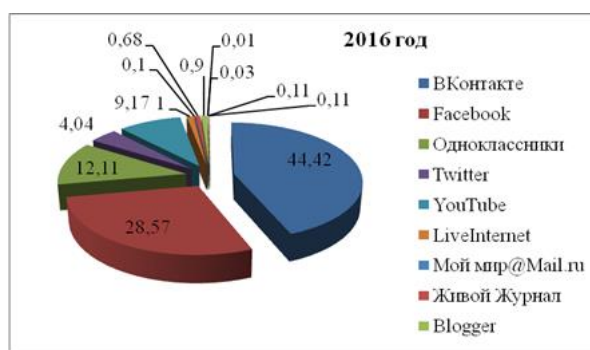


Рис. 4. Популярность социальных сетей за 2016 год

В 2017 – 2018 г.г. лидирующие позиции сохраняют социальные сети «ВКонтакте», «Facebook» и «Одноклассники» (Рис. 5, табл. 1).

Социальная сеть «ВКонтакте» в феврале 2018 года стала самой популярной в России и уровень ее популярности составил 62,68 %, что показывает самый высший показатель за 2013-2018 гг. Сайт «Facebook» снизил показатель уровень популярности с 28,84 % в марте 2017 года до 16,73 % в феврале 2018 года, при этом сохраняя за собой второе место. «Одноклассники», «Twitter», «YouTube» потеряли уровень популярности без потери своих позиций. Отметим, что социальная сеть «Хабрахабр» в период с марта 2017 по январь 2018 имела положительный рост популярности, но в феврале 2018 известность и популярность опять стали падать.

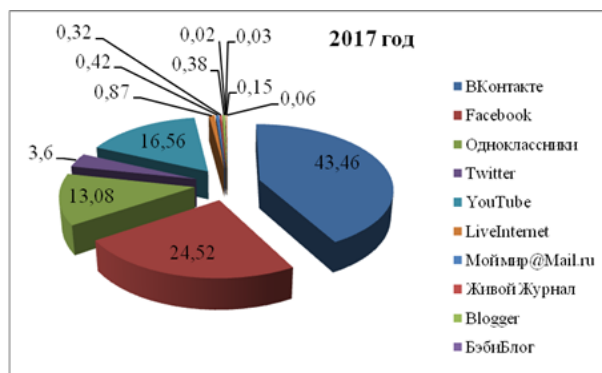


Рис. 5. Популярность социальных сетей на конец 2017 года

Таблица 1. Динамика изменения популярности социальных сетей за 2018 г.

	январь.18	февраль.18	март.18	апрель.18	май.18	июнь.18
ВКонтакте	42.41%	62.68%	64.89%	65.80%	66.23%	66.86%
Facebook	23.92%	16.73%	16.96%	16.47%	15.73%	14.84%
Одноклассники	13.70%	11.61%	10.64%	10.27%	10.40%	10.70%
Twitter	3.58%	2.78%	2.68%	2.68%	2.54%	2.50%
YouTube	17.95%	5.53%	4.27%	4.05%	4.08%	4.16%
LiveInternet	0.83%	0.72%	0.64%	0.57%	0.54%	0.55%
Живой Журнал	0.53%	0.43%	0.40%	0.38%	0.37%	0.26%
Мой мир@Mail.ru	0.12%	0.17%	0.08%	0.07%	0.08%	0.07%
Blogger	0.36%	0.31%	0.31%	0.30%	0.33%	0.45%
БэбиБлог	0.02%	0.02%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
Хабрахабр	0.03%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%
@дневники	0.16%	0.06%	0.06%	0.06%	0.08%	0.15%
Google+	0.06%	0.15%	0.15%	0.14%	0.12%	0.01%
	июль.18	август.18	сентябрь.18	октябрь.18	ноябрь.18	декабрь.18
ВКонтакте	67.62%	67.53%	68.53%	68.65%	67.84%	66.14%
Facebook	14.25%	13.71%	12.71%	12.54%	13.29%	14.03%
Одноклассники	10.24%	17.10%	17.20%	17.00%	10.76%	11.04%
Twitter	2.75%	2.60%	2.50%	2.43%	2.15%	2.15%
YouTube	4.22%	4.20%	4.19%	4.21%	3.97%	4.61%
LiveInternet	0.57%	0.59%	0.63%	0.65%	0.63%	0.65%
Живой Журнал	0.26%	0.28%	0.29%	0.29%	0.29%	0.14%
Мой мир@Mail.ru	0.07%	0.27%	0.57%	0.46%	0.35%	0.99%
Blogger	0.35%	0.36%	0.36%	0.34%	0.33%	0.34%
БэбиБлог	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
Хабрахабр	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
@дневники	0.15%	0.14%	0.12%	0.12%	0.14%	0.14%
Google+	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%

Анализируя статистические данные по изменению уровня популярности социальных сетей, можно отметить: в тот период времени, когда одни общественные сети утрачивали собственных пользователей, другие напротив развивались в горизонтах сети Интернет, при этом общая статистика продолжала двигаться в позитивную сторону.

В настоящее время социальные сети пользуются большой популярностью и стали неотъемлемой частью нашей жизни. Учитывая все положительные стороны общения в соци-

альных сетях, нельзя забывать о том, что виртуальное общение не может полностью заменить живое общение. Социальные сети есть средство общения, а не стиль жизни!

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Викторова А.С., Свертков И.А. СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ И МОЛОДЕЖЬ // Территория науки. 2013. №3. С. 5-8
2. <http://www.gs.seo-auditor.com.ru/>

УДК 311+519.23+519.24+519.25

И. А. Кайбичев, А. В. Цивилев
ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ЧИСЛА ПОЖАРОВ В РЕГИОНАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Аннотация: Выполнен дисперсионный анализ числа пожаров в регионах Центрального федерального округа по данным 2001-2016 годов. С вероятностью 95 % доказано, что средние числа пожаров для регионов Центрального федерального округа различны. Различие обусловлено фактором географического положения. Средние числа пожаров по Центральному федеральному округу по годам также различны. Различие обусловлено фактором времени. Установленные факты могут быть полезны при математическом моделировании обстановки с пожарами в регионах Центрального федерального округа.

Ключевые слова: дисперсионный анализ, количество пожаров, Центральный федеральный округ.

I. A. Kaibichev, A. V. Tsivilev

ANALYSIS OF VARIANCE OF THE NUMBER OF FIRES IN THE REGIONS OF THE CENTRAL FEDERAL DISTRICT

Abstract: The dispersion analysis of the number of fires in the regions of the Central Federal district according to 2001-2016 years. With a probability of 95 % it is proved that the average number of fires for the regions of the Central Federal district are different. The difference is due to geographical location. The average number of fires in the Central Federal district also varies from year to year. The difference is due to the time factor. The established facts can be useful in mathematical modeling of the situation with fires in the regions of the Central Federal district.

Keywords: dispersion analysis, number of fires, Central Federal district.

Ответ на вопрос о влиянии рассматриваемого показателя на различия в средних значениях исследуемой величины дает дисперсионный анализ [13]. Применений дисперсионного анализа для изучения обстановки с пожарами, в частности для анализа числа пожаров в регионах Центрального федерального округа литературе нет. Поэтому такое исследование актуально.

Для расчетов используем статические данные 2001-2016 годов [1-12]. Исследуем влияние факторов времени и географического положения на число пожаров в Центральном федеральном округе. Фактор времени (обозначим буквой А) будем учитывать путем задания

номера года. Фактор географического положения (обозначим буквой В) будет ранговой переменной Его зададим порядковым номером.

Рассчитываем средние значения для регионов Центрального федерального округа (Табл., столбец Вj) и для годов по Центральному федеральному округу (Табл., строка Ai), общее среднее (в нашем случае 2573).

Выдвигаем гипотезы:

H0(A) средние значения для регионов равны,

H1(A) средние значения для регионов различны;

H0(B) средние значения в Центральном федеральном округе для годов равны,

H1(B) средние значения в Центральном федеральном округе для годов различны.

Из сформулированных гипотез предстоит выбрать достоверные.

Таблица. Данные по числу пожаров в Центральном федеральном округе

№	Регион	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	Белгородская область	2118	2299	1773	1563	1556	1526	2228
2	Брянская область	2848	3503	2737	2621	2674	2382	2228
3	Владимирская область	3074	3466	2926	2710	2710	2474	2319
4	Ивановская область	2265	2675	2300	2255	2297	1941	1750
5	Калужская область	1821	2069	1613	1552	1527	1565	1423
6	Костромская область	1434	1496	1387	1266	1216	1072	1007
7	Курская область	1922	2120	1916	1720	1662	1484	1389
8	Липецкая область	1912	2096	1957	2029	1921	1810	1699
9	г. Москва	13924	13108	11190	10853	11025	10887	10558
10	Московская область	10055	13310	11076	11133	11011	10767	10179
11	Орловская область	1291	1414	1160	1090	1090	1024	1012
12	Рязанская область	2180	2649	2200	2305	2268	1957	1864
13	Смоленская область	2408	3395	2872	2646	2561	2346	2119
14	Тамбовская область	1894	2087	1601	1570	1526	1469	1395
15	Тверская область	2433	2581	2318	2316	2289	2241	2066
16	Тульская область	2861	3195	2798	2593	2470	2265	2134
17	Ярославская область	2611	3173	2652	2495	2454	2253	2227
Ai		3356	3802	3204	3101	3074	2910	2800

№	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Bj
1	2144	1310	1213	1128	1073	1013	1026	957	923	1491
2	2144	2075	2035	1990	1947	1894	1874	1836	1732	2283
3	2186	2060	1992	1917	1883	1783	1751	1662	1522	2277
4	1606	1483	1288	1177	1137	1067	1064	1039	1033	1649
5	1305	1221	1202	1153	1116	1081	1081	1057	988	1361
6	959	891	831	739	719	694	674	656	646	980
7	1185	927	837	704	636	653	692	677	657	1199
8	1638	1473	1399	1189	1142	1066	1065	1028	904	1521
9	9718	8772	8249	8093	7568	6933	6845	6034	5516	9330
10	9710	10302	9933	8725	8286	7902	7878	7585	6959	9676
11	968	864	799	745	713	692	732	723	650	935
12	1725	1503	1411	1200	1165	1115	1161	1044	920	1667
13	1998	1890	1639	1473	1307	1225	1255	1194	1042	1961
14	1357	1303	1187	1061	1045	966	962	960	921	1332
15	1960	1914	1854	1688	1636	1494	1527	1380	1256	1935
16	2040	1871	1691	1442	1378	1286	1286	1236	1159	1982
17	2196	2064	1962	1837	1801	1741	1738	1721	1709	2165
Ai	2638	2466	2325	2133	2032	1918	1918	1811	1679	2573

В дисперсионном анализе рассчитывают общую сумму квадрата отклонений значений от общего среднего (Q).

Затем разбивают её на составляющие, связанные с влиянием факторов А (Q_A) и В (Q_B), а также ошибки (Q_e). Последнюю компоненту нельзя объяснить влиянием факторов А и В. Считают, что она обусловлена влиянием посторонних случайных причин, которые невозможно учесть.

Общая сумма квадратов отклонений значений от общего среднего

$$Q = Q_A + Q_B + Q_e. \quad (1)$$

В нашем случае в выражение (1) войдут величины

$$Q = 1972428333, Q_A = 102305900,2, \\ Q_B = 1786279704, Q_e = 83842728,2.$$

Число значений а фактора А равно 16, количество значений б для фактора В равно 17. Число степеней свободы для фактора А $v_A = a - 1 = 15$, для фактора В $v_B = b - 1 = 16$, ошибки $v_e = (a - 1) * (b - 1) = 240$.

Определим дисперсии

$$MS_A = \frac{Q_A}{v_A} = 6820393,35, MS_B = \frac{Q_B}{v_B} = 111642481,5, \\ MS_e = \frac{Q_e}{v_e} = 349344,70. \quad (2)$$

Вычислим F – статистику

$$F_A = \frac{MS_A}{MS_e} = 19,52, F_B = \frac{MS_B}{MS_e} = 319,58. \quad (3)$$

Задаем уровень значимости $\alpha = 0.05$. Критические значения F – статистики равны

$$F_k(\alpha, v_A, v_e) = 1,69, F_k(\alpha, v_B, v_e) = 1,71 \quad (4)$$

В рассмотренном случае выполняются неравенства

$$F_A > F_k(\alpha, v_A, v_e), F_B > F_k(\alpha, v_B, v_e) \quad (5)$$

Поэтому с вероятностью 0,95 нужно принять гипотезы $H_1(A)$, $H_1(B)$. Это означает, что средние значения чисел пожаров для регионов Центрального федерального округа различны. Средние значения чисел пожаров для Центрального федерального округа по годам также различны.

Коэффициент детерминации для фактора В

$$R_B^2 = \frac{Q_B}{Q} = 0,9056 = 90,56 \% \quad (6)$$

свидетельствует, что географический фактор объясняет 90,56 % различий.

Коэффициент детерминации для фактора А

$$R_A^2 = \frac{Q_A}{Q} = 0,0519 = 5,19 \% \quad (7)$$

показывает, что фактор времени объясняет 5,19 % различий.

Коэффициент детерминации ошибки

$$R_e^2 = \frac{Q_e}{Q} = 0,0425 = 4,25 \% \quad (8)$$

дает основания для утверждения, что необъясненной остается 4,25 % различий значений чисел пожаров от общего среднего.

С вероятностью 95% установлено, что средние числа пожаров для регионов Центрального федерального округа различны. Различие вызвано влиянием фактора географического положения. С вероятностью 95% справедлива гипотеза о различии средних значений числа пожаров в Центральном федеральном округе по годам. Различие обусловлено фактором времени. Основной вклад в различие чисел пожаров от общего среднего дает географическое положение.

Полученные результаты могут оказаться полезными при разработке математических моделей, объясняющих число пожаров в Центральном федеральном округе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2005 году. Статистический сборник / под общей редакцией Н.П. Копылова. М.: ВНИИПО, 2006. 139 с.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2006 году: Статистический сборник / под общей редакцией Н.П. Копылова. М.: ВНИИПО, 2007. 137 с.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2007 году. Статистический сборник / под общей редакцией Н.П. Копылова. М.: ВНИИПО, 2008. 137 с.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2008 году. Статистический сборник / под общей редакцией Н.П. Копылова. М.: ВНИИПО, 2009. 137 с.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2009 году. Статистический сборник / под общей редакцией Н.П. Копылова. М.: ВНИИПО, 2010. 135 с.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2010 году. Статистический сборник / под общей редакцией В.И. Климкина. М.: ВНИИПО, 2011. 140 с.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2011 году. Статистический сборник / под общей редакцией В.И. Климкина. М.: ВНИИПО, 2012. 137 с.
8. Пожары и пожарная безопасность в 2012 году. Статистический сборник / под общей редакцией В.И. Климкина. М.: ВНИИПО, 2013. 137 с.
9. Пожары и пожарная безопасность в 2013 году. Статистический сборник / под общей редакцией В.И. Климкина. М.: ВНИИПО, 2014. 137 с.
10. Пожары и пожарная безопасность в 2014 году. Статистический сборник / под общей редакцией А.В. Матюшина. М.: ВНИИПО, 2015. 124 с.
11. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году. Статистический сборник / под общей редакцией А.В. Матюшина. М.: ВНИИПО, 2016. 124 с.
12. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году. Статистический сборник / под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2017. 124 с.
13. *Шеффе Г.* Дисперсионный анализ. – М.: Наука, 1980. – 512 с.

УДК 628.143

А. А. Костерева, М. Г. Есина

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИСТИКИ ВНУТРЕННЕЙ МИГРАЦИИ РОССИИ

Аннотация: В данной работе проводится исследование процесса межрегиональной миграции населения, основанное на официальных данных статистики. Результаты исследования имеют научную и практическую значимость, которая основана на возможности дальнейшего регулирования процессов межрегиональной миграции с учетом определенных закономерностей.

Ключевые слова: внутренняя миграция, корреляция, регионы, статистика.

A. A. Kostereva, M. G. Esina

STUDY OF STATISTICS OF INTERNAL MIGRATION OF RUSSIA

Abstract: This paper studies the process of interregional migration of the population, based on official statistics. The results of the study have scientific and practical significance, which is based on the possibility of further regulating the processes of interregional migration, taking into account certain patterns.

Keywords: internal migration, correlation, regions, statistics.

Миграция может иметь, как положительные, так и отрицательные эффекты для разных регионов. Положительный эффект заключается в повышении эффективности экономики на уровне страны, в преодолении асинхронности распределения трудовых ресурсов между отдельными регионами. Но также внутренняя миграция может приводить к негативным последствиям, в особенности для регионов с высокой миграционной убылью. Как выясняется благодаря статистике, именно таких регионов в России значительное большинство.

Выявим связь между прибывшим и выбывшим населением в результате миграционного движения на основе статистических данных по миграции населения в Российской Федерации в период с 2012 по 2016 гг. (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1. Данные о миграции населения

Го- ды	При- бывшие всего	из них			Выбыв- шие все- го	из них		
		в преде- лах России	в том числе			в пре- делах России	в том числе	
			внутри регио- нов	из дру- гих ре- гионов			внутри региона	в дру- гие ре- гионы
Все население								
2012	4196143	3778462	2023865	1754597	3901213	3778462	2023865	1754597
2013	4496861	4014620	2102036	1912584	4201002	4014620	2102036	1912584
2014	4663427	4072603	2075442	1997161	4363437	4052941	2075442	1997161
2015	4734523	4135906	2053058	2082848	4489139	4135906	2053058	2082848
2016	4706411	4131253	2041392	2089861	4444463	4131253	2041392	2089861
Городское население								
2012	2969555	2644613	1274421	1370192	2507994	2409371	1115265	1294106
2013	3214185	2832967	1331078	1501889	2741175	2587935	1157175	1430760
2014	3349049	2882062	1322533	1559529	2915365	2659680	1162621	1497059
2015	3365510	2900734	1269401	1631333	3072591	2781069	1180348	1600721
2016	3351695	2897707	1269099	1628608	3053285	2799787	1187409	1612378
Сельское население								
2012	1226588	1133849	749444	384405	1393219	1369091	908600	460491
2013	1282676	1181653	770958	410695	1459827	1426685	944861	481824
2014	1314378	1190541	752909	437632	1448072	1393261	912821	480440
2015	1369013	1235172	783657	451515	1416548	1354837	872710	482127
2016	1354716	1233546	772293	461253	1391178	1331466	853983	477483

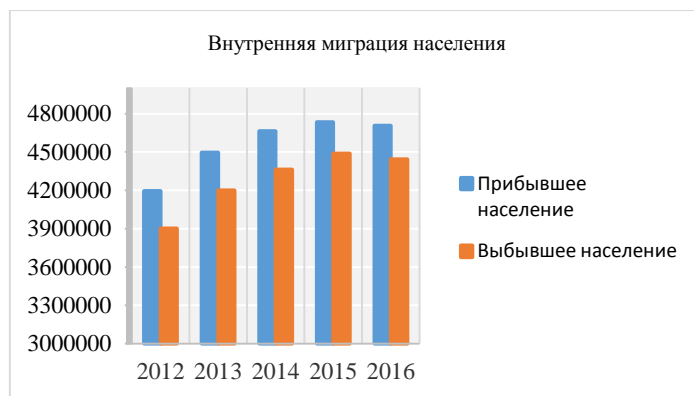


Рис. 1. Прибывшее и выбывшее население

На основе корреляционного анализа определим тесноту связи между двумя признаками: прибывшее и выбывшее населения (Рис.2).

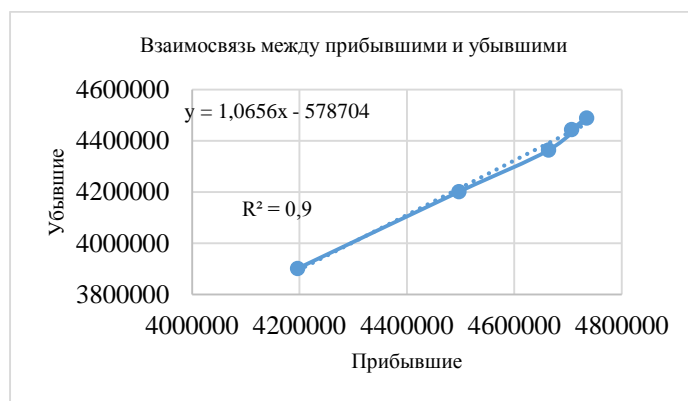


Рис. 2. Взаимосвязь между прибывшим и выбывшим населением

Получаем линейную зависимость между исследуемыми признаками с высоким коэффициентом корреляции, что позволяет сделать вывод о высокой взаимосвязи между прибывшим и выбывшим населением в целом по всей стране.

Данные статистики миграционного прироста городского и сельского населения позволяют выявить основные тенденции миграционного движения.

Сравним показатели миграционного прироста городского и сельского населения (Рис. 3).

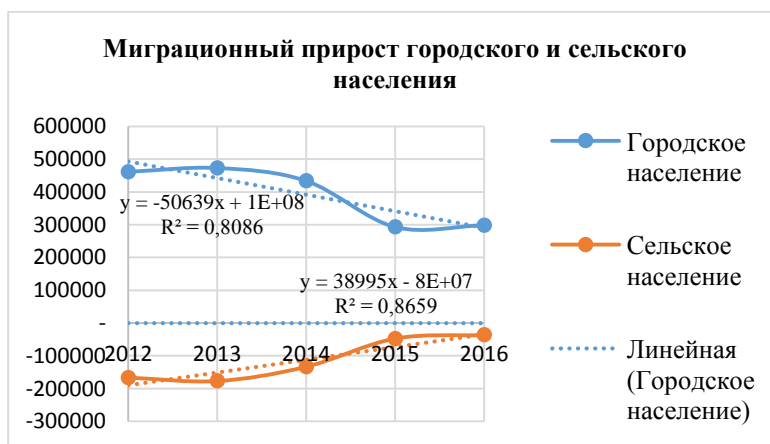


Рис. 3. Прирост городского и сельского населения

Отметим, что темпы роста городского населения характеризуются падением примерно на 50639 человек в год, напротив, темпы роста сельского населения отмечаются положительной динамикой – 38995 человек в год.

Таким образом, при данных темпах миграционного прироста среди городского населения в последующие годы будет лишь усиливаться отток населения, а среди сельского будет наблюдаться приток.

При исследовании внутренней миграции населения России важно выявить тенденции к переселению в другие регионы, а так же к переселению внутри регионов.

Рассмотрим данные переселения в другие регионы (Рис.4).

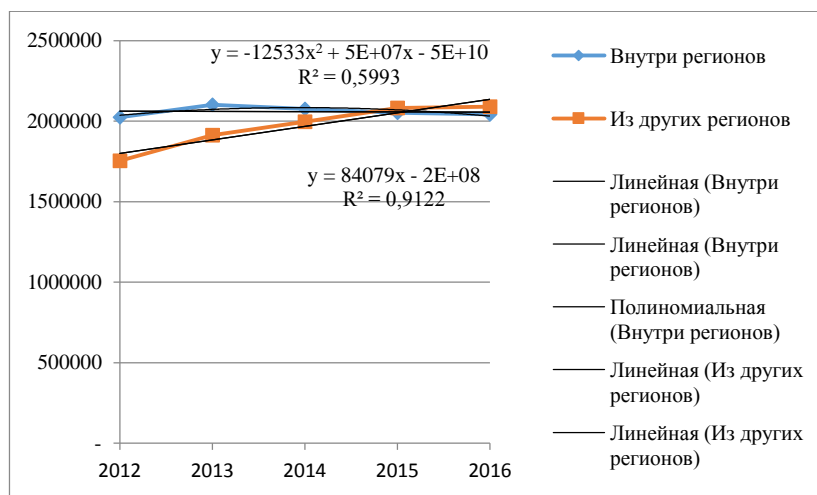


Рис. 4. Миграция внутри регионов и в другие регионы

Уравнение тренда: $y = 84079 t - 1711240$.

С каждым годом значение y в среднем увеличивается на 84079 человек. Отсюда следует вывод, что склонность к миграции в другие регионы существенно возрастает.

Иначе обстоят дела с миграцией в пределах одного региона.

С каждым годом значение y в среднем уменьшается на 12533 человек.

В такой крупной и многонациональной стране, как Россия, очень сложно сохранять баланс между регионами. Каждый имеет свои уникальные условия, и к каждому следует применять собственный подход. Успех каждого зависит от различных факторов. Однако в статье мы наблюдаем тенденции миграционной направленности, а это позволяет оценить и воздействовать на развитие проблемных территорий.

Таким образом, данное исследование направлений миграции внутри страны может служить «маяком» при разработке стратегии развития регионов и планирования улучшения условий экономических и социальных аспектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральная служба государственной статистики: <http://www.gks.ru/>
2. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2016: Стат. сб. / Росстат. - М., 2016

УДК 004. 4: [519.17]

С. Ю. Катеринина, Ю. И. Усков, К. В. Катеринин
ФГБОУ ВО Волгоградский технический университет

ТЕХНОЛОГИЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО ПУТИ И ЕГО ПОСТРОЕНИЕ В СРЕДЕ MS EXCEL

Аннотация: Данная статья посвящена описанию создания проекта интерактивного графа транспортной сети в среде Excel для поиска маршрута доставки грузов минимальной стоимости. Рассмотрен алгоритм поиска оптимального пути с визуализацией информации на графовой модели. В качестве программного обеспечения выбрана среда Visual Basic for Excel (VBE), не требующая от пользователя особых навыков программирования.

Ключевые слова: информационные технологии, графовая модель, оптимальный путь, алгоритм, оптимизация, программа, визуализация.

S. Yu. Katerinina, Yu. I. Uskov., K. V. Katerinin

TECHNOLOGY OF SEARCH THE OPTIMAL ROUTE AND ITS ORGANISATION IN MS EXCEL

Abstract: This article is devoted to the description the project of an interactive graph of the transport network in the MS Excel to search route with minimal cost. There is considered the algorithm of finding the optimal route with the visualization of information on the graph model. Visual Basic for Excel (VBE) selected as software. This program does not require special skills of the user.

Keywords: information technologies, graph model, optimal route, algorithm, optimization, program, visualization.

Приоритетным направлением реформы высшего профессионального образования и требованиями нового образовательного стандарта является использование современных информационных технологий, базирующихся, прежде всего, на принципах интерактивной работы с пользователем и интегрированности с другими программными продуктами. Применение в процессе обучения информационных технологий, позволяет повысить эффективность и качество учебного процесса и обеспечить совершенствование методики обучения, учитывающее увеличение темпа восприятия информации обучающимися по всем направлениям образовательного процесса. Использование компьютерной техники и информационных технологий формирует не только современное мышление у будущих специалистов, но и повышает мотивацию к изучению различных дисциплин. Практический опыт преподавания информационных технологий показывает, что применение компьютерной техники и технологий благотворно влияет на развитие творческих способностей, улучшает качества работы студентов с учебным материалом, повышает их осознанность и конструкторское мышление.

При решении оптимизационных задач по проектированию систем, планированию работ, распределению продукции, организации транспортных перевозок, используются графовые модели с применением алгоритма поиска оптимального решения [2]. Такие задачи, прежде всего, отличаются большой размерностью, что приводит поиску более эффективных алгоритмов оптимизации, которые позволяли бы экономить вычислительные ресурсы конкретных систем. Графовые модели включают в себя большое количество алгоритмов для самых разнообразных задач [3]. Однако для их использования требуется специальное программное обеспечение, стоимость которого доступна далеко не каждому пользователю. В связи с этим, возникает проблема поиска возможности применения для этой цели какой-либо широко распространённой системы, не требующей особых навыков программирования и об-

ладающей привычным для широкого круга пользователей интерфейсом. Одной из таких программ является Microsoft Excel имеющая встроенный язык программирования и обладающая возможностями визуализации информации, в связи, с чем может быть успешно использована в учебном процессе [4], для решения с помощью сетевых и графовых моделей множества задач не только экономического, но и технического характера.

Что же представляет собой граф? Граф это совокупность точек (вершин) и стрелок (ребер), соединяющих эти точки. Граф, в котором связь между вершинами имеет направление и отображается с помощью ориентированных дуг, называется сетью.

Для составления математической модели задачи обычно вводят следующие обозначения: i и j — номера пунктов выезда и заезда; t_{ij} — время переезда из пункта i в пункт j (в общем случае t_{ij} не равняется t_{ji} например, если один пункт находится на возвышенности, а другой — у ее подножья). Кроме этого, вводятся булевы переменные, причем принимают, что $\delta_{ij} = 1$, если из пункта i двигаться в пункт j и $\delta_{ij} = 0$ — в противном случае. Например, если из пункта i выехать только один раз в каком-то определенном направлении в любой другой пункт j (или въехать в него из любого другого пункта j) из n -имеющихся, либо оставаться в пункте j , то данное условие можно записать:

$$\sum_{i=1}^n \delta_{ki} = 1; \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

Общая постановка данной задачи, включающей объезд n пунктов кратчайшим путем, записывается в следующем виде:

$$F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij} \delta_{ij} \rightarrow \min \quad (2)$$

при ограничениях $\sum_{i=1}^n \delta_{ij} = 1; \quad j = 1, \dots, n; \quad \sum_{j=1}^n \delta_{ij} = 1; \quad i = 1, \dots, n; \quad \delta = [0, 1]$

При этом непрерывность маршрута обеспечивается введением дополнительных переменных, исключающих создание подциклов. Задача поиска кратчайшего пути формулируется следующим образом: из пункта i в пункт j ведет много дорог, на одних из которых движение одностороннее, а на других — двустороннее (длина пути между пунктами указывается на каждой дуге). Требуется найти кратчайший путь из пункта i в пункт j .

При составлении математической модели данной задачи должно соблюдаться условие непрерывности маршрута и одноразовости посещения пунктов (в каждый пункт должна входить и выходить только одна дуга). Это требование выполняется, если соблюдаются условия:

а) для дуг, входящих в пункт: $N_i^{\text{BX}} = \sum_{k=1}^n \delta_{ki}$,

где δ_{ki} соответствует дуге, выходящей из пункта k и входящей в пункт i ;
 $\delta_{ki} = 1$, если дуга $k-i$ входит в маршрут; $\delta_{ki} = 0$ — в противном случае;

б) для дуг, выходящих из пункта, $N_j^{\text{ВЫХ}} = \sum_{i=1}^n \delta_{ij}$,

где δ_{ij} соответствует дуге, выходящей из пункта i и входящей в пункт j ; $\delta_{ij} = 1$, если дуга $i-j$ входит в маршрут; $\delta_{ij} = 0$ — в противном случае.

Все пункты маршрута подразделяются на начальный, промежуточный и конечный, и для них должно выполняться условие:

$N_j^{\text{БВХ}} = 1$ — для начального пункта;

$N_i^{\text{ВХ}} - N_j^{\text{БВХ}} = 0$ — для промежуточного пункта;

$N_i^{\text{ВХ}} = 1$ — для конечного пункта.

Если необходимо, чтобы маршрут имел при этом и кратчайшую длину, необходимо добавить следующую целевую функцию:

$$F = \sum_i \sum_j c_{ij} \delta_{ij}, \quad (3)$$

где c_{ij} — длина пути, а суммирование производится по всем дугам. Объединяя ограничения и целевую функцию, запишем систему:

$$\begin{cases} F = \sum_i \sum_j c_{ij} \delta_{ij} \rightarrow \min \\ \sum_{k=1}^n \delta_{ki} - \sum_{j=1}^p \delta_{ij} = 0 \end{cases}, \quad (3a)$$

$\begin{matrix} 1 - \text{для начального пункта} \\ \text{— для промежуточного пункта} \\ 1 - \text{для конечного пункта} \end{matrix}$

где $\delta_{ij} \geq 0$.

При этом на переменные δ_{ij} достаточно наложить только требование неотрицательности. Условие равенства нулю δ_{ij} можно не накладывать, так как ранее установленные ограничения обеспечивают значение δ_{ij} либо ноль, либо единицу.

Таким образом, задачу сетевой оптимизации по поиску кратчайшего пути можно свести к задаче линейного программирования [1], решаемой с помощью встроенного средства анализа данных надстройки MS Excel «Поиск решения» в форме «что если», определяющей оптимальное значение целевой ячейки. При этом отпадает необходимость в разработке программ, реализующих оптимизационные методы решения линейных и нелинейных (гладких и негладких!) задач, ибо они являются основой надстройки «Поиск решения» последних версий табличного процессора.

В общем случае характеристика дуги i - j может иметь самый различный смысл: расстояние, продолжительность, стоимость, трудоемкость и т. д. В целом к задаче выбора кратчайшего пути или маршрута сводятся самые разнообразные задачи, включая задачу выбора оптимальных маршрутов при планировании доставки грузов потребителям с различных баз или складов.

Для создания удобного интерфейса используется свойство MS Excel организовывать всплывающие примечания к активным ячейкам. В данной работе оно используется для того, чтобы ввести в граф стоимости дуг. Автоматизация ввода исходных данных и визуальное представление результатов анализа обеспечивается соответствующими процедурами, разработанными в среде VBE. Весь программный модуль состоит из 5 этапов, включающих в себя 10 подпрограмм. При этом каждая из этих подпрограмм выполняет графическое построение всех элементов графа, участвует в создании и последующей обработке строк и диапазонов ячеек, преобразует вводимую пользователем исходную информацию в программный код, позволяющий автоматически запускать процессы поиска оптимального пути на только что созданном графе.

На первом этапе необходимо освоить технику построения визуального графа. Для этого предлагается методика разработки процедур для построения поименованных вершин и дуг графа транспортной сети в среде MS Excel. В данном случае, используется свойство электронных таблиц организовывать всплывающие примечания к активным ячейкам, что

позволяет быстро и эффективно отладить процедуру заполнения ячеек операционных строк графа.

На втором этапе осваивается методика манипулирования ссылочными массивами при построении и преобразовании операционных массивов. Для этого создаются строки ячеек, позволяющие автоматизировать трудоемкие ручные процессы построения визуального графа.

Третьим этапом осваивается методика преобразования строк в матрице и построение процедур, реализующих выполнение задачи линейного программирования в электронных таблицах. В процессе работы необходимо разработать подпрограммы для автоматического заполнения этих матриц и используя условие одноразовости посещения вершин графа при определении кратчайшего пути, определяется сумма булевых значений дуг, входящих и выходящих в каждый узел графа путем суммирования адресных ссылок на соответствующие ячейки строки X_{ij} .

На четвертом этапе создается проект интерактивного графа транспортной сети в среде Excel для поиска маршрута доставки грузов минимальной стоимости с числовым выводом на экран компьютера результатов. Также осваивается технология работы с графическими элементами (формами и их коллекциями) с использованием средств ActiveX и VBE и разрабатывается процедура программного поиска решений с использованием надстройки «Поиск решения».

На последнем этапе создается интерфейс проекта с управляющими и поясняющими элементами, обеспечивающими автоматизацию ввода исходных данных и наглядность полученных результатов, то есть происходит визуализация найденного оптимального маршрута. При этом создается интерактивный граф транспортной сети, обеспечивающий простое и наглядное управление определением маршрута доставки грузов минимальной стоимости (рис.1).

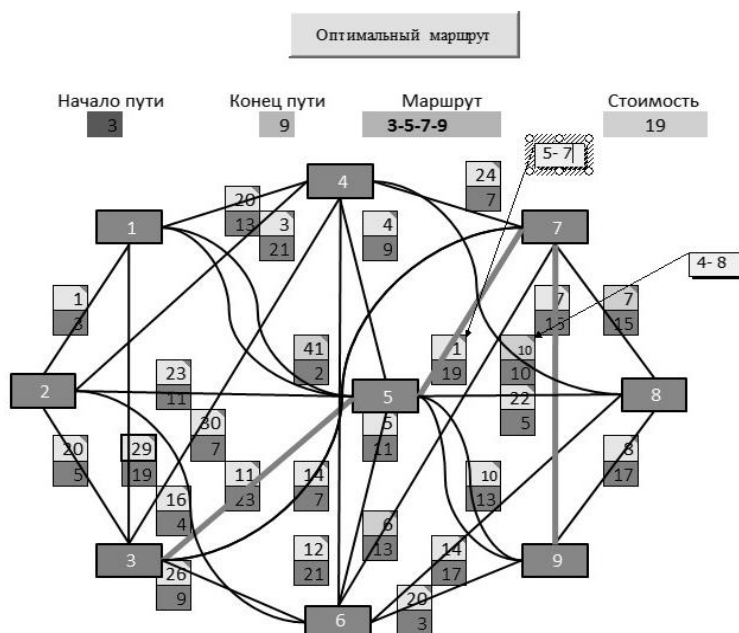


Рис. 1. Интерактивный граф транспортной сети с найденным оптимальным маршрутом.

В заключение следует отметить, что метод визуализации графов является основой модернизации и дальнейшего развития такого наукоёмкого прикладного направления, как визуальная аналитика и с успехом применяется в интенсивно пополняющемся перечне промышленно используемых программных продуктов.

При построении различных графовых моделей одной и той же сети, можно решать разнообразные аналитические задачи, на основе классических алгоритмов обработки графов [1]. Применение таких моделей позволяет:

- обеспечить оптимизацию процесса решения всего спектра экономических и технических задач различной направленности;
- легко решать целый ряд задач анализа;
- избежать использования громоздких алгебраических методов решения подобных задач, значительно снизив размерность производимых расчётов;
- реализовать дальнейшую автоматизацию базирующихся на графах методов расчёта.

Сложившаяся тенденция комплексного подхода к образовательному процессу, с целью дальнейшего его совершенствования путём внедрения новых информационных технологий, делает необходимым поиск новых решений по использованию эффективных, но интуитивно понятных и менее громоздких программных продуктов и методик с целью повышения уровня осознанности студентов при прохождении обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Евстигнеев, В. А., В. Н. Касьянов.* Графы в программировании: обработка, визуализация и применение. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 1104 с.
2. *Клековкин, Г. А.* Теория графов. Среда *mathima*. М.: Издательство Юрайт, 2019. 133 с.
3. *Майника Э.* Алгоритмы оптимизации на сетях и графах. М.: Мир, 1981. 319 с.
4. *Мур Д. Х, Уэдерфорд Л. Р.* Экономическое моделирование в Microsoft Excel. СПб.: Издательский дом “Вильямс”. 2004. 1024 с.

УДК 311+519.23+519.24+519.25

И. А. Кайбичев, С. Э. Шмидт

ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СРЕДНЕГО ВРЕМЕНИ ПРИБЫТИЯ ПЕРВОГО ПОЖАРНОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ НА ПОЖАР В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА СКОЛЬЗЯЩЕГО СРЕДНЕГО

Аннотация: Выполнен прогноз по методу скользящего среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в России. Установлено, что увеличение базы прогноза с 3 до 5 лет приводило к увеличению среднего значения квадрата ошибки. Поэтому для прогнозирования рекомендован метод скользящего среднего с базой прогноза 3 года.

Ключевые слова: среднее время прибытия первого пожарного подразделения на пожар, Российская Федерация, метод скользящего среднего.

I. A. Kaibichev, S. E. Shmidt

MEAN TIME FIRST FIREMAN SUBDIVISIONS ON FIRE IN RUSSIAN FEDERATION FORECASTING BY MEANS OF METHOD SLITHERRING AVERAGE

Abstract: the executed forecast on method slitherring mean time first fireman subdivisions on fire in Russia. It Is Installed that increase the base of the forecast with 3 before 5 years brought about increase of

average importance of the square of the mistake. So for forecasting is recommended method slitherring average forecast with the base 3.

Keywords: the average arrival time first fireman of the subdivision on fire, Russian Federation, method slitherring average.

Метод скользящего среднего успешно применяется при прогнозе обстановки на товарном и фондовом рынках [15]. Простое скользящее среднее (Simple Moving Average - SMA) получают путем расчета средней цены за определенный промежуток времени. Рассмотрим возможность применения данного метода в прогнозировании среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар.

В методе простого скользящего среднего прогнозное значение равно среднему арифметическому от фактических значений за установленный временной период [15]. Этот период называют базой прогноза. В нашем расчете мы будем использовать базу прогноза в 3 и 5 лет. При базе прогноза в 3 года прогнозные значения определяют по формуле

$$Y_{i+1} = \frac{1}{3} * (T_i + T_{i-1} + T_{i-2}), \quad (1)$$

где Y_{i+1} – прогнозные значения, T_i – фактические значения.

В результате расчета по формуле (1) для городской местности России на 2018 год получили прогнозные значения 6,08 мин (Таб. 1). При расчете использовали данные по среднему времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар за 2001-2017 годы [1, 3-14]. В качестве показателя качества прогноза часто используют среднее значение квадрата ошибки. В нашем случае оно составило 0,24 (Таб. 1).

Таблица 1. Прогноз среднего времени прибытия первого пожарного подразделения в городской местности России

Год	T	Y(3)	E=Y-T	E ²	Y(5)	E=Y-T	E ²
2001	8,17						
2002	8,41						
2003	8,44						
2004	8,55	8,34	-0,21	0,04			
2005	8,56	8,47	-0,09	0,01			
2006	8,59	8,52	-0,07	0,01	8,43	-0,16	0,03
2007	8,19	8,57	0,38	0,14	8,51	0,32	0,10
2008	8,02	8,45	0,43	0,18	8,47	0,45	0,20
2009	7,12	8,27	1,15	1,31	8,38	1,26	1,59
2010	6,86	7,78	0,92	0,84	8,10	1,24	1,53
2011	6,66	7,33	0,67	0,45	7,76	1,10	1,20
2012	6,5	6,88	0,38	0,14	7,37	0,87	0,76
2013	6,29	6,67	0,38	0,15	7,03	0,74	0,55
2014	6,24	6,48	0,24	0,06	6,69	0,45	0,20
2015	6,08	6,34	0,26	0,07	6,51	0,43	0,18
2016	6,09	6,20	0,11	0,01	6,35	0,26	0,07
2017	6,08	6,14	0,06	0,00	6,24	0,16	0,03
2018		6,08			6,16		
Среднее	7,34		0,33	0,24		0,59	0,54

Рассмотрим ситуацию расширения базы прогноза до 5 лет. В этом случае прогнозное значение определяют по формуле

$$Y_{i+1} = \frac{1}{3} * (T_i + T_{i-1} + T_{i-2} + T_{i-3} + T_{i-4}). \quad (2)$$

Расчет по формуле (2) для городской местности России дал на 2018 год прогнозное значение 6,16 мин (Таб. 1). Среднее значение квадрата ошибки составило 0,54. Поэтому, увеличение базы прогноза на 2 года увеличило значение среднего квадрата ошибки в 2,19 раза.

Прогноз среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в городской местности России на 2018 год по методу экспоненциального сглаживания [2] дал результат 6,08 мин. Поэтому метод скользящего среднего при базе прогноза 3 года дал в этом случае совпадение с методом экспоненциального сглаживания.

Заметим, что прогнозная кривая при базе прогноза 3 года SMA(3) в целом походит на реальную кривую (Рис. 1). Прогнозная кривая при базе прогноза 5 лет SMA(5) является более гладкой.

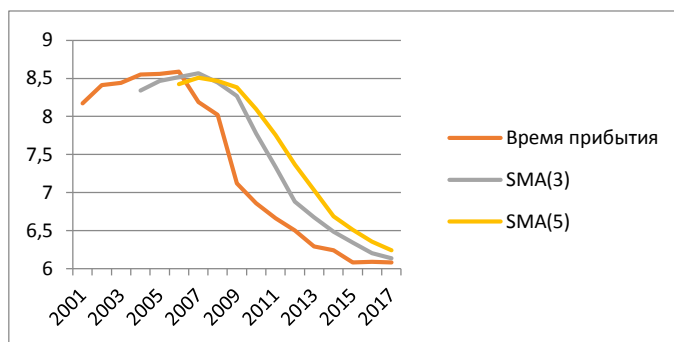


Рис. 1. Среднее время прибытия первого пожарного подразделения на пожар в городской местности России, простое скользящее среднее по данным 3 лет SMA(3) и 5 лет SMA (5)

Таблица 2. Прогноз среднего времени прибытия первого пожарного подразделения в сельской местности России

Год	T	Y(3)	E=Y-T	E ²	Y(5)	E=Y-T	E ²
2001	18,57						
2002	19,17						
2003	19,37						
2004	19,64	19,04	-0,60	0,36			
2005	19,67	19,39	-0,28	0,08			
2006	20,02	19,56	-0,46	0,21	19,28	-0,74	0,54
2007	18,71	19,78	1,07	1,14	19,57	0,86	0,75
2008	17,93	19,47	1,54	2,36	19,48	1,55	2,41
2009	15,01	18,89	3,88	15,03	19,19	4,18	17,51
2010	13,81	17,22	3,41	11,61	18,27	4,46	19,87
2011	12,87	15,58	2,71	7,36	17,10	4,23	17,86
2012	12,18	13,90	1,72	2,95	15,67	3,49	12,15
2013	10,59	12,95	2,36	5,59	14,36	3,77	14,21
2014	11,40	11,88	0,48	0,23	12,89	1,49	2,23
2015	11,24	11,39	0,15	0,02	12,17	0,93	0,86
2016	10,99	11,08	0,09	0,01	11,66	0,67	0,44
2017	11,08	11,21	0,13	0,02	11,28	0,20	0,04
2018		11,10			11,06		
Среднее	15,43		1,16	3,35		2,08	7,41

Расчет по формуле (1) для сельской местности России на 2018 год дал прогнозное значение 11,10 мин (Таб. 2). Среднее значение квадрата ошибки составило 3,35.

Расчет по формуле (2) для городской местности России дал на 2018 год прогнозное значение 11,06 мин (Таб. 2). Среднее значение квадрата ошибки составило 7,41. Поэтому, увеличение базы прогноза на 2 года увеличило значение среднего квадрата ошибки в 2,21 раза.

Прогнозная кривая при базе прогноза 3 года SMA(3) ближе к реальной кривой (Рис. 2).

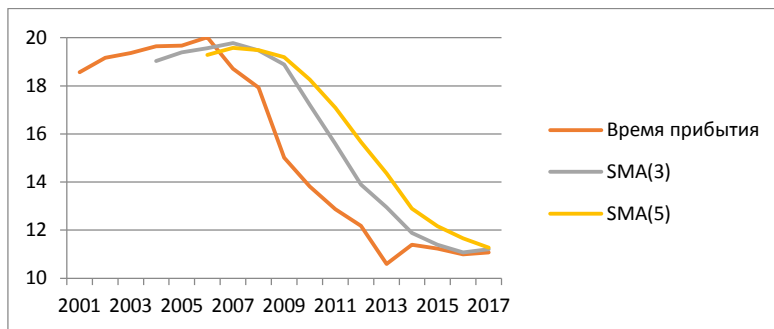


Рис. 2. Среднее время прибытия первого пожарного подразделения на пожар в сельской местности России, простое скользящее среднее по данным 3 лет SMA(3) и 5 лет SMA(5)

В рассмотренных случаях увеличение базы прогноза на 2 года приводило к заметному увеличению среднего значения квадрата ошибки. Поэтому, для практического применения наиболее подходит метод скользящего среднего с базой прогноза 3 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данные по пожарам в субъектах Российской Федерации за 12 мес. 2017 г. [Электронный ресурс] / Статистика пожаров РФ 2017. Электронная энциклопедия пожарной безопасности. – Режим доступа: wiki-fire.org.
2. Кайбичев И.А. Прогноз среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в Российской Федерации на 2018 год // Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (5 апреля 2018 г., Иваново). – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – с. 277-281.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2005 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. – М.: ВНИИПО, 2006. – 139 с.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2006 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. – М.: ВНИИПО, 2007. – 137 с.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2007 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. – М.: ВНИИПО, 2008. – 137 с.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2008 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. – М.: ВНИИПО, 2009. – 137 с.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2009 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. – М.: ВНИИПО, 2010. – 135 с.
8. Пожары и пожарная безопасность в 2010 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2011. – 140 с.
9. Пожары и пожарная безопасность в 2011 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2012. – 137 с.
10. Пожары и пожарная безопасность в 2012 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2013. – 137 с.

11. Пожары и пожарная безопасность в 2013 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2014. – 137 с.
12. Пожары и пожарная безопасность в 2014 году: Статистический сборник. Под общей редакцией А.В. Матюшина. – М.: ВНИИПО, 2015. – 124 с.
13. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году: Статистический сборник. Под общей редакцией А.В. Матюшина. – М.: ВНИИПО, 2016. – 124 с.
14. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2017. – 124 с.
15. *Швагер Д.Д.* Технический анализ: полный курс. – М.: ООО «Альпина Паблишер», 2001. – 768 с.

УДК 378.146

Н. И. Егорова, Л. В. Медведева, А. И. Трубилко, И. Л. Данилов
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ MICROSOFT OFFICE ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЯВЛЕНИЯ ВНЕШНЕГО ФОТОЭФЕКТА НА ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ

Аннотация: В статье представлена разработанная в СПбУ ГПС МЧС России виртуальная лабораторная работа по теме «Внешний фотоэффект». Данная работа позволяет подробно изучить законы Столетова и экспериментально проверить уравнение Эйнштейна. Работа рассчитана на 10 различных вариантов.

Ключевые слова: виртуальная лабораторная работа, качество обучения, интерактивное обучение.

N.I. Egorova, L.V. Medvedeva, A.I. Trubilko, I.L. Danilov

USING THE MICROSOFT OFFICE SOFTWARE TO STUDY THE PHENOMENA OF EXTERNAL PHOTO EFFECT ON LABORATORY AND PRACTICAL CLASSES IN PHYSICS

Abstract: The article presents a virtual laboratory work on the topic “External photo effect” developed at the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia. This work allows to study in detail the Stoletov laws and experimentally test the Einstein equation. The work is designed for 10 different options.

Keywords: virtual laboratory work, quality of learning, interactive training.

В содержании профессиональной подготовки специалистов пожарно-технического профиля в вузе МЧС России изучение явления и законов внешнего фотоэффекта имеет чрезвычайную практическую значимость для понимания принципов действия аналитических приборов техносферной безопасности (фотоэлектронные приборы, различные виды бесконтактных выключателей, оптических датчиков дыма и т.д.), а также современных схем пожарной сигнализации.

В учебном курсе дисциплины «Физика» явление внешнего фотоэффекта обучающиеся изучают в разделе «Квантовая физика» в цикле лабораторно-практических занятий (ЛПЗ), которые являются новым, разработанным сотрудниками кафедры и научно обоснованным видом учебного занятия, интегрирующим в себе лабораторное и практическое занятия в трех

взаимосвязанных адаптивных дидактических блоках: контрольно-практическом; экспериментальном; аналитико-обобщающем.

Структура ЛПЗ является гибкой по содержанию, группа делится на две подгруппы, и ЛПЗ одновременно проводится двумя преподавателями в двух помещениях: в натурной лаборатории физики и компьютерном классе, в котором обучающиеся выполняют виртуальные лабораторные работы или расчетно-графические работы. На следующем ЛПЗ осуществляется ротация подгрупп в учебных аудиториях, что позволяет каждому обучающемуся выполнить натурную лабораторную работу и виртуальную лабораторную работу (расчетно-графическое задание) по каждой теме учебного курса.

Таким образом, грамотное внедрение в экспериментальный блок ЛПЗ компьютерных технологий позволяет существенно расширить образовательные возможности учебной дисциплины при изучении каждой темы учебного курса, что становится способом разрешения одного из существенных противоречий высшей профессионально-технической школы: между традицией преподавания фундаментальной дисциплины «Физика», основанной на освоении экспериментальных методов познания и существующей тенденцией компьютеризации фундаментального образования в технических вузах, которая ориентирована на замену реальных объектов и физических явлений субъективными виртуальными моделями.

Современное программное обеспечение Microsoft Office позволяет создать простой в использовании и установке виртуальный лабораторный комплекс, включающий в себя расчетно-графические задания и виртуальные лабораторные работы по всем разделам учебного курса дисциплины «Физика».

В Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России сотрудниками кафедры физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности разработана виртуальная лабораторная работа по разделам дисциплины «Физика» осуществляется в рамках инициативных научно-исследовательских работ. В настоящее время получены Свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ на виртуальные расчетно-графические работы по волновой оптике, электричеству, молекулярной физике, квантовой оптике, разработанные в среде «Microsoft Excel», использование которой не требует закупки дополнительного программного обеспечения. [1, 2].

Виртуальная лабораторная работа по изучению внешнего фотоэффекта рассчитана на 10 базовых вариантов, для каждого из которых используется свой материал фотокатода. Работа выхода $A_{\text{вых}}$ применяемых в работе материалов лежит в пределах от 1,8 до 2,4 эВ, что соответствует элементам первой группы периодической таблицы Менделеева и сплавам цезия. Такой выбор материалов позволяет проводить регистрацию вольт-амперной характеристики (ВАХ) не только в ультрафиолетовом, но и в оптическом диапазоне спектра.

Важным отличием представленной работы от большинства реальных установок является возможность проводить измерения, как при положительном, так и при отрицательном анодном напряжении, то есть полностью регистрировать ВАХ. Кроме того, возможна регистрация ВАХ при разных уровнях освещенности фотокатода.

Математическое описание ВАХ в данной работе основано на функции Гомпертца

$$y(x) = a \cdot e^{-be^{-cx}} - d, \quad (1)$$

где a, b, c – константы, определяющие верхнюю асимптоту ($ae^{be^{-\infty}} = ae^0 = a$), смещение функции по оси ОХ и темп роста, соответственно, (рис.1) [3]. Константа d позволяет избежать слишком слабый наклон кривой вблизи нулевого фототока, что в реальном эксперименте соответствует учету обратной эмиссии электронов с анода. [4].

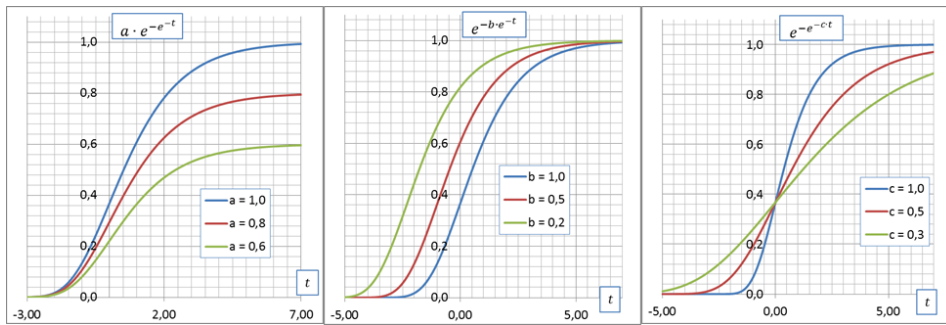


Рис. 3. Вид функции Гомпертца, в зависимости от значения констант a , b и c .

Все константы, входящие в уравнение (1) были эмпирически подобраны для каждого значения светового потока, падающего на фотокатод, и его длины волны, а также для каждого материала фотокатода, в зависимости от его работы выхода.

Окончательный вид ВАХ для одного из вариантов при двух значениях светового потока, падающего на фотокатод, и одной и той же длине волны показан на рисунке 2.

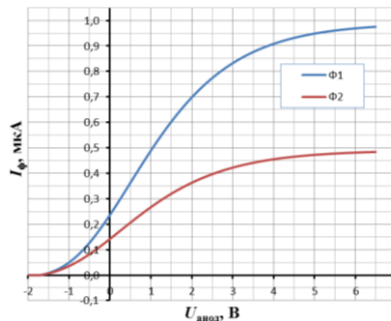


Рис. 4. Зависимость фототока от анодного напряжения для двух значений светового потока, падающего на фотокатод, причем $\Phi_1 > \Phi_2$, длина волны падающего излучения не меняется.

На рисунке 3 представлен общий вид рабочей части программы. Две верхние полосы прокрутки позволяют выбрать один из десяти возможных вариантов, для каждого из которых можно установить заданное преподавателем напряжение на лампе (от 1 В до 10 В с шагом 1 В). Заданное напряжение на лампе соответствует определенной величине светового потока. Таким образом, при одном и том же варианте можно дополнительно варьировать дальнейший ход выполнения работы, что позволяет сделать деятельность обучающегося индивидуальной и исключить списывание результатов. Две другие полосы прокрутки позволяют менять напряжение на аноде и длину волны излучения, падающего на фотокатод.

При нажатии кнопки «Регистрация значений» на графике зависимости запирающего напряжения U_z от циклической частоты излучения ω , показанном на экране (рис. 3), отображаются точки, соответствующие выбранной длине волны и напряжению на аноде. Нажатие кнопки производится тогда, когда значение фототока становится равным нулю. Данный график позволяет проконтролировать правильность выполнения второй части работы.

В первой части работы обучающиеся проводят регистрацию зависимости фототока от анодного напряжения при двух разных уровнях освещения фотокатода без изменения длины волны источника света. Пример результата выполнения первого задания показан на рис. 2. Построение подобных графиков позволяет обучающимся более подробно изучить законы Столетова [5]:

- 1) уровень фототока насыщения зависит от интенсивности светового излучения;
- 2) максимальная кинетическая энергия вырванных светом электронов не меняется если не меняется частота света, падающего на фотокатод.

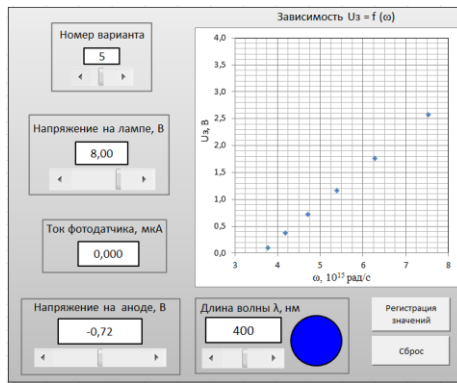


Рис. 3. Рабочая часть программы, используемая для измерения ВАХ фотоэлемента, а также регистрации зависимости запирающего напряжения от частоты падающего излучения.

Во второй части работы обучающимся предлагается исследовать зависимость запирающего напряжения от длины волны при неизменном значении напряжения на лампе. Используя уравнение Эйнштейна для фотоэффекта [5]:

$$h\nu = A_{\text{ВЫХ}} + eU_3, \quad (2)$$

где $\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{\omega}{2\pi}$ – частота падающего излучения, c – скорость света, h – постоянная Планка, e – заряд электрона, можно получить зависимость запирающего напряжения от частоты падающего света:

$$U_3 = -\frac{A_{\text{ВЫХ}}}{e} + \frac{\hbar}{e}\omega, \quad \text{где } \hbar = \frac{h}{2\pi}. \quad (3)$$

Следовательно, можно для определенных длин волн падающего света найти значения анодного напряжения, при которых фототок полностью пропадает, и зарегистрированные точки нанести на график $U_3(\omega)$. После этого сделать линейную аппроксимацию до оси ОУ (рис. 4). Тогда, как следует из уравнения (3), пересечение с осью ОУ – работу выхода электронов с поверхности исследуемого материала, а общий наклон прямой – экспериментально определить значение постоянной Планка. Кроме того, пересечение с осью ОХ позволит найти ω_0 – красную границу фотоэффекта.

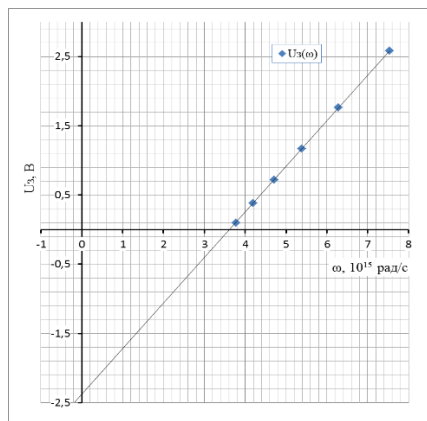


Рис. 4. Зависимость запирающего напряжения от частоты падающего излучения.

Таким образом, основными результатами виртуальной лабораторной работы, полученными лично каждым обучающимся, являются:

- 1) графики двух ВАХ фотоэффекта для света одной длины волны, полученные при двух разных световых потоках, падающих на фотокатод;

- 2) график зависимости запирающего напряжения от длины волны при определенной освещенности катода (неизменном значении напряжения на лампе);
- 3) значение работы выхода для материала катода и, как следствие, определение материала из которого сделан фотокатод;
- 4) экспериментальное значение постоянной Планка;
- 5) оценка расхождения между теоретическим и экспериментальным значениями Планка.

Основными преимуществами разработанной виртуальной лабораторной работы являются: простота оперативных действий; наглядность; возможность корректировки исходных данных и содержания лабораторных заданий; индивидуальный характер выполнения лабораторных исследований.

В ходе натурной лабораторной работы обучающиеся бригадным методом выполняют работу по изучению внешнего фотоэффекта на модульном учебном комплексе МУК-ОК, включающем в себя амперметр-вольтметр АВ-1, стенд с объектами исследования СЗ-ОК01 и источник питания ИПС1. В качестве источников света в стенд вмонтирован набор из восьми светодиодов, излучающих в различных узких диапазонах длин волн в видимой и инфракрасной частях спектра (430 нм – 860 нм). В качестве фотокатода используется катод фотоэлемента, изготовленный из полупроводникового вещества.

Примерный вид ВАХ, получаемых на стенде при фиксированной частоте света, но при различных интенсивностях света, представлен на рис.5.

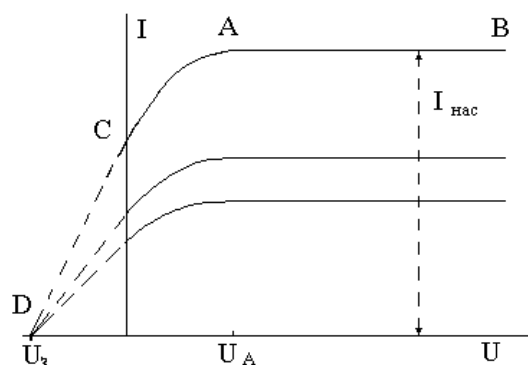


Рис. 5. Зависимость фототока от анодного напряжения при фиксированной частоте света при трех различных интенсивностях света.

Участок *AB* графика соответствует току насыщения $I_{нас}$ фотоэлемента. При $U > U_A$ сила тока не зависит от напряжения между катодом и анодом потому что электроны, выбитые светом в область пространства между катодом и анодом, попадают в достаточно сильное ускоряющее электрическое поле и все достигают анода. Причем при нулевом и даже отрицательном напряжении на аноде сила тока отлична от нуля. Участок графика *CD* обучающиеся интерполируют самостоятельно в процессе обработки экспериментальных данных.

В ходе натурной лабораторной работы обучающиеся выполняют экспериментальные исследования бригадным методом и получают следующие результаты на лабораторном стенде:

- 1) Графики зависимости ВАХ при трех фиксированных интенсивностях света (для каждой из двух частот света);
- 2) Оценка значения работы выхода электрона из материала фотоэлемента ФЭ-ФЭУ-68 (либо аналогичного).

Сравнение результатов исследований в натурной и виртуальной лабораторной работе позволяет сделать вывод о том, что выполнение виртуальной лабораторной работы позволяет значительно углубить изучение явления внешнего фотоэффекта и расширить представление о практических методах исследования его законов и закономерностей.

Таким образом, грамотное применение информационных технологий в дидактических схемах лабораторно-практических занятий по физике позволяет расширить образовательные возможности циклов ЛПЗ, а, следовательно, и учебного курса физики путем решения следующих образовательных задач:

- формирование практических умений работы с измерительными приборами, установками, лабораторным оборудованием;
- формирование исследовательских умений (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).
- формирование убежденности в неразрывной связи теории и практики, необходимости верификации любых теоретических знаний (экспериментальная проверка формул, методик расчета, установление и подтверждение закономерностей).

В заключительной части лабораторно-практического занятия с аудиторией осуществляется анализ и обобщение учебного материала по теме учебного курса физики с целью формирования профессиональных компетенций: представлять физические утверждения, доказательства, проблемы, результаты физических исследований ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории, как в письменной, так и в устной форме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилов И.Л., Егорова Н.И. Лабораторный практикум по физике на основе моделирования в среде MS Excel. Информационное общество: образование, наука, культура и технологии будущего. 2017. № 1. С. 104-113.
2. Данилов И.Л., Егорова Н.И. Использование информационной среды Excel на лабораторно-практических занятиях по физике (на примере изучения раздела «Электричество»). Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2018. № 3 (27). С. 26-32
3. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Книга 2. М.: Финансы и статистика, 1986. — 351 с.
4. В.В. Коваленко, С.В. Коновалов. Новый подход к изучению явления внешнего фотоэффекта в лабораторных условиях. Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2013. №4(6). С. 53-55.
5. Савельев, И. В. Курс физики. В 3 т. Т.2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. – 5-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2018. – 468 с.

УДК 628.143

А. Р. Куличкова, М. Г. Есина

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРЕСТУПЛЕНИЙ ПО ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: В данной работе проведен анализ статистических данных преступлений по Ивановской области. Выполнен расчет коэффициента преступности и коэффициента активной преступности. В результате анализа данных построен социальный портрет преступности в соответствии с образованием и возрастом.

Ключевые слова: преступность, показатели, преступление, Ивановская область, коэффициент, социальный портрет.

A. R. Kulichkova, M. G. Esina

STATISTICAL ANALYSIS OF CRIMES IN IVANOVO REGION

Abstract: In this paper, an analysis of statistical data of crimes in the Ivanovo region. The calculation of the rate of crime and the rate of active crime. As a result of data analysis, a social portrait of crime is constructed in accordance with education and age.

Keywords: crime, indicators, crime, Ivanovo region, coefficient, social portrait.

В настоящее время одной из острых глобальных проблем является проблема преступности. Необходимо отметить, что уровень преступности повышается, и, благодаря прогрессу, принимает более изощренный, опасный характер. Растет и охват преступлений, создается опасность для граждан всех стран и, даже, континентов. Преступления совершаются во всех государствах без исключения, и именно поэтому представляет собой огромную опасность для каждого члена общества.

Именно поэтому исследовательская работа посвящена проблеме преступности.

Преступление – это виновно совершенное общественно опасное деяние, запрещенное Уголовным кодексом под угрозой наказания [1].

Криминологическая наука оперирует с статистическими данными, анализ которых позволяет оценивать общее состояние преступности, как в регионах, так и в целом по стране, изменение динамики уровня преступности, характер и географическое положение. Как и статистические данные, изучаемые в любой области, данные о состоянии преступности подразделяются на количественные и качественные.

В статье мы обратимся к статистическим данным зарегистрированных преступлений по Ивановской области за 9 лет.

Абсолютные показатели объёма преступности по данным информационных центров МВД, ГУВД, УВД Ивановской области с января 2010 года по октябрь 2018 года составляют 138 577 (рис. 1).

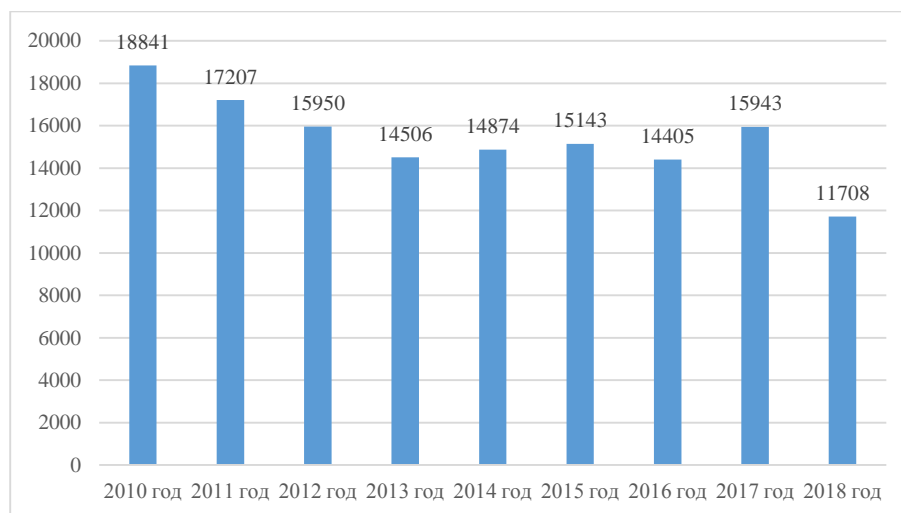


Рис. 1. Показатель зарегистрированных преступлений в Ивановской области

По данным диаграммы в 2010 году было совершено больше всего зарегистрированных преступлений (18841 ч.). Возможно, рост преступности в рассмотренный период связан с финансово-экономическим кризисом. Далее рост преступности наблюдается в 2017 году и составляет 15943 ч. В настоящее время произошло снижение числа зарегистрированных преступлений до 11708 ч., что является наименьшим показателем за девять лет в Ивановской области.

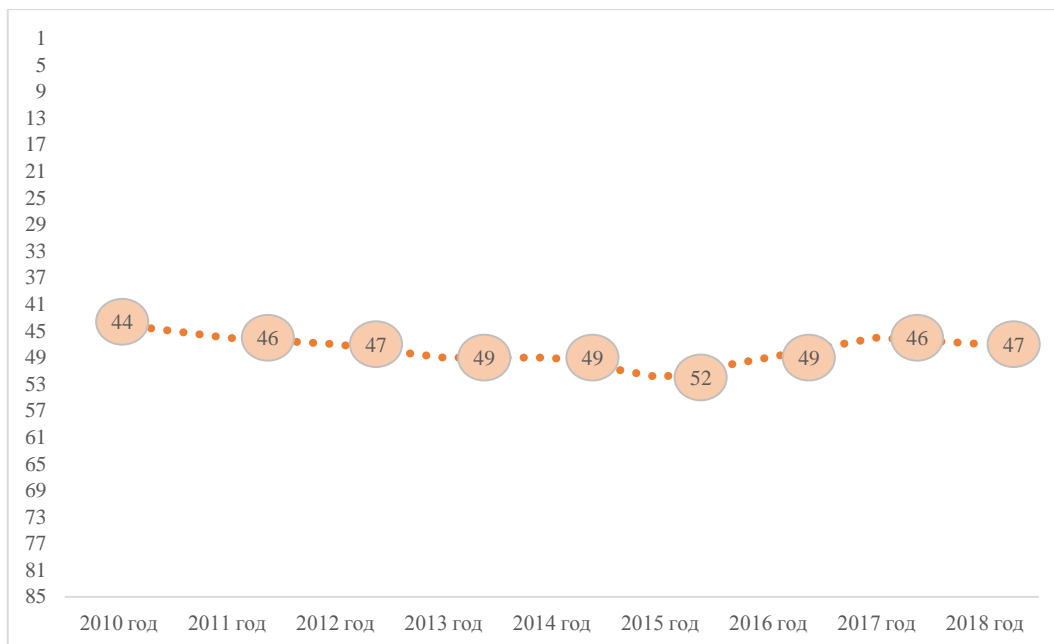


Рис. 2. Место Ивановской области по сравнению с другими субъектам России

Наблюдая за рейтингом зарегистрированных преступлений в Ивановской области в период с 2010 по 2018 гг. среди субъектов Российской Федерации можно отметить, что в Ивановской области достаточно низкий уровень преступности по сравнению с другими субъектами страны. Если в 2010 году Ивановская область находилась на 44 месте среди субъектов России, то в 2015 мы можем наблюдать понижение уровня преступности по сравнению с другими регионами и переход на 52 позицию. В 2018 году Ивановская область занимает 47 место, что говорит о

Для изучения показателей преступности необходимо учитывать интенсивность преступности, величина которой вычисляется как отношение числа совершенных преступлений к численности населения.

Интенсивность преступности оцениваем через коэффициент преступности:

$$K = \frac{10n}{N}, \text{ где}$$

n – общее количество совершенных преступлений на территории Ивановской области за рассматриваемый период времени в данном случае, для сравнения за 2010 и 2017 гг.);

N – численность всего населения, который достиг возраста наступления уголовной ответственности, проживающего на территории Ивановской области;

10 – единая расчетная база.

$$K_{2010} = \frac{18841 \cdot 10}{911618} \approx 0,21;$$

$$K_{2017} = \frac{15943 \cdot 10}{865096} \approx 0,18.$$

Для вычисления коэффициента активной преступности используем формулу:

$$I = \frac{10m}{N},$$

где m – число лиц, которые совершили преступные действия за рассматриваемый период на территории Ивановской области ;

N – численность активного населения, проживающего на территории Ивановской области;
 10 – единая расчетная база.

$$I_{2010} = \frac{7673 \cdot 10}{635225} \approx 0,12;$$

$$I_{2017} = \frac{5675 \cdot 10}{564568} \approx 0,1.$$

Мы наблюдаем снижение уровня преступности Ивановской области в связи с эффективными профилактическими работами, раскрытию преступлений и применению современных технических средств.

Оценить преступность по Ивановской области можно по социальному портрету преступности (Рис. 3).

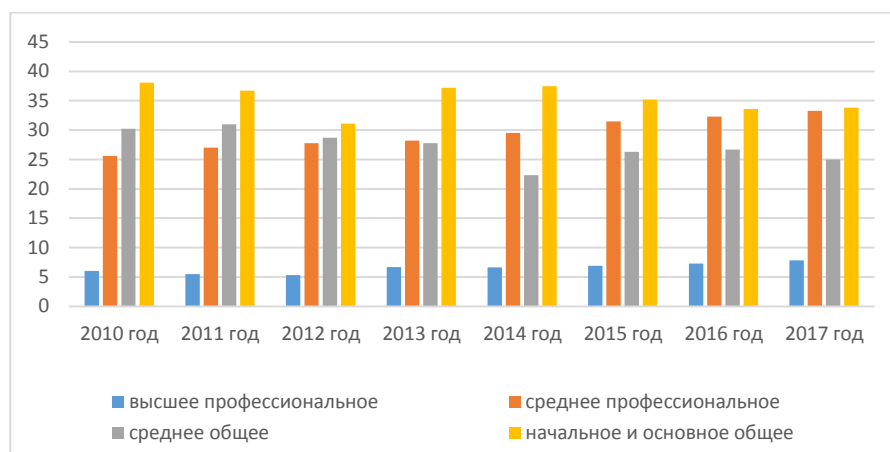


Рис. 3. Социальный портрет преступности по образованию

Преступления чаще всего совершаются людьми с низким уровнем образования, что обусловлено сложностью самореализации в жизни и отсутствием возможности законного заработка.

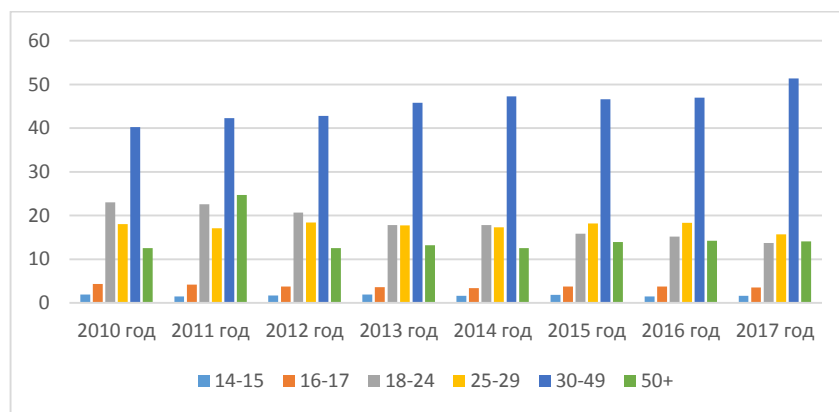


Рис. 4. Социальный портрет преступности по возрасту

Возраст определяет потребности, жизненные цели и образ жизни, следовательно, преступления чаще всего совершаются людьми в возрасте от 30-49 лет.

Факторы, которые влияют на преступность в Ивановской области:

1. Тяжелое экономическое положение, связанное с падением уровня развития промышленной области;
2. Медико-социальные проблемы, включающие в себя проблемы алкоголизма, наркомании, токсикомании;

3. Условия неблагоприятного нравственного формирования личности, которые приводят к возникновению в его сознании ценностей, создающих основу антиобщественной установки [2].

Таким образом, для снижения уровня преступности в Ивановской области, необходимо проводить активную работу по устранению вышеперечисленных обстоятельств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 № 63-ФЗ
2. Ахъядов Э. С.-М. Причины роста преступности в современной России: проблемы их решения. Научный журнал «Молодой ученый» - 2013. – 903 с.
3. Антонян Ю.М., Кудрявцев В.Н., Эминов В.Е. Личность преступника – 2004 г. – 470 с.

УДК: 373.51:004

Е. Ю. Огурцова, В. А. Смирнов

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет» Шуйский филиал

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ WEB-СЕРВИСОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ СТАРШИХ КЛАССОВ ГРАФИЧЕСКОМУ МЕТОДУ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ С ПАРАМЕТРАМИ И ИХ СИСТЕМАМИ

Аннотация: В статье описаны этапы обучения школьников старших классов графическому методу решения уравнений с параметрами и их систем. Рассмотрены web-сервисы, позволяющие строить графики. Выполнен сравнительный анализ ряда таких сервисов. Сделан вывод о том, какой из них наиболее удобен для использования в процессе обучения школьников старших классов по теме «Графический метод решения уравнений с параметрами и их систем».

Ключевые слова: построение графиков, уравнения с параметрами, система уравнений, web-сервисы, информационные технологии, обучение школьников.

E. Yu. Ogurtsova, V. A. Smirnov

THE USE OF WEB SERVICES IN THE PROCESS OF TEACHING HIGH SCHOOL STUDENTS TO THE GRAPHIC METHOD OF SOLUTION EQUATIONS WITH PARAMETERS AND THEIR SYSTEMS

Abstract: the article describes the stages of teaching high school students the graphical method of solving equations with parameters and their systems. The web services allowing to build graphics are considered. A comparative analysis of a number of such services is performed. It is concluded which of them is most convenient for use in the process of teaching high school students on the topic «Graphical method for solving equations with parameters and their systems».

Keywords: plotting graphs, equations with parameters, system of equations, web service, information technology, teaching schoolchildren.

Задачи с параметрами входят в содержание олимпиад, основного государственного экзамена, единого государственного экзамена по математике. Уравнения (неравенства) с параметрами и их системы в подавляющем большинстве представлены в категории задач повышенной и высокой сложности [3], что изначально ставит психологический барьер в решении

этих задач перед большинством учащихся. Чтобы справиться с этими задачами, обучающиеся должны приобрести опыт их решения. Задача педагога – помочь ученику овладеть методами и приемами решения задач с параметрами.

Для решения достаточно большой группы задач с параметрами используют графический метод. Уравнение либо их система представляются в виде линий, аналитическим описанием которых они являются, а затем решение рассматривается как условия пересечения этих линий.

Обучение школьников старших классов графическому методу решения уравнений с параметрами и их систем следует проводить поэтапно:

1. Актуализация знаний и умений по темам «графики функций», «преобразование графиков функций», «уравнение окружности».
2. Актуализация знаний и умений решать уравнения (без параметров) и их системы графическим методом.
3. Введение понятия «уравнение с параметром». На этом этапе важно показать взаимосвязь между уравнениями с параметрами и уравнениями без параметров, добиться, чтобы обучающиеся поняли, что уравнение с параметром это запись семейства уравнений.
4. Знакомство с графическим методом решения уравнений с параметром и их систем. При разных значениях параметра(ов) линии, являющиеся графическим образом уравнений, могут изменять свою форму или расположение относительно друг друга. В соответствии с этим возникает необходимость изображать графически множество вариантов такого расположения.
5. Применение графического метода при решении простейших уравнений с параметрами и их систем.
6. Применение графического метода при решении уравнений с параметрами и их систем, которые можно свести к простейшим путем «несложных» преобразований.
7. Применение графического метода при решении уравнений с параметрами и их систем, которые можно свести к простейшим путем «сложных» преобразований.

Цель нашего исследования состояла в том, чтобы рассмотреть возможности использования web-сервисов для помощи учителю и обучающимся в продвижении по указанным выше этапам.

Специфика темы «Графический метод решения уравнений с параметрами и их систем» определяет использование в процессе обучения графических моделей, поэтому одной из задач нашего исследования был анализ web-сервисов, позволяющих строить эти модели.

Сервис « $u(x)$ » позволяет строить графики функций, заданных различными способами: функцией с аргументом, параметрически, в полярной системе координат или по точкам [4]. Масштабирование графика выполняется только путем задания определенного интервала для x и y . Можно строить несколько графиков на одной плоскости. Можно скачать полученный график в виде png-изображения (однако, автоматически название файла будет « $uotx.ru.png$ », независимо ни от того, какие графики изображены, ни от даты сохранения изображения, что делает сервис неудобным, если нужно сохранять несколько изображений за один раз). Каждой функции на графике можно указать любой цвет из набора, а также выбрать один из трех вариантов толщины линии (что делает удобным сервис в случае показа изображения с использованием проектора). Также доступны функции: печать построенного графика, получение уникальной ссылки на график и html-кода для вставки графика в блог или на сайт.

Сервис онлайн-решений «Reshish»[6] имеет более удобный интерфейс (возможные функции перечислены в панели слева), но нет возможности сохранить график (для этого придется использовать функции браузера, операционной системы, либо какую-то внешнюю программу). Невозможно также создать ссылку на него и переслать его кому-либо. Масштабирование построенного графика можно выполнять колесиком мыши. Перемещение по координатной плоскости – «перетаскиванием». Сервис позволяет строить несколько графиков функций, но все они должны быть заданы функцией с аргументом. Сервис выполнен в тем-

ных тонах (рис. 1) и в нем отсутствует возможность задавать толщину линий графика, что делает неудобной демонстрацию графика при помощи проектора.

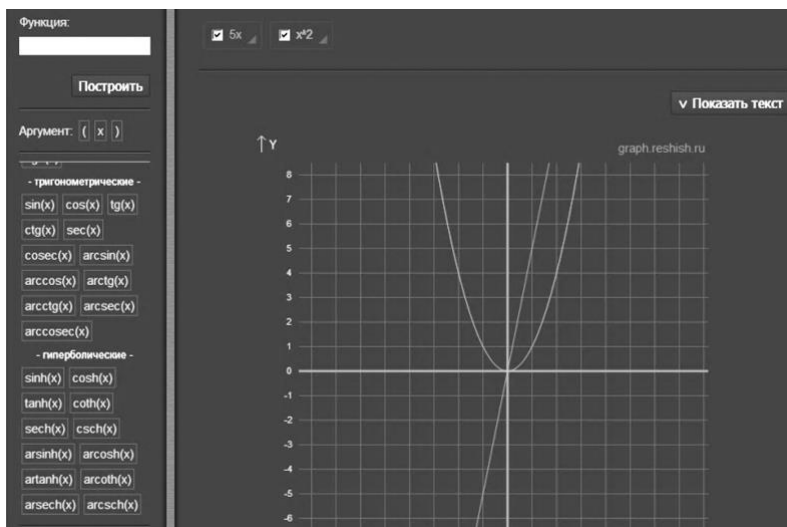


Рис. 1. Результат построения графиков на сервисе онлайн решений «Reshish».

Сервис «Desmos Graphing Calculator» [2] обладает очень широким функционалом. Для web-разработчиков предусмотрена возможность вставки на страницу управляемого с помощью команд JavaScript объекта, способного отображать графики [1], то есть данный сервис можно использовать в блоге или на сайте. В сервисе реализована возможность добавления изображения на координатную плоскость.

Desmos может строить график, заданный параметрически (рис. 2). Например, для построения окружности

$$\begin{cases} x = 8 \cos t \\ y = 8 \sin t \end{cases} \quad (1)$$

необходимо ввести $(8 \cos t, 8 \sin t)$, а затем указать диапазон изменения параметра.

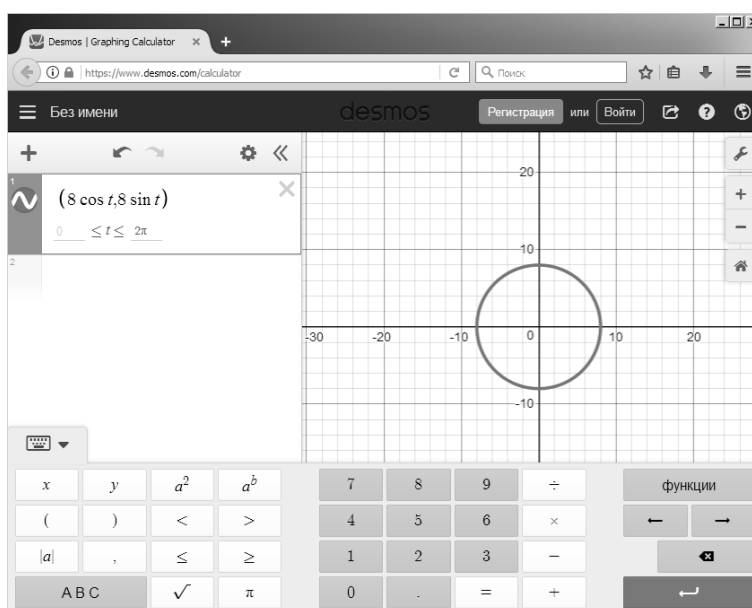


Рис. 2. Главная страница сервиса «Desmos Graphing Calculator».

Для построения графика в полярных координатах вместо переменных x и y можно использовать переменные r и θ .

Сервис также позволяет строить графики кусочно-заданных функций. Например, график функции:

$$y = \begin{cases} 2x, & \text{если } x < 0 \\ x^2, & \text{если } 0 \leq x \leq 3 \\ x + 6, & \text{если } x > 3 \end{cases} \quad (2)$$

можно построить, задав выражение:

$$y = \{x < 0 : 2x, \{x > 3 : x + 6, x^2\}\} \quad (3)$$

Реализована возможность создать на сайте свой профиль и сохранять там собственные графики, построенные ранее. Для демонстрации графиков аудитории на сервисе имеется «режим проектора». В этом режиме все линии становятся толще, а надписи – крупнее. Есть возможность сохранить изображение в формате png, при этом для изображения может быть выбран размер.

Стоит отметить проработанность функционала сервиса для работы с функциями, где присутствуют параметры (рис. 3). Изменение параметра здесь выполняется при помощи перемещения ползунка.

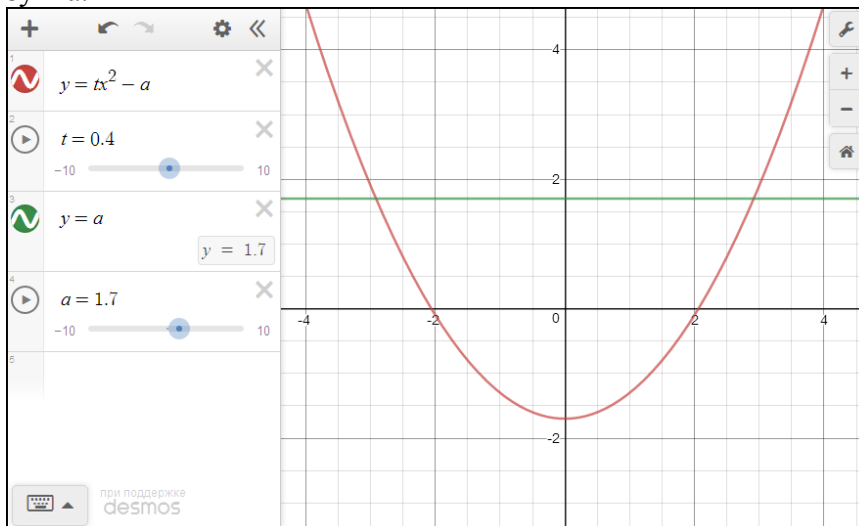


Рис. 3. Работа с параметрами на сервисе Desmos.

Сервис umath.ru (рис. 4) позволяет строить графики функций, заданных функцией $u(x)$, параметрически, а также в полярной системе координат [5]. Масштабирование возможно только кнопками на панели слева. Перемещение по графику, как кнопками, так и перетаскивание с помощью мыши. Важная особенность данного сервиса в том, что ссылка на график будет выглядеть подобным образом: [https://umath.ru/calc/graph/?&func=sin\(x\);2x+7](https://umath.ru/calc/graph/?&func=sin(x);2x+7), то есть адрес не генерируется по каким-либо алгоритмам, а состоит из адреса самой странички и параметра func, значение которого – функции, которые нужно изобразить на плоскости. Адрес, составляемый по таким простым правилам, легко генерировать программным образом, что предоставляет возможность использовать данный сервис как часть другой информационной системы.

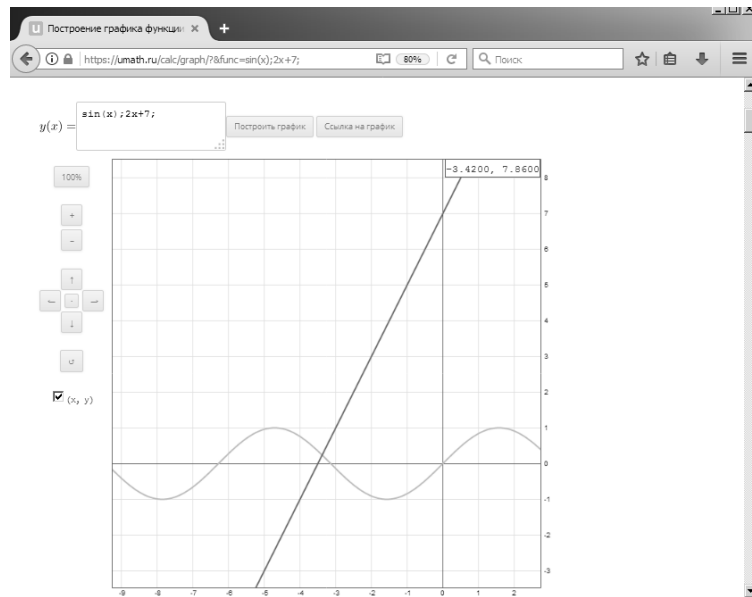


Рис. 4. Графики, построенные в сервисе umath.ru.

Сравнительный анализ всех рассмотренных выше web-сервисов приведен в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение сервисов для построения графиков

Сервис	$y(x)$	Reshish	umath.ru	Desmos
Экспорт графика в изображение	+	-	-	+
Построение наряду с графиком функций, эллиптических кривых, заданных в каноническом виде	-	-	-	+
Построение графиков кусочно-заданных функций	-	-	-	+
Изменение цвета линий	+	+	Сервис сам назначает цвет из шести возможных	+
Изменение толщины линий	+	-	-	+
Добавление изображения на координатную плоскость	-	-	-	+
Визуализация изменения графической модели при изменении значения параметра	-	-	-	+
Масштабирование	Нет, только путем задания границ для x и/или y	Изменение шага оси, но не размеров надписей на графике	Изменение шага оси, но не размеров надписей на графике	Изменение шага оси, «режим проектора» с более крупными надписями

Проведенный сравнительный анализ web-сервисов для построения графиков позволяет нам рекомендовать для использования в процессе обучения школьников старших классов по теме «Графический метод решения уравнений с параметрами и их систем» сервис «Desmos Graphing Calculator».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. URL:<https://www.desmos.com/api/v1.0/docs/index.html> Desmos API v1.0 documentation.
2. URL: <https://www.desmos.com/calculator/> Desmos Graphing Calculator.
3. *Гунашева М. Г.* Обучение учащихся решению уравнений и неравенств с параметрами при подготовке к ЕГЭ // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Психолого-педагогические науки. – Махачкала: Дагестанский государственный педагогический университет, 2011 – №1(14) – С. 86-91.
4. Построение графиков функций онлайн. – URL: <http://yotx.ru/> – Дата обращения: 28.02.2019.
5. Построение графика функции онлайн. Сервис umath.ru. – URL: <https://umath.ru/calc/graph/> – Дата обращения: 28.02.2019.
6. Построить график функции онлайн. Reshish - Сервис онлайн решений. – URL: <https://graph.reshish.ru/> – Дата обращения: 28.02.2019.

УДК 378.146

Л. В. Медведева, И. Л. Данилов, Н. И. Егорова

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СРЕДЫ EXCEL ДЛЯ СИМУЛЯЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ

Аннотация: В статье показаны возможности среды EXCEL для моделирования элементов реальных измерительных приборов при проведении виртуальных лабораторных работ по физике. Данный подход позволяет приблизить работу на ПК к натурным экспериментам, что облегчит переход к усвоению принципов работы с аналоговой и цифровой измерительной аппаратурой.

Ключевые слова: виртуальные лабораторные работы, измерительные устройства, интерактивное обучение.

L. V. Medvedeva, I. L. Danilov, N. I. Egorova

USE OF EXCEL ENVIRONMENTAL OPPORTUNITIES FOR SIMULATION OF MEASURING INSTRUMENTS DURING VIRTUAL LABORATORY WORKS ON PHYSICS

Abstract: The article shows the capabilities of the EXCEL environment for modeling the elements of real measuring devices during virtual laboratory work in physics. This approach allows you to bring work on the PC to field experiments, which will facilitate the transition to the assimilation of the principles of working with analog and digital measuring equipment.

Keywords: virtual laboratory work, measuring instruments, interactive training.

Проведение измерений в процессе лабораторных работ по физике является важнейшим навыком, которым должен овладеть любой специалист, прошедший обучение в техническом ВУЗе. Это умение облегчит не только понимание используемого в работе теоретического материала, но и его последующее практическое применение при решении специальных инженерных задач.

Очевидно, что навыки работы с измерительной аппаратурой нарабатываются быстрее при использовании реальной измерительной техники. К сожалению, во многих ВУЗах наблюдается отсутствие достаточного количества площадей для размещения лабораторных установок, а также финансовые проблемы с закупкой необходимого лабораторного оборудования. В таких условиях часто приходится проводить занятия в условиях, когда за одной лабораторной установкой одновременно работают два и даже три обучающихся. Естественно, что при этом теряется индивидуальность обучения, так как с приборами общается зачастую только один, наиболее активный и быстрее понимающий процесс измерения курсант-студент. Для обучения работе с приборами всех обучающихся в таких условиях просто не хватит учебного времени.

Недостаток реального лабораторного оборудования можно частично компенсировать индивидуальным выполнением виртуальных лабораторных работ в компьютерных классах. Наш опыт работы показывает достаточно высокий индивидуальный уровень усвоения измерительных методик при использовании виртуального лабораторного оборудования. При этом наблюдается очевидная связь между близостью изображения виртуальной модели и реального прибора с последующим эффективным применением измерительной техники в натурной лаборатории физики.

На нашей кафедре за последние пять лет накоплен большой опыт симуляции элементов измерительных приборов при проведении виртуальных лабораторных работ по разным разделам курса физики. Некоторые из них будут представлены ниже.

В разделе «Электромагнетизм» разработана модель виртуального моста Уинстона [1] для измерения электрического сопротивления проволоки реохорда (рис. 1)

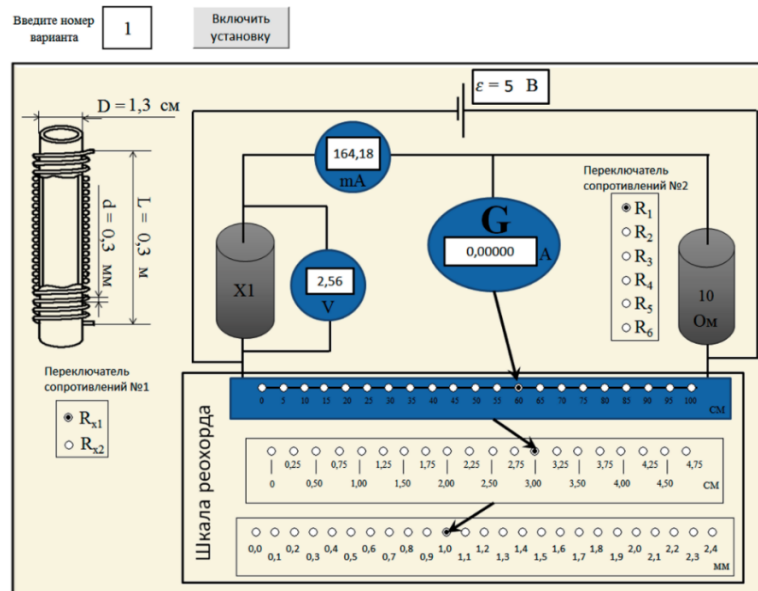


Рис. 1. Сбалансированный мост Уинстона.

Модель измерительного моста сопротивлений хорошо отражает работу реальной установки. Обучающийся в процессе измерений снимает показания с аналогов цифровых приборов (вольтметр, миллиамперметр, гальванометр), производит переключение нагрузоч-

ных сопротивлений (как для магазина сопротивлений), выполняет баланс моста переключением шкал реохорда. Методика работы очевидно подобна работе с реальными приборами типа моста сопротивлений МО62, изображение которого показано на рис.2.



Рис. 2. Мост сопротивлений МО 62.

В разделе «Волновая оптика» разработана модель вывода на экран монитора дифракционных спектров от решётки в видимой области спектра [2]. Для разных длин волн падающего на решётку излучения спектры могут выводиться все одновременно или по одному путём установки или снятия «галочки» на панели виртуального спектрометра (рис.3а и рис.3б).

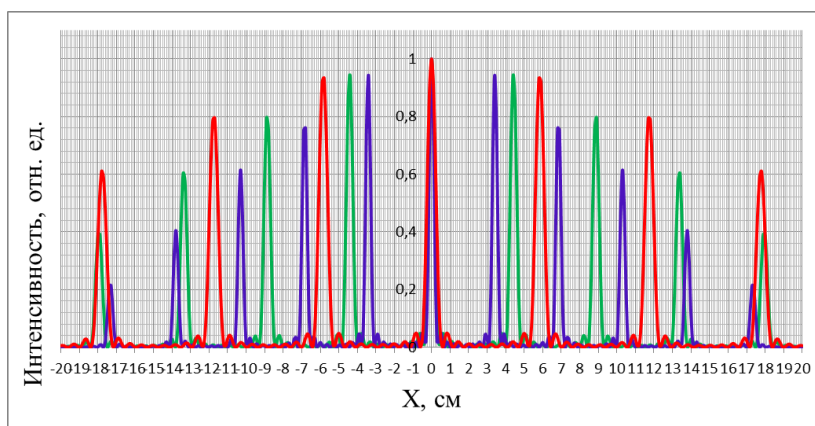


Рис. 3а. Спектр для трёх длин волн (на панели виртуального спектрометра установлены все три «галочки»).

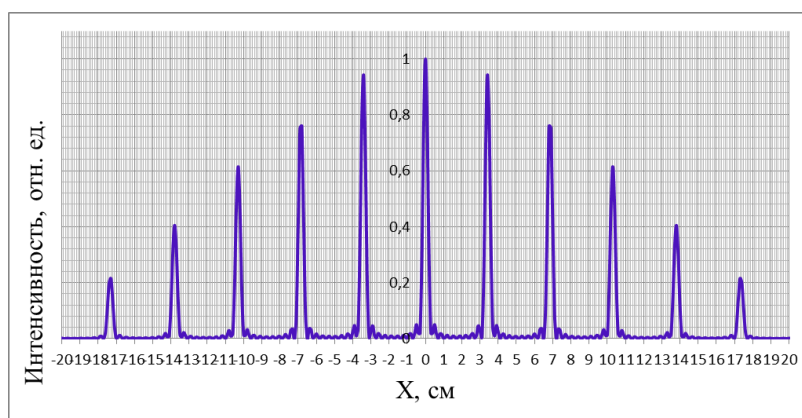


Рис. 3б. Спектр для длины волны λ_2 (на панели виртуального спектрометра установлена одна «галочка»).

По картине спектра обучающиеся определяют длину волны и относительную интенсивность света в разных порядках дифракции. Наличие навыков спектрального анализа для курсантов и студентов ВУЗа МЧС, особенно для специальности «Судебная экспертиза», не вызывает сомнений [3].

В качестве сравнения на рис.4 приведён реальный спектр, полученный в одной из криминалистических лабораторий.

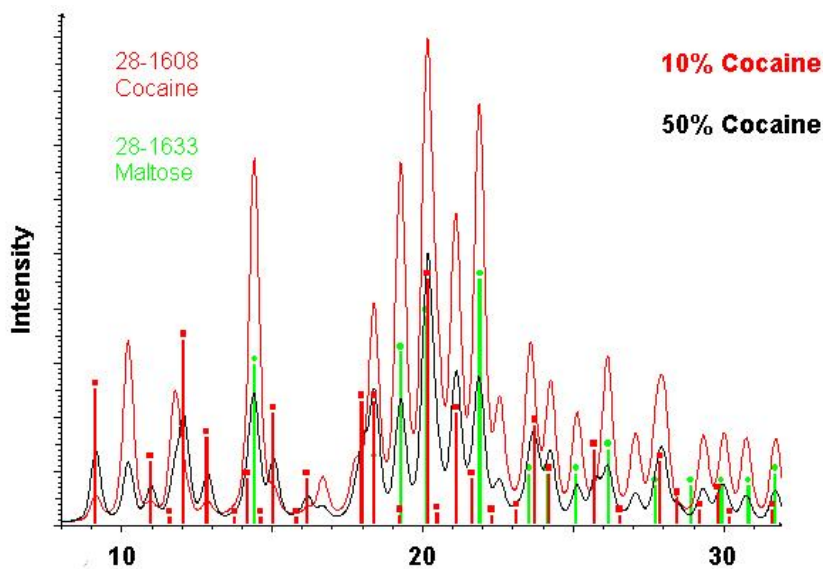


Рис. 4. Реальный спектр, полученный с помощью спектрофотометра.

В некоторых виртуальных приборах успешно внедрена полоса прокрутки для пошагового изменения одного из параметров лабораторной установки.

Например, в модели пружинного маятника таким образом изменяется коэффициент сопротивления среды (рис. 5).



Рис. 5. С помощью полосы прокрутки установлен коэффициент сопротивления 0,6 (Н·с)/м.

В теме «Квантовая оптика» смоделирован прибор для изучения фотоэффекта (рис. 6).

Из рис.6 видно, что такие параметры установки, как сила фототока, анодное напряжение, напряжение на лампе излучателя, длина волны излучения снова регулируются с помощью полос прокрутки, что совпадает с действиями в случае натурального эксперимента.

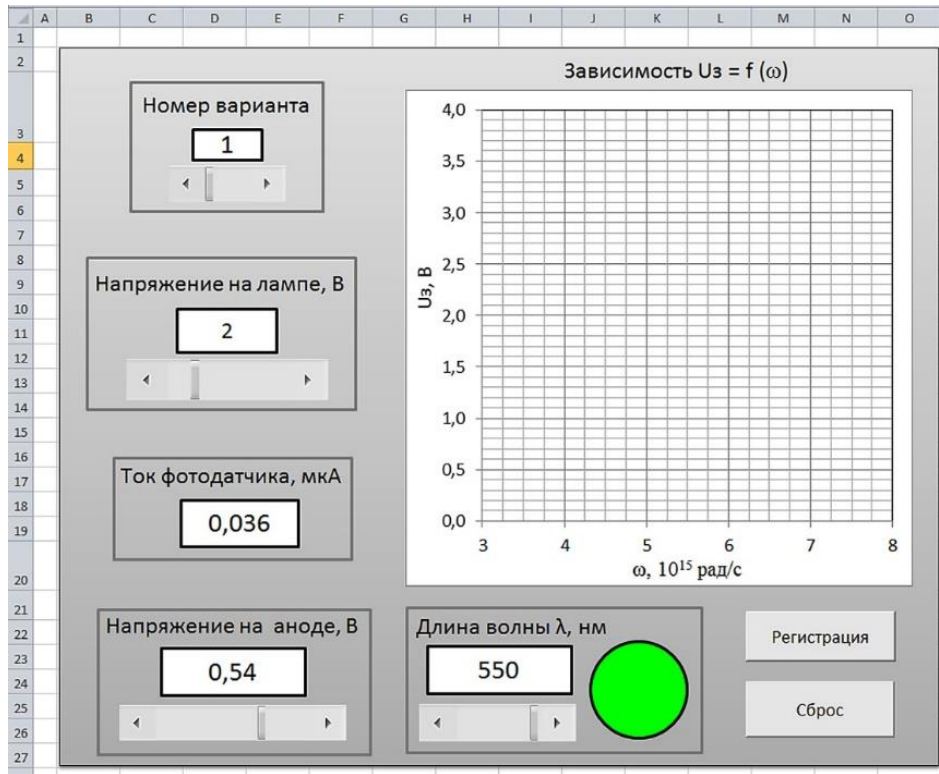


Рис. 6. Виртуальная модель прибора для исследования законов внешнего фотоэффекта.

Приведённые примеры показывают широкие возможности, изучаемой на уроках информатики и хорошо знакомой обучающимся, среды EXCEL для симуляции натуральных экспериментов. Это без сомнения позволяет ускорить и упростить понимание принципов работы с измерительными приборами в реальных инженерных задачах [4].

Авторы приглашают к сотрудничеству всех заинтересованных лиц и организации для обмена информацией по созданию симуляторов измерительных приборов в средах программирования типа EXCEL доступных для общего пользования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018660628 от 28 августа 2018 г. «Автоматизация изучения законов постоянного тока на примере моста Уинстона». Данилов И.Л., Егорова Н.И.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017662291 от 02 ноября 2017 г. «Автоматизация изучения явлений волновой оптики на примере дифракции на дифракционной решётке» Данилов И.Л., Егорова Н.И.
3. Оптические методы для противопожарной системы с целью избежать возникновения шума и затухания сигнала. Гон Ха Сон, Сиразетдинов Р.Т, Успехи современной науки. Т. 5. № 11. 2016. С. 23-26.
4. Формирование фундаментальных знаний на основе реализации интегративного подхода к обучению в ВУЗе МЧС России. Данилов И.Л., Егорова Н.И., Медведева Л.В. Человек и образование. 2018. №1 (54). С.82-87.

УДК 331.45

М. В. Торопова

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»

ПРОДВИЖЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация: Развивающиеся инновационные технологии широко востребованы в разных сферах нашей жизни. Обучение вопросам обеспечения техносферной безопасности не исключение. Однако, существует проблема использования последних технологических разработок ограниченным кругом пользователей. Именно поэтому необходимо уделять дополнительное внимание информированию и продвижению инновационных разработок среди населения всех возрастных категорий.

Ключевые слова: инновационные технологии, техносферная безопасность, пожары.

М. V. Toropova

PROMOTION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF TECHNOSPHERE SAFETY

Abstract: developing innovative technologies are widely in demand in various areas of our lives. Training on technosphere safety is no exception. However, there is the problem of using the latest technological developments by a limited number of users. That is why it is necessary to pay additional attention to informing and promoting innovative developments among the population of all age categories.

Keywords: innovative technologies, technosphere safety, fires.

Развивающиеся инновационные технологии широко востребованы в разных сферах нашей жизни. Обучение вопросам обеспечения техносферной безопасности не является исключением, при этом визуальное восприятие информации является одним из важнейших для человека инструментов получения сведений о внешнем мире. Несомненно, современные достижения ориентированы на использование IT-технологий, позволяющих наглядно представить сведения, относящиеся к различным сферам жизнедеятельности людей. Визуализация зрительных образов на основе 3D технологических решений применяется для геймификации образовательных процессов в сфере техносферной безопасности.

Отметим, что в авторской работе двухлетней давности [1] был предложен алгоритм разработки 3D галереи на примере экспонатов пожарно-технического музея ОГКУ «Управление по обеспечению защиты населения и пожарной безопасности Ивановской области». В 2018 году стала доступна информация, что Всероссийское добровольное пожарное общество при взаимодействии с МЧС России «шагают в ногу со временем» и по аналогичному пути коллегами проделан огромный объем работы, создан виртуальный интерактивный обучающий комплекс «Пожарно-техническая выставка» (рис. 1). Интерактивная пожарно-техническая выставка в виде виртуального тура – это универсальный интернет-портал, сочетающий в себе функции как информационно-справочного, так и образовательного направления. Преимущества применения подобной разработки, очевидны: круглосуточный доступ; легкость управления; просмотр и увеличение масштаба отдельных экспонатов; возможность дистанционно посетить выставки в г. Москва, г. Санкт-Петербург, г. Кострома и др.

Высокотехнологичным решением служат такие функциональные возможности, как, например, аудиогид и VR-режим [2]. Виртуальная реальность (VR-режим) позволяет человеку полноценно окунуться в искусственный мир. Реализуется по средствам воздействия различных датчиков на основные органы чувств человека: зрение, слух, осязание и т.д. Именно

использование VR очков ориентировано на повышение мотивации пользователей и привлечение молодежи, что обеспечивает эффективное государственно-общественное взаимодействие по реализации государственной политики в области техносферной безопасности.

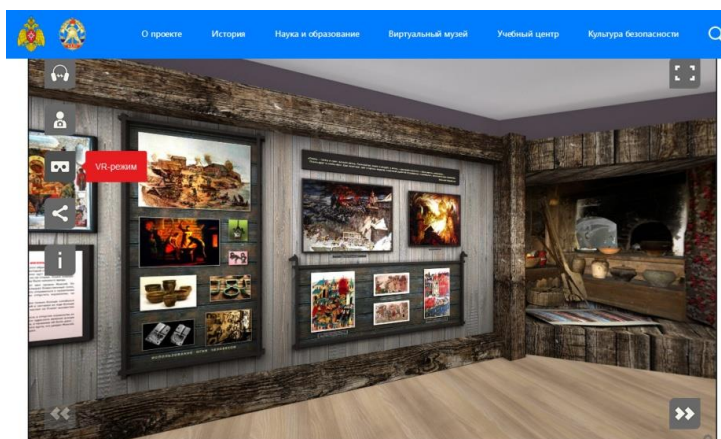


Рис. 1. Интерфейс обучающего комплекса «Пожарно-техническая выставка»

Проведенный анализ web-страниц портала, позволил установить, что разработка проводилась с использованием технологий HTML5 и javascript. Однако, как показывают данные, представленные на рис. 2 и 3, существует проблема использования последних технологических разработок ограниченным кругом пользователей. Так среднее количество уникальных посетителей составляет порядка 100 человек в день. Они в среднем просматривают 4 страницы сайта. Имеются внешние ссылки на интернет-портал, но всего лишь 12, то есть ссылочная масса невелика, и ожидать высокой посещаемости проекта не представляется возможным. Именно поэтому необходимо уделять дополнительное внимание информированию и продвижению инновационных разработок среди населения всех возрастных категорий.

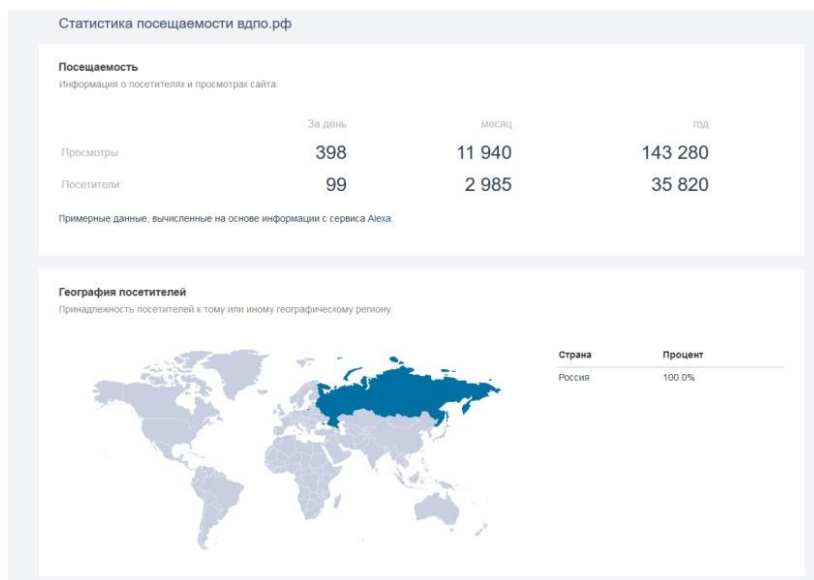


Рис. 2. Статистика посещаемости сайта vdplo.rf

На сегодняшний день в нашей стране сложились предпосылки существенной переориентации приоритетов государства, частного бизнеса и гражданского общества на активизацию инновационной деятельности. Существуют самые различные способы инструментов продвижения проектов. Приведем основные из них:

- продвижение проектов с применением интернет – инструментов;
- продвижение проектов с использованием услуг сетей трансфера технологий и сетей инновационных центров;
- продвижение проектов с использованием услуг бизнес – инкубаторов;
- продвижение технологий на выставках, семинарах, конференциях;
- продвижение проектов в сообществах (ВДПО, Добровольцы России, Российское движение школьников, и др).

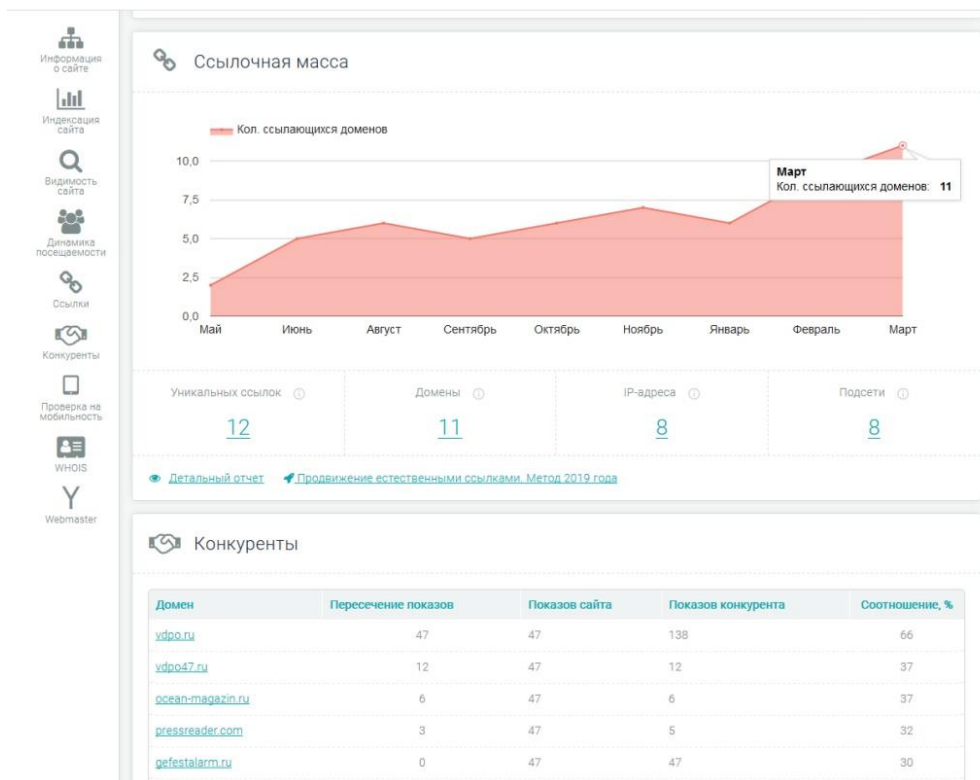


Рис. 3. Анализ ссылок в интернете, ведущих целевую аудиторию на сайт обучающего комплекса «Пожарно-техническая выставка»

Таким образом, можно констатировать, что инновационные решения в области техно-сферной безопасности в последнее время развиваются достаточно интенсивно. Инновации включают разные решения, направленные на совершенствование системы подготовки населения на знание норм и правил безопасного поведения с применением тренинговых и компьютерных технологий, а также на внедрение удаленного мониторинга за обеспечением безопасности. Предлагается множество инновационных IT-решений, которые предполагают использование тех или иных механизмов продвижения. Координация работы в этом направлении позволит повысить уровень культуры безопасности населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Торопова М.В., Куклев А.М., Бутошин В.Д. Разработка 3D галереи пожарно-технического музея // Актуальные вопросы естествознания: материалы II Межвузовской научно-практической конференции. - Иваново, 2017. - С. 203-204.
2. <http://vdo.pcf/virtual/>

УДК 539.89

А. Г. Шутова, Н. С. Кузнецова

ФГБОУ ВО Костромская военная академия РХБ защиты им. Тимошенко

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы улучшения качества преподавания инженерных дисциплин, в частности решения сложных задач механики с применением пакетов специализированных программ. Авторами приводятся примеры решения конкретных задач, в которых упрощается процедура сложных математических вычислений. Показано, что применение информационных технологий оказывает положительное влияние на процесс обучения, оптимизируя временные затраты на решение задач.

Ключевые слова: информатизация инженерного образования, упругая балка, Mathcad, программный блок

A. G. Shutova, N. S. Kuznetsova

THE USE OF SOFTWARE IN SOLVING APPLIED MECHANICS PROBLEMS

Abstract: the article deals with the issues of improving the quality of teaching engineering disciplines, in particular, solving complex problems of mechanics with the use of specialized software packages. The authors give examples of solving specific problems in which the procedure of complex mathematical calculations is simplified. It is shown that the use of information technology has a positive impact on the learning process, optimizing the time spent on solving problems.

Keywords: Informatization of engineering education, elastic beam, Mathcad, program block

Формирование профессиональных компетенций современного специалиста в любой сфере деятельности должно основываться на использовании всех достижений современной науки и техники. Глобальная информатизация современной жизни накладывает свой отпечаток и на процесс обучения на всех его уровнях, начиная с использования компьютерных обучающих программ, заканчивая созданием и использованием специализированных прикладных программных продуктов

Особенно важен факт информатизации учебного процесса при подготовке современных инженеров всех отраслей, из чего следует повышение уровня качества и эффективности создаваемых ими в последующем современных продуктов и технологий.

В настоящее время в силу различных причин, таких как использование устаревших учебных программ дисциплин, низкий уровень компьютерной подготовки преподавателей «старой школы», отсутствие достаточной компьютерной базы, еще остается «эхо» старого устоя преподавания: выполнение сложных фундаментальных расчетов «вручную», выполнение чертежей и схем «в карандаше» т.д. Конечно, все это встречается все реже и реже, но, к сожалению, до сих пор имеет место.

При информатизации процесса обучения могут быть использованы следующие пути:

1. Решение задач в учебном процессе с использованием уже существующих специализированных программных продуктов;
2. Применение подхода с написанием универсальных программ или программ для решения отдельной задачи.

Рассмотрим, каким образом можно использовать готовые программные продукты при решении прикладных задач механики при подготовке современных инженеров. На рисунке 1 приведен пример расчета на прочность корпуса химического емкостного реакционного аппарата под давлением как сложной осесимметричной тонкостенной оболочки вращения с ис-

пользованием готового программного продукта методом конечных элементов. Решение подобных задач предусмотрено учебной программой дисциплины «Механика» в разделе «Сопротивление материалов» при подготовке специалистов инженерного профиля обучения в ВА РХБЗ. Стоит отметить не только меньшую трудоемкость, но и наглядность подобных компьютерных расчетов.

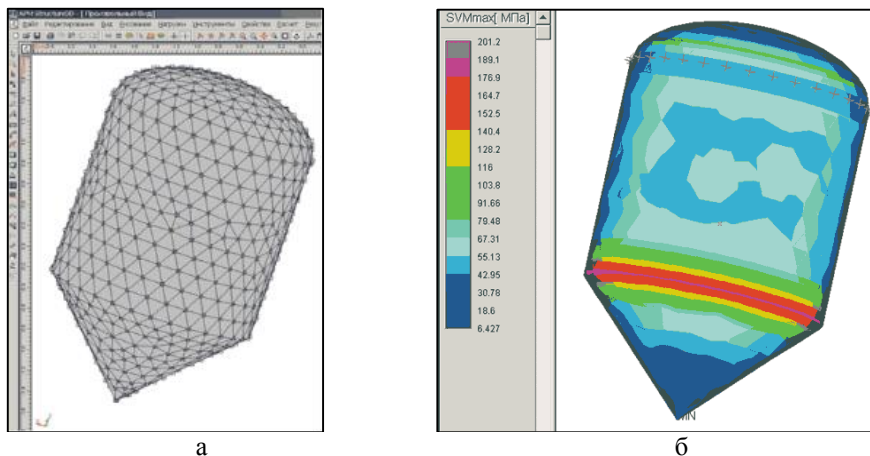


Рис. 1. Статический расчет по эквивалентным напряжениям осесимметричной оболочки вращения: а - конечно-элементная сетка, сгенерированная на модели корпуса; б - карта эквивалентных напряжений, полученная после расчета модели.

Другим примером использования готовых программных продуктов при обучении современных инженеров является разработка полного пакета конструкторской (графической и текстовой) документации в системах автоматизированного проектирования Kompas-3D, AutoCAD и др.

Наибольший интерес, с точки зрения укрепления междисциплинарных связей [1], на наш взгляд, представляет второй из рассматриваемых подходов – написание и использование программных продуктов обучающимся самостоятельно для решения инженерных и других задач, что позволяет применять полученные при изучении информационных технологий знания в дальнейшем процессе обучения.

Рассмотрим данный подход на примере решения классической инженерной задачи сопротивления материалов – проектировочный расчет балки на изгиб. «Ручной» расчет балки с построением эпюр внутренних силовых факторов и последующим проектировочным расчетом на прочность и жесткость достаточно трудоемок и требует знания следующих методик: определение реакций связей; построение эпюр внутренних силовых факторов методом сечений; проектировочный расчет на прочность; определение прогибов и углов поворота методом начальных параметров; проектировочный расчет на жесткость [2].

При решении этой же задачи с использованием метода дифференцирования уравнения упругой линии балки [2] в программе Mathcad необходимо лишь предварительно определить реакции связей и правильно ввести исходные данные, а при написании самой программы – уметь составлять уравнение упругой линии балки методом начальных параметров и владеть программой Mathcad.

Рассмотрим конкретный пример решения подобной задачи. На рисунке 2 предложена балка определенных размеров, нагруженная определенным способом, для которой необходимо подобрать двутавровый профиль, обеспечивающий прогиб на конце балки не более заданного.

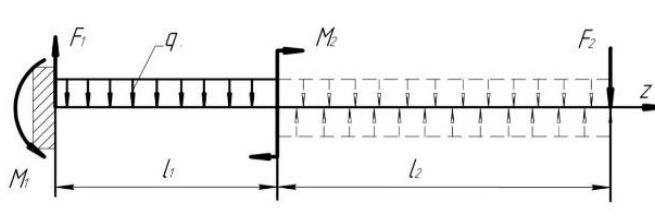


Рис. 2. Расчетная схема балки: M_1, F_1 – реактивный момент и реакция в заделке балки соответственно (начальные параметры); M_2, F_2, q – внешние нагрузки на балку (момент, сосредоточенная и равномерно распределенная нагрузки соответственно); l_1 и l_2 – размеры балки, определяющие координаты нагрузок z

Первоначально вводятся исходные данные: начальные параметры и предварительная жесткость балки (рис. 3).

Исходные данные	
Угол наклона балки α_0 , рад	$\alpha_0 := 0$
Прогиб Y_0 , мм	$Y_0 := 0$
Модуль упругости E , МПа	$E := 2 \cdot 10^5$
Момент инерции J_x , мм ⁴	$J_x := 22.8 \cdot 10^4$

Рис. 3. Пример ввода исходных данных для решения задачи

Далее в программе сделан шаблон (рис. 4), в котором обучающемуся предлагается заполнить ключевые моменты по решению задачи. На этом этапе решения производится оценивание знаний, так как без понимания того, как решаются такого рода задачи, обучающийся не сможет верно ввести значения.

Решение	
Введите количество моментов на балке, i	
$i := 1..2$	
Введите величину моментов M_i , Н·мм и координату приложения на балке a_i , мм	
$M_1 := -9 \cdot 10^6$	$a_1 := 0$
$M_2 := 2 \cdot 10^6$	$a_2 := 2 \cdot 10^3$
Введите количество сосредоточенных сил на балке, k	
$k := 1..2$	
Введите величину сосредоточенных сил F_k , Н и координату приложения на балке b_k , мм	
$F_1 := 3 \cdot 10^3$	$b_1 := 0$
$F_2 := (-10)^3$	$b_2 := 5 \cdot 10^3$
Введите количество равномерно распределенных нагрузок на балке, j	
$j := 1..2$	
Введите величину равномерно распределенных нагрузок q_j , Н/мм и величину отметки на балке c_j , мм	
$q_1 := -1$	$c_1 := 0$
$q_2 := 1$	$c_2 := 2 \cdot 10^3$

Рис. 4. Решение задачи в программе Mathcad

Расчет функции прогиба балки $y(z)$ осуществляется по формуле (уравнение упругой линии балки) [2]:

$$y(z) = \alpha_0 + Y_0 + \sum_{i=1}^n M_i \left(\frac{(z - a_i)^2}{2!} \right) + \sum_{k=1}^{n_1} F_k \left(\frac{(z - b_k)^3}{3!} \right) + \sum_{j=1}^{n_2} M_j \left(\frac{(z - c_j)^4}{4!} \right)$$

Для обеспечения расчета функции $y(z)$ в программе Mathcad по разработанному алгоритму (рис. 5) создан программный блок (рис. 6). Возможности программы позволяют построить графики как функции прогибов балки, так и ее производных, которые являются решением задачи – эпюрами углов поворота сечений и изгибающих моментов (рис. 7). Для решения поставленной задачи (расчета балки на жесткость) построение эпюры поперечных сил не требуется.

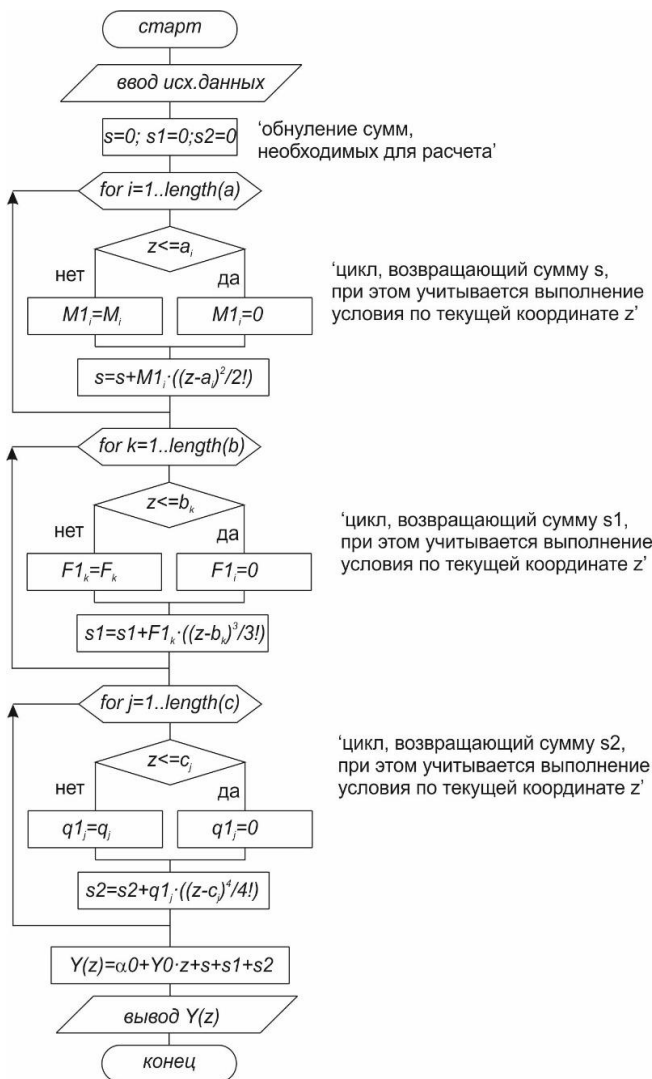


Рис. 5. Алгоритм расчета функции $y(z)$

```

y(z) :=
s ← 0
s1 ← 0
s2 ← 0
1
for i ∈ 1..length(M)
    M1_i ← 0 if z ≤ a_i
    M1_i ← M_i otherwise
    s ← s + M1_i * [(z - a_i)^2 / 2!]
1
for k ∈ 1..length(F)
    F1_k ← 0 if z ≤ b_k
    F1_k ← F_k otherwise
    s1 ← s1 + F1_k * [(z - b_k)^3 / 3!]
1
for j ∈ 1..length(q)
    q1_j ← 0 if z ≤ c_j
    q1_j ← q_j otherwise
    s2 ← s2 + q1_j * [(z - c_j)^4 / 4!]
1
YY ← alpha_0 + Y_0 * z + s + s1 + s2
YY
    
```

Рис. 6. Программный блок-расчет функции $y(z)$

Из первой эпюры (рис.7) видно, что при заданной жесткости сечения балки прогиб на ее конце недопустимо велик. Программа позволяет методом перебора вводимых данных подобрать профиль сечения необходимой жесткости.

Конечно, решение подобных задач с использованием существующих готовых инженерных программных продуктов значительно быстрее и проще, однако, при применении предложенного подхода нельзя говорить о непонимании обучающимися теоретического материала. Принципиально меняется подход к решению задач. Для написания подобных программ необходимо не только знать принцип расчета, но и владеть определенными навыками программирования, что лишь повышает уровень компетентности обучающихся.

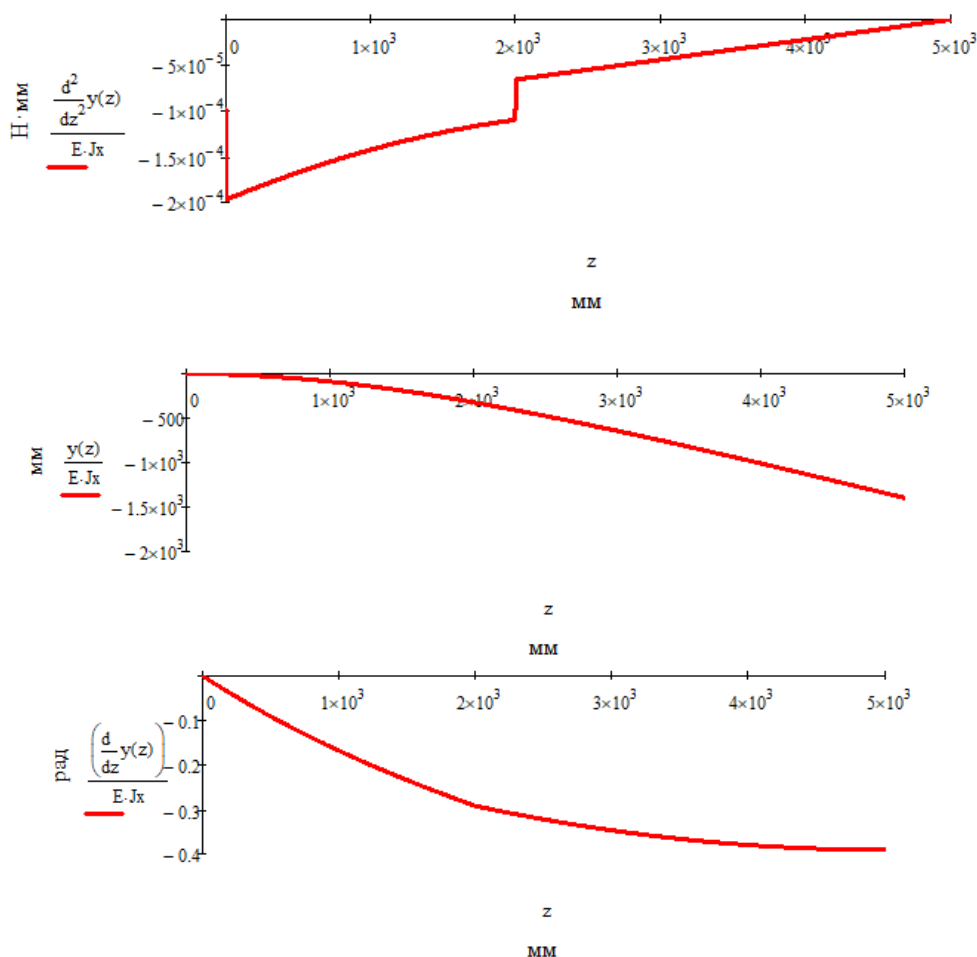


Рис. 7. Графики – эпюры прогибов балки и углов поворота сечений балки, эпюра изгибающих моментов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в Mathcad15: учебный курс./ – Спб.: Питер, 2011 г. – 435 с.
2. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев; Отв. ред. Писаренко Г.С. – Киев: Наук.думка, 1988.-736 с.
3. Шутова А.Г. Использование междисциплинарных связей в процессе изучения дисциплины механика при решении инженерных задач военно-прикладной направленности / А.Г. Шутова, И.В. Болдакова // Материалы Всероссийской очно-заочной научно-методической конференции с международным участием «Актуальные вопросы преподавания математики в образовательных организациях высшего образования», Кострома, ВА РХБЗ, 2018.

УДК 62-23

А. В. Широухов

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА КАК СИНТЕЗ СЛОЖНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация: В работе рассмотрен механический привод как сложная техническая система, принципы его проектирования как процесс синтеза системы по ряду входных параметров и предъявляемых критериев, так же рассмотрены основные направления синтеза привода как сложной технической системы, основанные на оптимизации параметров.

Ключевые слова: механический привод, сложная техническая система, структурный и параметрический синтез, критерий качества.

A. V. Shiroukhov

DESIGN OF MECHANICAL DRIVE AS THE SYNTHESIS OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS

Abstract: The work considers the mechanical drive as a complex technical system, the principles of its design as a process of synthesis of the system for a number of input parameters and criteria, considers the main directions of synthesis of the drive as a complex technical system based on the optimization of parameters.

Keywords: mechanical drive, complex technical system, structural and parametric synthesis, quality criterion.

Одним из основных направлений процесса разработки техники является создание высококачественных образцов механических приводов, как основных исполнительных элементов машины. Проектируемые механические приводы должны обладать такими свойствами, которые обеспечили бы наибольшую результативность (наибольший выходной эффект) в соответствии с назначением. Высокое качество механических приводов должно закладываться на этапе разработки и обеспечиваться в основном в процессе их производства. Эти задачи могут быть успешно решены только путем широкого внедрения в практику разработки методов оптимального проектирования и комплексной оценки их качества исходя из мирового уровня развития науки и техники, который может быть достигнут к периоду их серийного производства и эксплуатации.

Методологической основой решения указанных задач является системный подход, который должен базироваться на следующих принципах [1].

1. Механический привод рассматривается как сложная техническая система, разработка которой должна осуществляться как разработка единого целого, состоящего из отдельных взаимосвязанных элементов с учетом их структурного и функционального взаимодействия (принцип целостности).

2. Объекты применения привода должны рассматриваться как системы, состоящие из отдельных элементов, представляющих, в свою очередь, сочетание различных узлов, механизмов, деталей и должны рассматриваться как иерархические многоуровневые структуры (принцип иерархичности).

3. Образцы приводов должны рассматриваться как многомерные системы, характеризующие множеством показателей качества (принцип многомерности). При этом качество разрабатываемого образца, как правило, должно оцениваться по нескольким критериям, за-

висящих от частного показателя качества и характеризующим совокупность свойств образца, определяющих его пригодность к использованию соответствии с его назначением в определенных условиях эксплуатации и с учетом затрат необходимых ресурсов (экономических, материальных, временных, экологических и т.д.)

4. Разрабатываемый образец привода должен рассматриваться как сложная техническая система, связанная и взаимодействующая с другими системами и окружающей средой (принцип интеграции).

5. Задачи, связанные с разработкой сложных механических приводов, как правило, необходимо решать в условиях неопределенности, связанной с недостаточностью, неточностью информации, которая имеется в распоряжении работника, или нечеткостью его представлений о том или ином рассматриваемом объекте, понятии (принцип неопределенности). Под неопределённостью следует понимать:

- неопределенность условий эксплуатации механического привода, характеристик состояния среды и возмущений, действующих на него;
- неопределенность результатов прогнозирования условий эксплуатации и характеристик рассматриваемых образцов приводов;
- неопределенность в выборе целей и задач, которые ставит перед собой разработчик, и их приоритета, что приводит к необходимости решения задач оптимального проектирования на основе нескольких противоречивых критериев.

6. Разработка сложного механического привода должна производиться с учетом исторического аспекта, т.е., с учетом опыта разработки, производства и эксплуатации ранее созданных аналогичных образцов и прогнозируемых перспектив их развития (принцип историчности).

7. Разработка должна осуществляться на основе результатов решения оптимизационных задач структурного и параметрического синтеза системы целом и отдельных ее элементов (принцип оптимальности).

Таким образом, исходя из указанных принципов системного подхода, при разработке сложные механические приводы должны рассматриваться как параметрические системы, качество которых на основании неопределенности целей разработки должно определяться с различных сторон по нескольким критериям, зависящим от частных показателей качества. При этом оптимизационные задачи структурного и параметрического синтеза как сложной технической системы в целом, так и отдельных ее элементов, должны формироваться и решаться, как правило, в многокритериальной постановке с учетом ограничений на характеристики разрабатываемого образца и внешних воздействий.

Следует подчеркнуть, что в связи с противоречивостью различных критериев качества разрабатываемого образца, с которой обычно сталкивается проектировщик, многокритериальные оптимизационные задачи не имеют однозначного определенного решения. Здесь можно говорить только о целесообразном компромиссе между значениями различных критериев, которые реализуются в образце разработчиком.

В настоящее время разработаны методы решения многокритериальных оптимизационных задач, которые могут быть в общем случае объединены в три группы. К первой группе относятся методы, основанные на свертке нескольких критериев качества в один общий критерий. При этом многокритериальная задача оптимизации сводится к однокритериальной задаче. В методах, относящихся ко второй группе, для решения многокритериальных оптимизационных задач используется дополнительная информация, например в виде функции полезности, заданной на множестве альтернативных вариантов. К третьей группе относятся методы, основанные на применении диалогового режима работы, в процессе которого проводится анализ достаточно большого количества возможных конструктивных вариантов и выбирается лучший.

Поскольку, основные требования к свойствам разрабатываемого механического привода задаются в техническом задании, то в процессе разработки должны выбраться такие оптимальные (или целесообразные) технические решения, которые отвечали бы требованиям

задания, а также другим, дополнительным требованиям (конструктивным, технологическим, эксплуатационным и т.д.) предъявляемым к образцу.

Как правило, эти требования, а следовательно, и цели разработки являются противоречивыми. В частности, невозможно добиться одновременно максимума эффективности и минимума стоимости образца механического привода, т.е., в реальной конструкции невозможно обеспечить экстремальные значения всех качественных показателей.

Следовательно, качество механического привода при их разработке должно оцениваться, как правило, по нескольким критериям (показателям), определяющим не только эффект от их использования, т.е. их пригодность к удовлетворению определенных потребностей, но и затраты на получение этого эффекта, связанные с их разработкой, производством и эксплуатацией. При этом различные задачи оптимального проектирования должны формулироваться и решаться как многокритериальные.

Таким образом, разработка механического привода как сложной технической системы связана с рядом особенностей.

1. Наличие в приводе большого числа взаимосвязанных подсистем (элементов), каждая из которых имеет конструктивную целостность, определенное значение, характерные для нее параметры, особенности функционирования.

2. Многообразии подсистем, работающих на основе различных физических принципов.

3. Многообразии возможных структурных схем и постоянно развивающаяся элементная база для технической реализации как механического привода в целом, так и отдельных его ступеней, разнообразии схем соединения различных ступеней (элементов) в единый привод.

4. Большое число показателей качества, которые определяют свойства привода в целом и отдельных его элементов.

5. Для обеспечения высокого качества разрабатываемого образца механического привода выбор технических альтернатив должен базироваться на решении многокритериальных задач оптимального проектирования.

6. Процесс разработки должен иметь итерационный характер, когда обеспечение требуемых характеристик привода осуществляется путем итерационных процедур, в ходе которых согласуются параметры различных ступеней и привода в целом.

Обоснование принимаемых технических решений в процессе разработки связано с решением двух основных задач выбора структуры привода и определения числовых значений параметров привода в целом и ее отдельных элементов. В связи с этим можно выделить два основных вида многокритериальных оптимизационных задач, решаемых при разработке механического привода как образца сложной технической системы:

- задачи структурного синтеза;
- задачи параметрического синтеза.

Следует подчеркнуть, что часто указанные задачи объединяются в одну и решаются совместно.

Рассмотрим оптимизируемый объект (привода, элемент), процесс функционирования которого характеризуется (рисунок) [2]:

- характеристиками внешних воздействий q , определяемыми условиями среды или сопряжения с внешними объектами;

- выходными переменными (процессами) Y ;

- управляющими (оптимизируемыми) параметрами U , которые могут изменяться (варьироваться) проектировщиком;

- внутренними конструктивными параметрами X , которые остаются постоянными или могут быть изменены, в зависимости от текущих (промежуточных) результатов проектирования.

При решении задач оптимального проектирования качество объекта определяется критериями синтеза K , которые представляют собой набор выходных параметров $\bar{K} \subseteq \bar{Y}$, входящих в определенное множество или зависящих от них функций $\bar{K} = f(\bar{Y})$, определяемых на основе математической модели процесса функционирования оптимизируемого объекта (в данном случае механического привода):

$$\bar{Y} = f(\bar{q}, \bar{X}, \bar{U}).$$

Основной целью структурного синтеза привода является определение его оптимального структурного состава, т.е. сочетания конструктивных элементов, связанных между собой, при условии обеспечения наилучших, значений выбранных критериев качества и с учетом принятых ограничений на параметры привода, его элементы и условия эксплуатации. Обычно при решении рассмотренных задач структурного синтеза оптимизируется не только структура системы, но и ее параметры. Однако весьма часто задачи оптимального проектирования решаются при условии, когда структурная (конструктивная) схема привода известна. В этих случаях решаются задачи параметрического синтеза, основной целью которых является оптимизация показателей качества разрабатываемого механического привода.

Задачи структурного и параметрического синтеза могут решаться как в детерминистической, так и в стохастической постановке. В последнем случае внешние возмущения, конструктивные параметры образца, а следовательно, выходные процессы, критерии качества и ограничения могут рассматриваться как случайные величины или функции.

Рассмотрим основные формулировки задач структурного синтеза (см. рисунок).

1. Предположим, что проектируемый привод является сложной технической системой подлежащей оптимизации, при этом для выполнения всех заданных функций структурно состоит из n видов подсистем (элементов) $\varphi_l (l = 1, 2 \dots n)$, каждая из которых может быть реализована m_l типами (вариантами) подсистем $\varphi_{lr} (l = 1, 2 \dots m_l)$.

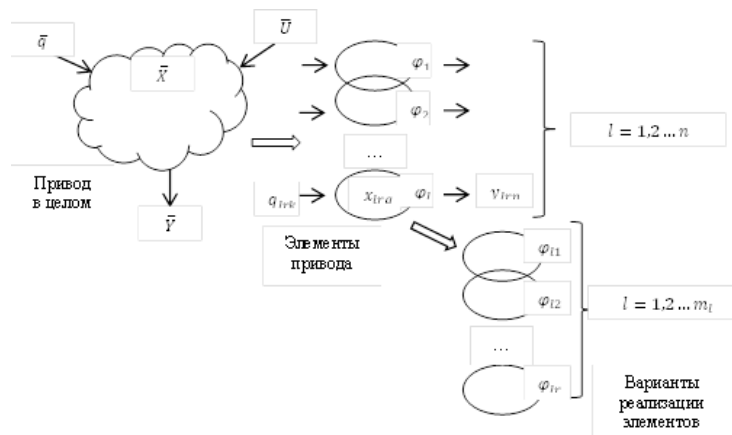


Рис. 1. Обобщенная структурная схема привода

Каждый вариант реализации подсистемы φ_l характеризуется входным q_{lrk} , выходными y_{lrn} и внутренними x_{lrg} параметрами. На систему действуют внешние возмущения \bar{q} . Качество системы определяется s критериями k_l , зависящими от ее выходных параметров \bar{Y} , а также от внутренних \bar{X} и оптимизируемых \bar{U} параметров

$$k_l = f(\bar{q}, \bar{X}, \bar{U}, \bar{Y}), l = 1, 2, \dots, s. \quad (1)$$

На характеристики внешних возмущений \bar{q} и параметры системы \bar{X}, \bar{U} следует накладывать ограничения, определяющиеся конструктивными, эксплуатационными, экономическими и т.д. особенностями привода:

$$\bar{q} \in D_q, \bar{X} \in D_x, \bar{U} \in D_u, \quad (2)$$

где D_q , D_x и D_u - допустимые области параметров \bar{q} , \bar{X} , \bar{U} .

Необходимо определить такую структуру привода на уровне компонентов, которая характеризовалась бы лучшими, значениями критериев качества (1) при условии соблюдения заданных ограничений не нарушались.

2. Из множества альтернативных вариантов структурных схем привода ψ_μ ($\mu = 1, 2 \dots \pi$), каждый из которых характеризуется соответствующими внутренними \bar{X}_μ , управляющими \bar{U}_μ и выходными \bar{Y}_μ параметрами, необходимо выбрать такой вариант ψ_μ^m , который соответствовал бы наилучшему сочетанию значений критериев качества (1) при условии выполнения принятых ограничений и с учетом действия на систему заданных внешних воздействий \bar{q} .

В первой формулировке оптимальная структура привода определяется в ходе решения оптимизационной задачи. Во второй формулировке задачи сначала должны быть разработаны несколько возможных вариантов структурных схем привода, определены их параметры, а за тем на основе решения оптимизационной задачи на них должна быть выбрана наилучшая структура.

Рассмотренные задачи структурного синтеза могут решаться на различных уровнях конструктивной сложности (систем, подсистем и их элементов). Отдельные реализации различных подсистем и конструктивных элементов могут выбираться из числа типовых (стандартных, заимствованных) с известными характеристиками или разрабатывается заново путем решения соответствующих задач оптимального проектирования.

Если разрабатываемая подсистема (или система в целом) может быть описана определенной математической моделью (например, динамической), то задача ее структурного синтеза может иметь другую формулировку.

3. Пусть на разрабатываемый объект (см. рисунок) действует возмущение $q(t)$, представляющее собой сумму задающего воздействия $q_1(t)$ и помехи $q_2(t)$, т.е.

$$q(t) = q_1(t) + q_2(t), \quad (3)$$

Выходной процесс $y(t)$, связан с возмущением $q(t)$ через передаточную функцию системы $W_0(p)$, следующей зависимостью:

$$y(p) = W_0(p) \cdot q(p), \quad (4)$$

где p - оператор Лапласа.

Выходной процесс системы должен иметь требуемую форму $y(t)_{\text{тр}}$.

Необходимо определить оптимальную передаточную функцию $W_0(p)^*$ при известных вероятностных характеристиках задающего воздействия $q_1(t)$ и помехи $q_2(t)$, которая бы обеспечила (в зависимости от выбранных критериев качества) наилучшее приближение выходного процесса $y(t)$ и требуемой его форме $y(t)_{\text{тр}}$, т.е. минимизацию ошибки $z(t)$:

$$z(t) = |y(t)_{\text{тр}} - y(t)| \rightarrow \min. \quad (5)$$

В указанной формулировке могут решаться задачи помимо структурного синтеза приводов, так же различных динамических систем, регуляторов, систем управления и т.д.

Обычно при решении рассмотренных задач структурного синтеза оптимизируется не только структура системы, но и ее параметры. Однако весьма часто задачи оптимального

проектирования решаются при условии, когда структурная (конструктивная) схема привода известны, т.е. определена математическая модель.

В этих случаях решаются задачи параметрического синтеза, основной целью которых является оптимизация показателей качества разрабатываемого привода.

Таким образом, процесс проектирования механического привода с требуемыми выходными характеристиками целесообразно рассматривать как процесс синтеза (структурного и(или) параметрического) с решением оптимизационных задач по определению параметров. Рассматривая данную задачу в этом аспекте можно получить методику, позволяющую оценивать качество создаваемых образцов техники еще на этапе проектирования, а так же проводить сравнительный анализ проектируемых образцов с учетом влияния изменения параметров (группы параметров) на конечный результат (характеристику образца).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Грачев Е.В.* Многокритериальные задачи структурного и параметрического синтеза сложных технических систем: учебно-методическое пособие. - Л. Военная артиллерийская академия. 1989.94 с.

2. *Широухов А.В., Иванов К.С.* Оптимизационные задачи синтеза виброзащитных систем элементов автомобильных базовых шасси пожарно-спасательной техники. [Текст] /Широухов А.В., Иванов К.С. //Проблемы управления рисками в техносфере». – СПб.: СПб УГПС МЧС России.- 2015 г.-№3.- 175 с., ISSN 1998-8990.

3. *Широухов А.В., Иванов К.С.* Эмпирические критерии качества виброзащитных систем пожарно-спасательной техники. [Текст] /Широухов А.В., Иванов К.С. // Проблемы управления рисками в техносфере». – СПб.: СПб УГПС МЧС России.-2014 г.- № 3, .-191 с., ISSN 1998-8990.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Агеева Н. А., 286, 289, 292
Александров А. И., 107
Ахмадиев Г. М., 160, 167, 171
Багажков И. В., 9
Баженов А. С., 107
Бакулина И. Р., 269
Баннх С. А., 156
Баранец А. А., 176, 188
Басов Е. Н., 335
Белкина Е. Г., 331
Беляев С. В., 23, 49, 98
Боков Г. В., 275
Бояринова С. П., 306
Бубнов А. Г., 3, 192, 220
Буймова С. А., 192, 220
Вахнина Т. Н., 102
Верёвкин В. Н., 15
Вирзум Л. В., 68
Волков А. В., 13
Волкова Т. Г., 282
Воробьев А. А., 36
Воронина В. В., 231
Гараева Г. Ф., 111
Гацына М. В., 28
Герасимова М. С., 231
Гостюнина В. А., 349
Гриневиц В. И., 256
Гринченко В. С., 286, 292
Гринченко С. В., 289
Гурская Т. Г., 349
Гусев Г. И., 234
Гусева Л. М., 246
Гущин А. А., 234, 256
Данилов И. Л., 373, 387
Драганов П. А., 225
Дунаев А. В., 54
Егорова Н. И., 373, 387
Елистратова Е. С., 3
Елфимов И. Е., 335
Есина М. Г., 353, 361, 378
Ефимов А. Е., 220
Ефремов А. М., 23, 54, 145
Заводова В. В., 49
Зайцева С. А., 278
Захаров Е. Ю., 13
Золотарев П. А., 349
Иванов С. Н., 42
Иванов Ю. С., 202
Иванова В. В., 278
Извекова Т. В., 231, 234, 256
Исаев В. Н., 28
Казарян К. М., 38
Кайбичев И. А., 358, 369
Калинин А. С., 98
Канаев М. Е., 95
Картушина Ю. Н., 198
Катеринин К. В., 365
Катеринина С. Ю., 365
Каштанов В. А., 95
Ким К. К., 42
Клюев М. В., 9
Кобелева Н. А., 231
Ковалев П. Е., 60
Кожевникова Н. Ю., 31
Кондрашов В. А., 135
Кондрашов В. В., 135
Кондрашова И. В., 135
Коробейникова Е. Г., 31
Коростелева Н. В., 210, 262
Костерева А. А., 361
Котов Г. В., 79
Крыжановский В. Н., 135
Крылов Е. Н., 68
Кудрявцев В. Ю., 202
Кузнецов В. В., 316
Кузнецова Н. С., 395
Кузьмин Ал. А., 84
Кузьмин Ан. А., 84
Куликов А. В., 102
Куликова Н. А., 225
Куличкова А. Р., 378
Кульков О. А., 210
Кустова Т. П., 331
Лапшин Н. А., 98
Липаньев Р. Е., 216
Липин А. А., 60
Липин А. Г., 60
Логинова С. А., 119
Лосева М. В., 95
Лыткин А. В., 338
Магдалинова Н. А., 331
Макова А. А., 353
Малькова С. С., 133
Медведев А. Н., 111
Медведева Л. В., 373, 387
Михайлова Е. Д., 15
Муллагалеева Э. Н., 216
Муратова А. А., 198
Мурын Д. Б., 54
Наконечный С. Н., 64
Натареев С. В., 98
Наумов М. А., 38
Николаенко Н. С., 123
Овцын А. А., 150
Огнев И. Г., 156
Огнев И. И., 156
Огурцова Е. Ю., 382
Основин М. К., 225
Павленкова И. С., 316
Пашкова Т. В., 107
Первухина Н. В., 115
Первышина Г. Г., 306
Петров А. Н., 345
Петухова Т. Н., 320
Пискунова М. С., 192
Погонщикова Е. П., 296
Порядочнова К. А., 64
Пригореллов Г. А., 188
Пригореллов Г. А., 176
Растегаев О. Ю., 241
Рогогнев А. В., 180
Самольга И. А., 303
Самольга Т. А., 300
Свидзинская Г. Б., 309
Севостьянова Л. И., 180, 253
Семенова К. В., 13
Силина Ю. А., 262
Синькова К. А., 38
Ситдикова Е. С., 320
Смирнов В. А., 382
Смирнов Н. Н., 28
Смирнов С. А., 123, 150
Снегирев Д. Г., 23
Снегирев Д. Г., 36
Снимщикова О. А., 338
Соболев А. М., 145
Сокерина Е. Ю., 74
Соколов А. К., 327
Стаковецкая О. К., 225
Сусоева И. В., 102
Титунин А. А., 102
Тишина Е. В., 262
Ткаченко А. С., 38
Торопова М. В., 392
Трубилко А. И., 373
Удальцова С. С., 256
Усков Ю. И., 365
Федоров М. С., 115
Фоминных И. А., 323
Хамраев Е. Т., 176, 188
Харченко С. С., 91
Холодков И. В., 128, 139
Холодкова Н. В., 128, 139
Хонгорова О. В., 185
Цапков В. И., 133
Цепаев В. В., 253
Цивилев А. В., 358
Черезова Е. Н., 111
Черезова М. Е., 111
Чернова Н. В., 246
Чеснокова Т. В., 119
Честнов Н. А., 185
Шаронов А. В., 234
Шевцов П. В., 185
Шейченко М. В., 234
Шибашов А. В., 74
Широкова Т. Г., 150
Широухов А. В., 400
Ширшов Д. Н., 185
Ширяев Е. В., 13
Шмидт С. Э., 369
Шутова А. Г., 395
Яшина Л. Ю., 111

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. Фундаментальные и прикладные вопросы физики и химии

<i>Бубнов А. Г., Елистратова Е. С.</i> Разработка технологии получения химически безопасных древесных плит на примере формальдегида	3
<i>Багажков И. В., Ключев М. В.</i> Пожароопасность отделочных полимерных материалов, применяемых в помещениях с массовым пребыванием людей	9
<i>Захаров Е. Ю., Семенова К. В., Ширяев Е. В., Волков А. В.</i> Обзор и анализ нарушений требований пожарной безопасности на трансформаторных подстанциях.....	13
<i>Верёвкин В. Н., Михайлова Е. Д.</i> Наука «Пожарная безопасность» и человеческое познание	15
<i>Ефремов А. М., Снегирев Д. Г., Беляев С. В.</i> Оптико-спектральная диагностика технологических газовых сред	23
<i>Исаев В. Н., Смирнов Н. Н., Гацына М. В.</i> Расчет степени разложения фосфатного сырья с учетом структуры потока в аппарате	28
<i>Коробейникова Е. Г., Кожевникова Н. Ю.</i> Температура самовоспламенения и детонационная стойкость топлива	31
<i>Воробьев А. А., Снегирев Д. Г.</i> Огнезащитная обработка текстильного материала.....	36
<i>Синькова К. А., Ткаченко А. С., Наумов М. А., Казарян К. М.</i> Трибологические свойства растительных масел и животных жиров	38
<i>Ким К. К., Иванов С. Н.</i> Влияние эксплуатационных факторов на безотказность капсулированных электромеханических преобразователей.....	42
<i>Беляев С. В., Заводова В. В.</i> Исследование кинетики реакции горения спиртов.....	49
<i>Мурин Д. Б., Дунаев А. В., Ефремов А. М.</i> Контроль параметров процесса плазмохимического и реактивно-ионного травления в среде водород-фтор-углеродных газов	54
<i>Липин А. А., Ковалев П. Е., Липин А. Г.</i> Кинетика сушки антиадгезионного покрытия на звукопоглощающем материале.....	60
<i>Наконечный С. Н., Порядочнова К. А.</i> Применение контрольных карт Шухарта при оценке стабильности процесса испытаний на воспламеняемость образцов древесины березы.....	64
<i>Крылов Е. Н., Вирзум Л. В.</i> Молекулярный электростатический потенциал реакционного центра и эффекты заместителей как дескрипторы реакционной способности тетрагалоген тетраазапорфинов.....	68
<i>Шибашов А. В., Сокерина Е. Ю.</i> Влияние низкочастотного ультразвукового воздействия на процесс полимеризации мочевино-формальдегидной смолы	74
<i>Котов Г. В.</i> Перспективы и возможности расчета параметров фактической зоны заражения при выбросе опасных химических веществ	79
<i>Кузьмин А. А., Кузьмин А. А.</i> Применение слюдоситалла для обеспечения работоспособности токовводов в условиях пожара	84
<i>Харченко С. С.</i> Математический подход при планировании эксперимента по оптимизации состава вяжущего для бетонной смеси	91
<i>Лосева М. В., Канаев М. Е., Каиштанов В. А.</i> Перспективы развития лакокрасочных материалов	95

<i>Натареев С. В., Лапшин Н. А., Калинин А. С., Беляев С. В.</i> Очистка водных растворов от органических веществ в каскаде емкостных аппаратов непрерывного действия	98
<i>Сусоева И. В., Вахнина Т. Н., Титунин А. А., Куликов А. В.</i> Тепловые свойства плитных материалов из растительных отходов	102
<i>Пашкова Т. В., Александров А. И., Баженов А. С.</i> Спектральные исследования УФ-полимеризованных плёнок красителя.....	107
<i>Черезова Е. Н., Яшина Л. Ю., Медведев А. Н., Черезова М. Е., Гараева Г. Ф.</i> Эффективность использования олигоалкил(алкокси)силоксана в качестве термостабилизатора для кабельного ПВХ-пластиката	111
<i>Первухина Н. В., Федоров М. С.</i> Особенности геометрического и электронного строения молекулярной и катионной форм 1-(<i>n</i> -фенил)аминонафталин-8-сульфокислоты.....	115
<i>Чеснокова Т. В., Логинова С. А.</i> Исследование грибковой коррозии бетона с помощью модельной среды.....	119
<i>Николаенко Н. С., Смирнов С. А.</i> Масс-спектрометрия как метод определения скоростей выделения газообразных продуктов травления полимеров.....	123
<i>Холодков И. В., Холодкова Н. В.</i> Особенности проведения исследований полимерных материалов методом атомно-силовой микроскопии	128
<i>Цапков В. И., Малькова С. С.</i> Применение фотоварикапов для обнаружения пожара.....	133
<i>Кондрашов В. В., Кондрашов В. А., Крыжановский В. Н., Кондрашова И. В.</i> Пластиковые заполнения дверных и оконных проемов, как одна из причин необратимых последствий, при взрывах бытового газа в многоквартирных домах	135
<i>Холодков И. В., Холодкова Н. В.</i> Практические аспекты применения атомно-силовой микроскопии в научных исследованиях	139
<i>Соболев А. М., Ефремов А. М.</i> О механизмах регулирования состава фторуглеродной плазмы в многокомпонентных смесях.....	145
<i>Шикова Т. Г., Смирнов С. А., Овцын А. А.</i> Неравномерность плазмохимического модифицирования поликарбоната при большой загрузке реактора	150

РАЗДЕЛ 2. Биология, экология и человек

<i>Банных С. А., Огнев И. Г., Огнев И. И.</i> К вопросу безопасного использования вспомогательного оборудования и специальной оснастки в процессе технического обслуживания и ремонта вооружения и военной техники	156
<i>Ахмадиев Г. М.</i> Экобиологические аспекты оценки естественной резистентности живых организмов.....	160
<i>Ахмадиев Г. М.</i> Методологические основы обеззараживания и утилизации иловых осадков сточных вод	167
<i>Ахмадиев Г. М.</i> Камская модель «ИННОКАМ» основа развития нижекамского региона России в Республике Татарстан.....	171
<i>Баранец А. А., Пригорелов Г. А., Хамраев Е. Т.</i> Исследование биологических эффектов фторированных сиднонимингов	176
<i>Севостьянова Л. И., Роготнев А. В.</i> Балльная оценка природно-ресурсного потенциала сельских администраций Медведевского района Республики Марий Эл.....	180

<i>Ширшов Д. Н., Шевцов П. В., Честнов Н. А., Хонгорова О. В.</i> Анализ профессиональных заболеваний пожарных.....	185
<i>Баранец А. А., Пригорелов Г. А., Хамраев Е. Т.</i> Исследование кумуляции алюминия в головном мозге лабораторных животных	188
<i>Бубнов А. Г., Буймова С. А., Пискунова М. С.</i> Оценка показателей риска по результатам мониторинга родниковых вод.....	192
<i>Муратова А. А., Карпушина Ю. Н.</i> Состояние вопроса обращения с твердыми коммунальными отходами в городах-миллионерах на примере города Волгограда.....	198
<i>Иванов Ю. С., Кудрявцев В. Ю.</i> Анализ развития мобильных комплексов биологической разведки за рубежом	202
<i>Кульков О. А., Коростелева Н. В.</i> Озеленение территорий как фактор обеспечения экологической безопасности городов	210
<i>Муллагалеева Э. Н., Липантьев Р. Е.</i> Исследование величины шумового воздействия оборудования на предприятиях энергетической отрасли	216
<i>Буймова С. А., Бубнов А. Г., Ефимов А. Е.</i> Органические поллютанты в родниковых водах	220
<i>Драганов П. А., Основин М. К., Куликова Н. А., Стаковецкая О. К.</i> Качество воздушной среды в городах Ивановской области	225
<i>Герасимова М. С., Воронина В. В., Кобелева Н. А., Извекова Т. В.</i> Динамика изменения уровня загрязнения снежного покрова полициклическими ароматическими углеводородами на территории г. Иваново.....	231
<i>Гусев Г. И., Гуцин А. А., Извекова Т. В., Шейченко М. В., Шаронов А. В.</i> Очистка сточных вод текстильных производств от органических красителей.....	234
<i>Растегаев О. Ю.</i> Диоксид тиомочевины – новый детоксикант мышьяк содержащих отходов для обеспечения экологической и техносферной безопасности	241
<i>Чернова Н. В., Гусева Л. М.</i> Исследование взаимосвязи индивидуальных «Биологических часов» человека с его психологическим состоянием	246
<i>Севостьянова Л. И., Цепяев В. В.</i> Анализ экологической ситуаций в Шарангском районе Нижегородской области	253
<i>Удальцова С. С., Извекова Т. В., Гуцин А. А., Гриневич В. И.</i> Оценка параметров экологического риска от загрязнения в почвенном покрове г. Иваново.....	256
<i>Силина Ю. А., Тишина Е. В., Коростелева Н. В.</i> Важность учета микроклиматических параметров при благоустройстве дворовых пространств многоквартирных домов.....	262

РАЗДЕЛ 3. Проблемы современной педагогики и пути их решения

<i>Бакулина И. Р.</i> Примеры адаптации заданий по графическим дисциплинам к онлайн-формату.....	269
<i>Боков Г. В.</i> Отдельные акценты изучения пожарной опасности элементов электротехники	275
<i>Зайцева С. А., Иванов И. В.</i> Организация самостоятельной работы студентов средствами Google Apps for Education.....	278
<i>Волкова Т. Г.</i> Проектная деятельность как основа формирования Soft Skills.....	282
<i>Гринченко В. С., Агеева Н. А.</i> Формирование личностных качеств студентов вуза средствами физической культуры	286

<i>Гринченко В. С., Агеева Н. А.</i> Роль физической культуры в формировании здорового образа жизни студентов.....	289
<i>Гринченко В. С., Агеева Н. А.</i> Формирование мотивации к занятиям физической культурой и спортом у студентов	292
<i>Погонщикова Е. П.</i> Интегративный курс в рамках общетехнической подготовки курсантов.....	296
<i>Самолыга Т. А.</i> Организация самостоятельной работы курсантов при обучении иностранному языку в военном вузе.....	300
<i>Самолыга И. А.</i> Роль личности воспитателя в становлении будущих офицеров Русской Армии	303
<i>Первышина Г. Г., Бояринова С. П.</i> Использование метода «Шести шляп мышления» Э. Де Боно при организации практического занятия обучающихся высших учебных заведений по дисциплине «Экология».....	306
<i>Свидзинская Г. Б.</i> О гендерных различиях в отношении к изучаемым предметам на примере дисциплин химического цикла	309
<i>Кузнецов В. В., Павленкова И. С.</i> Предпосылки, формы и вопросы, решаемые в процессе организации сетевого взаимодействия Школа – Вуз	316
<i>Ситдикова Е. С., Петухова Т. Н.</i> Образование как один из факторов национальной безопасности России.....	320
<i>Фоминых И. А.</i> Использование электронного курса по начертательной геометрии в учебном процессе.....	323
<i>Соколов А. К.</i> Методика оценки качества заданий для тестирования знаний	327
<i>Белкина Е. Г., Кустова Т. П., Магдалинова Н. А.</i> Лабораторный практикум по фармацевтической химии как средство формирования профессиональных компетенций....	331
<i>Басов Е. Н., Елфимов И. Е.</i> Культура спорта и спортивные традиции.....	335
<i>Снимщикова О. А., Лыткин А. В.</i> Повышение фундаментальности при формировании и развитии мотивации обучения студентов в высшем техническом учебном заведении	338

РАЗДЕЛ 4. Информатика, информационные технологии и прикладная математика

<i>Петров А. Н.</i> Анализ моделей прогнозирования лесных пожаров в регионе.....	345
<i>Золотарев П. А., Гостюнина В. А., Гурская Т. Г.</i> Разработка системы поддержки принятия решений по возрастной классификации сайтов с целью защиты детей от деструктивной информации	349
<i>Макова А. А., Есина М. Г.</i> Уровень популярности социальных сетей «Социальные сети рядом».....	353
<i>Кайбичев И. А., Цивилев А. В.</i> Дисперсионный анализ числа пожаров в регионах Центрального Федерального Округа	358
<i>Костерева А. А., Есина М. Г.</i> Исследование статистики внутренней миграции России	361
<i>Катеринина С. Ю., Усков Ю. И., Катеринин К. В.</i> Технология поиска оптимального пути и его построение в среде MS Excel	365

<i>Кайбичев И. А., Шмидт С. Э.</i> Прогнозирование среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в Российской Федерации с помощью метода скользящего среднего	369
<i>Егорова Н. И., Медведева Л. В., Трубилко А. И., Данилов И. Л.</i> Использование программного обеспечения Microsoft Office для изучения явления внешнего фотоэффекта на лабораторно-практических занятиях по физике	373
<i>Куличкова А. Р., Есина М. Г.</i> Статистический анализ преступлений по Ивановской области.....	378
<i>Огурцова Е. Ю., Смирнов В. А.</i> Использование Web-сервисов в процессе обучения школьников старших классов графическому методу решения уравнений с параметрами и их систем.....	382
<i>Медведева Л. В., Данилов И. Л., Егорова Н. И.</i> Использование возможностей среды Excel для симуляции измерительных приборов при проведении виртуальных лабораторных работ по физике.....	387
<i>Торопова М. В.</i> Продвижение инновационных технологий в сфере техносферной безопасности.....	392
<i>Шутова А. Г., Кузнецова Н. С.</i> Применение программных продуктов при решении прикладных задач механики	395
<i>Широухов А. В.</i> Проектирование механического привода как синтез сложной технической системы	400
<i>АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ</i>	406

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

МАТЕРИАЛЫ

**IV Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием**

Иваново, 25 марта 2019 года

Издается в авторской редакции

Подписано в печать 10.04.2019 г.
Формат 60×84 1/8. Усл. печ. л. 51,5. Уч.-изд. л. 61,8. Заказ № 35
Отделение организации научных исследований
экспертно-консалтингового отдела
Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России
153040, г. Иваново, пр. Строителей, 33