

Набережночелнинский институт  
Казанского Федерального Университета

*Электронный журнал*

Социально-экономические  
и технические системы:  
исследование,  
проектирование,  
оптимизация

№1(90)2022г.



*Журнал " основан в 2003 г. и является рецензируемым сетевым научным изданием.  
Учредитель – ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

*Издатель – Набережночелнинский институт Казанского (Приволжского) федерального  
университета.*

*Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных  
технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).  
Свидетельство о регистрации Эл №ФС77-62607 от 31.07.2015.*

**ISSN: 1991-6302**

*Материалы журнала размещаются на сайте Научной электронной библиотеки,  
включаются в национальную информационно-аналитическую систему РИНЦ  
(Российский индекс научного цитирования)*

**Адрес редакции:** 423823, г. Набережные Челны, пр. Мира, д. 68/19

**Контактный телефон:** (8552) 39-71-40

**Сайт журнала:** <https://kpfu.ru/chelny/science/sets>

**E-mail:** [SETS\\_KFU@mail.ru](mailto:SETS_KFU@mail.ru)

**Главный редактор**

Ганиев М.М., доктор технических наук, профессор

**Заместитель главного редактора**

Симонова Л.А. – доктор технических наук, профессор

**Ответственный секретарь**

Макарова И.В., доктор технических наук, профессор

**Технический редактор**

Валиев А.М.

**Редколлегия:**

**Валиев Р.З.**, доктор физико-математических наук, профессор, Уфимский государственный авиационный технический университет (г. Уфа).

**Ваславская И.Ю.** доктор экономических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г.Набережные Челны).

**Виноградов А.Ю.**, доктор технических наук, профессор, Тольяттинский государственный университет (г. Тольятти).

**Габбасов Н.С.**, доктор физико-математических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Гунаре М.Г.**, доктор политических наук, Балтийская международная академия (г. Рига, Латвия).

**Дмитриев А.М.**, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Московский государственный технологический университет «Станкин», (г. Москва).

**Зазнаев О.И.**, доктор юридических наук, профессор, член Российской академии политических наук, Американской ассоциации политической науки, Международной ассоциации политической науки, Казанский федеральный университет (г.Казань)

**Ильин В.В.** – доктор философских наук, профессор, Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева (г. Москва)

**Исавнин А.Г.** доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Исрафилов И.Х.** - доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Киричек П.Н.**, доктор социологических наук, профессор, Международный государственный университет природы, общества и человека "Дубна" (г. Москва)

**Комадорова И.В.**, доктор философских наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Кулаков А.Т.**, доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Маврин Г.В.**, кандидат химических наук, доцент, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Макаров А.Н.** доктор экономических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Макарова И.В.**, доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Мустафина Д.Н.**, доктор филологических наук, доцент, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Панкратов Д.Л.**, доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Пуряев А.С.**, доктор экономических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Рааб Г.И.**, доктор технических наук, профессор, Уфимский государственный авиационный технический университет (г. Уфа).

**Сакаева Л.Р.**, доктор филологических наук, профессор, Казанский федеральный университет (г. Казань).

**Сибгатуллин Э.С.**, доктор физико-математических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Филькин Н.М.**, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова (г. Ижевск).

**Шобаков В.Г.**, доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ.....</b>	<b>6</b>
<i>Баринов А.С.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГРАВИМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ВЫБРОСОВ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	6
<i>Галиев Р.М., Нуретдинов Д.И., Назаров Ф.Л.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ .....	14
<i>Гусенцова Я.А., Павленко А.Т., Максьюк И.К., Кравцова О.А.</i> ДИНАМИКА ЛИНИЙ СВЯЗИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА .....	23
<i>Илдарханов Р.Ф., Тухтаев Д.И., Шайхутдинова М.Р.</i> АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ПОДВИЖНОМУ СОСТАВУ ДЛЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК .....	31
<i>Коноваленко В.Н., Коноваленко А.А., Орешкин М.В.</i> РИСК-МЕНЕДЖМЕНТ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО АЛЬПИНИЗМА И ПРОВЕДЕНИЯ СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ВЫСОТНЫХ ГРАЖДАНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ .....	40
<i>Кравцова О.А.</i> ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДОНБАССА .....	52
<i>Макарова И.В., Мавляутдинова Г.Р.</i> РАЗВИТИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА КАК АВТОМОБИЛЬНОГО ТОПЛИВА В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ .....	58
<i>Насыров И.Н., Насыров И.И., Насыров Р.И.</i> ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В DATA-ЦЕНТРАХ .....	67
<i>Новоселов О.Г., Сибгатуллин К.Э., Сибгатуллин Э.С.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОНТРОРСА ПО ПРОЧНОСТИ .....	77
<i>Луцко В.А., Павленко А.П., Румянцев В.В.</i> РЕГУЛИРУЕМЫЙ СОПЛОВОЙ АППАРАТ ТУРБИНЫ ТКР: ПРОЕКТИРОВАНИЕ, CFD – АНАЛИЗ. ....	85
<i>Сафронов Н.Н., Харисов Л.Р., Фазлыев М.Р.</i> СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИГАТУРЫ AL-TI-V.....	95
<i>Смирнова Н.Н., Шарафутдинов Р.Н.</i> РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОРОШКОВ ОКСИДОВ АЛЮМИНИЯ И ТИТАНА.....	107
<i>Гавариева К.Н.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ШТАМПОВКИ КОНИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС С ЭЛЕМЕНТАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА .....	115
<b>ИССЛЕДОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ .....</b>	<b>120</b>

<i>Базарова Л.В.</i> ИНКЛЮЗИВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ .....	120
<i>Дынный И.В., Хамутовская Ю.П.</i> ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА МОТИВАЦИИ ЛИЧНОГО СОСТАВА СОТРУДНИКОВ МИНИСТЕРСТВА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ ЛНР .....	127
<i>Макарова И.В., Фатихова Л.А., Буйвол П.А., Парсин Г.А.</i> ПРОБЛЕМЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ .....	134
<b>ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ФИНАНСЫ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ .....</b>	<b>142</b>
<i>Зак Д.М., Прошкина О.В.</i> ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА БИЗНЕСА ВО ВРЕМЯ ПАНДЕМИИ В США, ГЕРМАНИИ, АНГЛИИ, КИТАЕ И РОССИИ.....	142
<i>Табольская В.В.</i> ВНЕШНЯЯ ТОРГОВЛЯ РОССИИ: ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ДИНАМИКИ .....	153
<b>ЯЗЫК В СИСТЕМЕ КОММУНИКАЦИЙ: ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ И ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ .....</b>	<b>159</b>
<i>Мальцева М.А.,</i> ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО СЛЕНГА В АНГЛОЯЗЫЧНОМ ПЕСЕННОМ ДИСКУРСЕ .....	159

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ**

УДК 504.3.054: 504.064.3

*Баринов А.С., старший преподаватель, ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», barinovas@mstu.edu.ru, Мурманск, Россия.*

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГРАВИМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ВЫБРОСОВ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

*Аннотация: В статье обосновывается актуальность проведения сертификационных испытаний для определения выбросов вредных веществ с отработавшими газами. Приведены требования к измерительной аппаратуре, методика проведения испытаний, а также особенности гравиметрического метода.*

*Ключевые слова: Гравиметрический метод, выбросы отработавших газов, дизельный двигатель.*

**Введение.** Рост уровня автомобилизации в целом способствует ускорению развития производства товаров и услуг, обеспечению скорости и точности доставки грузов и пассажиров, экономии времени, росту уровня комфортности поездок. Однако существует и негативные факторы, связанные с развитием процесса автомобилизации, к которым относятся загрязнение окружающей среды, негативное воздействие на здоровье населения, рост потребления природных ресурсов, отчуждение территорий и другие факторы.

В настоящее время автомобильный транспорт является крупнейшим источником эмиссии загрязняющих веществ. При этом объемы эмиссии от автотранспорта, как относительные в структуре выбросов, так и абсолютные, с каждым годом увеличиваются за счет роста количества автотранспортных средств и объема автомобильных перевозок. В течение последних десятилетий экологические характеристики автотранспортных средств существенно улучшились. Однако это не привело к снижению эмиссии

загрязняющих веществ, так как происходит непрерывный рост уровня автомобилизации. Так, в мире насчитывается более 1,2 млрд. автомобилей. По прогнозам Всемирного Банка, к 2050 году мировой автопарк удвоится [7]. Очевидно, что автомобильный транспорт будет оказывать ещё большую нагрузку на окружающую среду.

В таких условиях вопросы снижения вредных последствий автомобилизации решаются как производителями автомобилей (конструкторами и технологами), так и теми, кто эксплуатирует автомобили, т.е. занимается перевозками и сервисом. Немаловажную роль при этом играют различного рода испытания.

## **1. Методы определения выбросов вредных веществ.**

### **1.1. Проведение измерений.**

Испытательный образец в процессе сертификации устанавливают на тормозной стенд и присоединяют к нему измерительную систему для определения состава отработавших газов (ОГ) автомобиля. После чего выполняется ездовой цикл, в течение которого берутся пробы ОГ двигателя при помощи измерительной системы.

### **1.2. Принцип действия измерительной системы.**

Принцип проведения измерений заключается в том, что к выпускным газам подмешивается отфильтрованный дополнительный воздух, и полученная таким образом смесь отсасывается главным вентилятором. Вентилятор откачивает постоянное количество смеси и при увеличении выброса ОГ количество дополнительного подсасываемого воздуха снижается, а при снижении выброса ОГ увеличивается. Из смеси отбирается постоянное количество газа в сборники для проб газа. Результаты в граммах относят к общей протяженности пробега в км.

Далее в процессе эксплуатации проверяется соответствие состава выбросов нормам, установленным ГОСТ Р 52160 — 2003 «Автотранспортные средства, оснащенные двигателями с воспламенением от сжатия. Дымность

отработавших газов. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния» [4].

Настоящий стандарт устанавливает нормы и методы измерения видимых загрязняющих веществ отработавших газов (далее — дымность) в режиме свободного ускорения для транспортных средств категорий М, N, которые оснащены двигателями с воспламенением от сжатия (далее — автомобилей), находящихся в эксплуатации, при оценке их технического состояния [4].

### **1.3. Требования к измерительной аппаратуре и пробоотборной системе.**

Для измерения  $k$  и  $N$  следует применять дымомер, соответствующий требованиям приложения «И» к ГОСТ Р 41.24. (дымомер должен иметь две измерительные шкалы, одна из которых должна быть градуирована в абсолютных значениях поглощения света  $k$ ,  $m^{-1}$ , от 0 до бесконечности, а другая, линейная, должна быть с диапазоном измерения  $N$  от 0% до 100%; обе измерительные шкалы должны охватывать диапазон от 0 при общем световом потоке до максимального значения шкалы при полном затемнении).

Для измерения температуры масла в поддоне картера двигателя следует применять термометр с диапазоном 0 — 100 °С и погрешностью измерений не более  $\pm 2,5\%$  верхнего предела измерений.

Для измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя следует применять тахометр с диапазоном 0 — 6000  $мин^{-1}$  и погрешностью измерений не более  $\pm 2,5\%$  верхнего предела измерений.

Применяемые при испытаниях средства измерений должны быть поверены в установленном порядке и иметь действующие свидетельства о поверке (сроки поверки – в паспортах дымомеров).

Для подвода отработавших газов из выпускной трубы автомобиля в измерительную камеру дымомера следует использовать пробоотборную систему, обеспечивающую отсутствие утечек газов и подсоса воздуха.



Пробоотборная система должна соответствовать требованиям приложения «К» к ГОСТ Р 41.24.

## **2. Подготовка к измерениям.**

Для определения температуры моторного масла или охлаждающей жидкости двигатель [3] запускают и прогревают, используя нагрузочные режимы или многократное повторение циклов свободного ускорения. Температура должна быть в пределах, установленных изготовителем, но не ниже 60 °С.

Продолжительность работы прогретого двигателя в режиме холостого хода перед началом измерений должна быть не более 5 мин.

Измеряют значения  $n_{\min}$  и  $n_{\max}$ , которые должны быть в пределах, установленных изготовителем [5].

Подготовку к измерению дымности на неподвижно стоящем автомобиле проводят в следующей последовательности:

- глушат двигатель (при его работе);
- затормаживают автомобиль стояночной тормозной системой;
- устанавливают противооткатные упоры под колеса ведущих мостов;
- устанавливают зонд для отбора отработавших газов на выпускную трубу;
- устанавливают рычаг коробки передач с ручным или полуавтоматическим переключением в нейтральное положение. Избиратель передачи для автомобилей с автоматической коробкой передач устанавливают в положение «нейтраль» или «паркинг».
- запускают двигатель [5].

При этом результаты не показывают качественный состав отработавших газов. И, соответственно, сделать вывод о конкретном воздействии таких выбросов на окружающую среду невозможно.

## **3. Гравиметрический метод.**

Гравиметрический (весовой) анализ, или гравиметрия - это один из методов количественного анализа, основанный на определении массы

искомого компонента анализируемого образца путем измерения — точного взвешивания — массы устойчивого конечного вещества известного состава, в которое полностью переведен данный определяемый компонент.

Гравиметрический метод хорошо подходит для измерения выбросов твердых частиц в отработавших газах двигателей.

Твердые частицы – это продукты сгорания частиц топлива, масел, органически растворимых и нерастворимых фракций продуктов разложения углеводородов, содержащихся в полидисперсной среде. В окружающую среду до 40% вредных веществ от выбрасываемых всеми источниками поступает с отработавшими газами ДВС, в том числе: до 34% от общих выбросов оксида углерода (СО), до 64% - оксидов азота (NO<sub>x</sub>) и до 34% - твердых частиц (ТЧ), включая сажу.

Образование твердых частиц представляет собой объемный процесс термического разложения углеводородов в газовой среде в условиях сильного недостатка окислителя.

Реакция пиролиза углеводородов [4] в общем виде представляется уравнением [5]:  $C_nH_m \leftrightarrow nC + 0,5mH_2$

Концентрационный предел начала образования твердых частиц зависит от давления, температуры процесса сгорания, вида топлива и составляет по коэффициенту избытка воздуха  $\alpha = 0,33-0,7$ . С увеличением температуры начало образования сажи сдвигается в сторону более богатых топливовоздушных смесей, с увеличением давления — в сторону более бедных смесей.

Гравиметрический анализ основан на законе сохранения массы веществ при химических превращениях. Это наиболее точный из химических методов анализа, его характеристики: предел обнаружения — 0,10 %; правильность - 0,2 отн. %; информативность — 17 бит.

Гравиметрический метод анализа, как и все другие методы исследования веществ, имеет свои плюсы и минусы. Отличает его, в первую очередь, высокая точность определения массы вещества в анализируемой

пробе. Кроме того, для проведения исследования не требуется сложное оборудование, вследствие чего оно может быть проведено практически в каждой лаборатории. Также, немаловажным является тот факт, что для анализа не нужно проводить калибровку приборов и готовить серию стандартных растворов.

Основным минусом гравиметрии является длительность проведения анализа. Дополняет его необходимость проверки качества весовой формы. Так, она не должна содержать примесей, и ее состав должен быть известен достоверно.

Гравиметрический анализ базируется на трех фундаментальных законах химии. К ним относятся: Закон сохранения массы: масса реагентов равна массе продуктов реакции. Закон постоянства состава: количественный состав химически чистых веществ не зависит от способа их получения. Закон эквивалентов: объемы растворов двух разных веществ, реагирующих друг с другом без остатка, обратно пропорциональны нормальностям этих растворов, или  $V_1/V_2 = C_{н2}/C_{н1}$ , или  $V_1 \cdot C_{н1} = V_2 \cdot C_{н2}$ , где  $C_{н1}$  и  $C_{н2}$  — нормальности первого и второго растворов;  $V_1$  и  $V_2$  — объемы первого и второго растворов.

### **3.1. Виды гравиметрии.**

Гравиметрический метод анализа можно классифицировать по разным признакам. Так, по типу лежащей в его основе химической реакции можно выделить процессы разложения, замещения, обмена или образования комплексов.

По способу получения осадка и его отделения гравиметрические методы делят на:

- Метод осаждения – это метод, при котором навеску анализируемого вещества растворяют и прибавляют 1,5-кратный избыток реагента-осадителя, соблюдая необходимые условия осаждения.

- Метод отгонки состоит в том, что определяемый компонент «количественно» выделяют в виде летучего соединения (газа, пара)

действием кислоты, основания или высокой температуры на анализируемое вещество.

- Термогравиметрический метод. Сущность этого метода гравиметрического анализа заключается в измерении массы определяемого вещества при нагревании. Он требует специального прибора - дериватографа, который способен непрерывно записывать изменение массы вещества в процессе нагрева.

- Методы выделения - основаны на выделении определяемого компонента из анализируемого вещества и точном взвешивании его.

**Выводы:** в результате использования гравиметрического метода анализа состава отработавших газов двигателей внутреннего сгорания, можно сделать вывод о реальном их воздействии на окружающую среду. Кроме того, более точная информация о составе отработавших газов поможет оценить техническое состояние двигателя.

При этом, хотя ввиду достаточно длительной и трудоемкой процедуры выполнения данного метода анализа, внедрение его для регулярного технического контроля проблематично, однако можно прогнозировать объемы выбросов, учитывая видо-возрастную структуру парка автомобильной техники в городе и регионе.

### **Список использованных источников**

1. Reducing Black Carbon Emissions in the Arctic Territories / I. Makarova, V. Mavrin, K. Magdin, A. Barinov // Transportation Research Procedia, St. Petersburg, 02–04 июня 2021 года. – St. Petersburg, 2021. – P. 356-362. – DOI 10.1016/j.trpro.2021.09.061.

2. Теория двигателей внутреннего сгорания [Текст]: Рабочие процессы: [Учебник для вузов по специальности "Двигатели внутр. сгорания"] / Под ред. засл. деят. науки и техники РСФСР, д-ра техн. наук, проф. Н. Х. Дьяченко. - 2-е изд., доп. и перераб. - Ленинград: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1974. - 551 с.

3. Пиролиз углеводородов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tehnoinfo.ru/pererabotkanefiiigaza/6.html>
4. Автотранспорт. Правила, нормы, положения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://avtotrans-consultant.ru/vybrosy-ot-dizeley/>
5. ГОСТ Р 52160 — 2003 «Автотранспортные средства, оснащенные двигателями с воспламенением от сжатия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200034748>
6. Баринов, А. С. Экологическая безопасность автомобиля / А. С. Баринов, В. С. Малышев // Наука и образование в Арктическом регионе : Материалы международной научно-практической конференции, Мурманск, 02–06 апреля 2018 года. – Мурманск: Мурманский государственный технический университет, 2018. – С. 243-247.
7. Arena, F., Ticali, D. The development of autonomous driving vehicles in tomorrow's smart cities mobility. In: Simos T.E., Kalogiratou Z., Monovasilis T., Simos T.E., Simos T.E. AIP Conference Proceedings, vol. 2040, Issue 1, American Institute of Physics Inc., USA (2018).

---

*Barinov A.S., senior lecturer, FGAOU VO "Murmansk State Technical University", barinovas@mstu.edu.ru, Murmansk, Russia.*

#### APPLICATION OF GRAVIMETRIC ANALYSIS METHOD IN MEASURING EXHAUST GAS EMISSIONS OF DIESEL ENGINES

*Abstract: The article substantiates the relevance of certification tests to determine emissions of harmful substances with exhaust gases. The requirements for the measuring equipment, the test procedure, and also the gravimetric method features are given.*

*Keywords: Gravimetric method, exhaust emissions, diesel engine.*

УДК 621.431

*Галиев Р.М., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

*Нуретдинов Д.И., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

*Назаров Ф.Л., аспирант 4 курса, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ

*Аннотация: В статье рассматриваются конструктивные и диагностические параметры, определяющие надежность дизельных двигателей внутреннего сгорания. Представлены факторы, влияющие на техническое состояние цилиндропоршневой группы двигателя, виды и причины отказов. Предложены подходы к диагностированию современных дизельных двигателей.*

*Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, надёжность, цилиндропоршневая группа, диагностирование*

Повышение надёжности транспортных средств является одной из основных задач заводов-изготовителей и инженерно-технической службы автотранспортного предприятия. Надёжность автомобиля – это свойство сохранять по пробегу в заданных пределах все параметры, определяющие работоспособность. Она включает в себя: долговечность, сохраняемость, ремонтпригодность и безотказность.

Самым нагруженным элементом автомобиля во время эксплуатации является двигатель, и основные отказы, неисправности приходятся тоже на него (примерно 39% от всех отказов) [1, 2, 3], поэтому исследование надёжности двигателя современного автомобиля является **актуальной задачей**.

**Целью исследования** является анализ и определение состояния основных деталей дизельного двигателя в зависимости от пробега.

Один из основных документов, разрабатываемых заводом изготовителем – это конструкторская документация на детали с номинальными и предельными

размерами. Предельные размеры устанавливаются, когда дальнейшая эксплуатация приводит к отказу узла, агрегата и в целом автомобиля [4]. В таблице 1 приведены предельные значения износа цилиндропоршневой группы двигателя.

Таблица 1. Износ цилиндропоршневой группы от номинального до предельного размера

№ п/п	Наименование	Предельные размеры износа, мкм
1	Износ гильз цилиндров	240
2	Овальность гильз цилиндров	100
3	Радиальный износ верхнего компрессионного кольца	120

По износу деталей можно определить техническое состояние узла, агрегата и автомобиля в целом. Интенсивность износа детали зависит от таких основных факторов, как: конструктивные, эксплуатационные, технологические.

Конструктивные факторы – это номинальные размеры и формы, начальные зазоры и посадки, материалы, условия нагрузки и смазки сопрягаемых деталей узла.

К технологическим факторам относятся качество механической и термической обработки детали, технология изготовления и сборки узла, агрегата.

К эксплуатационным факторам относятся соблюдение требований эксплуатации, опыт водителя, периодичность и качество технического обслуживания, качество ремонта, качество применяемых эксплуатационных материалов и запасных частей.

При определении предельного износа цилиндропоршневой группы учитывается следующее:

- износ указанных деталей может привести к заклиниванию, которое в результате приведёт к более дорогостоящему ремонту двигателя;
- шум и вибрация, которые влияют на работу агрегата и автомобиля в целом, что приводит к выходу из строя других узлов и систем;
- несоблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ с отработавшими газами;
- интенсивное изнашивание деталей, за счёт уменьшения защитного слоя.

Значительная доля затрат и простоев в ремонте приходится на двигатель (до 39 %), а основная доля отказов в нем – на цилиндропоршневую группу, подшипники коленчатого вала и турбокомпрессоры (до 69 %). Капитальный ремонт двигателя является дорогой и трудоёмкой работой. Одна из главных причин высоких затрат – условия эксплуатации и ремонт двигателя, при котором затраты на устранение отказов в среднем в 8-10 раз выше, чем на их предупреждение [5, 6].

Как видно из статистики (табл. 2), наиболее частыми причинами ремонта двигателя являются такие неисправности, как: проворачивание вкладышей и износ деталей цилиндропоршневой группы [7, 8, 9].

Таблица 2. Распределение причин ремонта двигателя «КАМАЗ-740»

Причины поломки двигателя	Доля поломки, %
Проворачивание вкладышей	39
Износ деталей цилиндропоршневой группы	30
Прочие: разрушение головки блока цилиндров, разрушение блока цилиндров и др.	31

Таким образом, контролируя нижеперечисленные параметры двигателя системами диагностирования, можно прогнозировать остаточный ресурс двигателя (табл. 3).

Таблица 3. Предельные размеры технического состояния деталей и диагностические параметры дизельного двигателя грузового автомобиля

Показатели технического состояния	Предельные размеры
Износ шатунных шеек, мкм	40
Износ коренных шеек, мкм	50
Зазор в шатунных подшипниках, мкм	210
Зазор в коренных шатунных подшипниках, мкм	210
Давление в системе смазки, МПа:	
при 2600 мин <sup>-1</sup>	0,35
при 600 мин <sup>-1</sup>	0,1
Износ гильз цилиндров, мкм	240
Овальность гильз цилиндров, мкм	100
Радиальный износ верхнего компрессионного кольца, мкм	120
Удельный расход масла на угар, %	2,5



Современные дизельные двигатели грузового автомобиля имеют рабочий объем от 11,8 до 12,88 л, диаметр цилиндра (гильзы) от 126 мм до 135 мм, ход поршня от 144 мм до 166 мм. Мощность таких двигателей от 380 л.с. до 750 л.с.

Диагностические параметры при износе деталей цилиндропоршневой группы таких двигателей до предельного состояния имеют следующие значения: расход масла на угар – более 6%, давление картерных газов – более 1,4 кПа; расход картерных газов – более 250 л/мин.

Техническое состояние агрегатов и узлов определяется структурными параметрами  $Y$ , в качестве которых выбираются размеры деталей, зазоры в сопряжениях, люфты. С увеличением наработки структурные параметры изменяются от номинального  $Y_n$  до предельного значения  $Y_p$ . На рис. 1 представлена схема определения остаточного ресурса сопряжённых деталей.

Исходя из данной схемы, остаточный ресурс вычисляется как разность полного ресурса и текущего пробега

$$L_{\text{ост}} = L_p - L_i = (Y_p - Y_i) / \bar{a}, \quad (1)$$

где  $L_p$  – полный ресурс агрегата;  $L_i$  – текущий пробег, тыс. км;  $Y_p$  – предельное значение параметра технического состояния;  $Y_i$  – текущее значение параметра технического состояния;  $\bar{a}$  – средняя интенсивность изменения структурного параметра в рассматриваемом интервале.

Средняя интенсивность изменения структурного параметра определяется по формуле

$$\bar{a} = (Y_i - Y_{i-1}) / \Delta l, \quad (2)$$

где  $\Delta l$  – периодичность измерений структурного параметра, тыс. км;  $Y_{i-1}$  – значение структурного параметра при предыдущем измерении.

Трудностью реализации данного подхода на практике является невозможность измерения структурных параметров без разборки двигателя и необходимость достаточно частого контроля. К тому же интенсивность изменения

технического состояния не имеет постоянного значения в жизненном цикле агрегата.

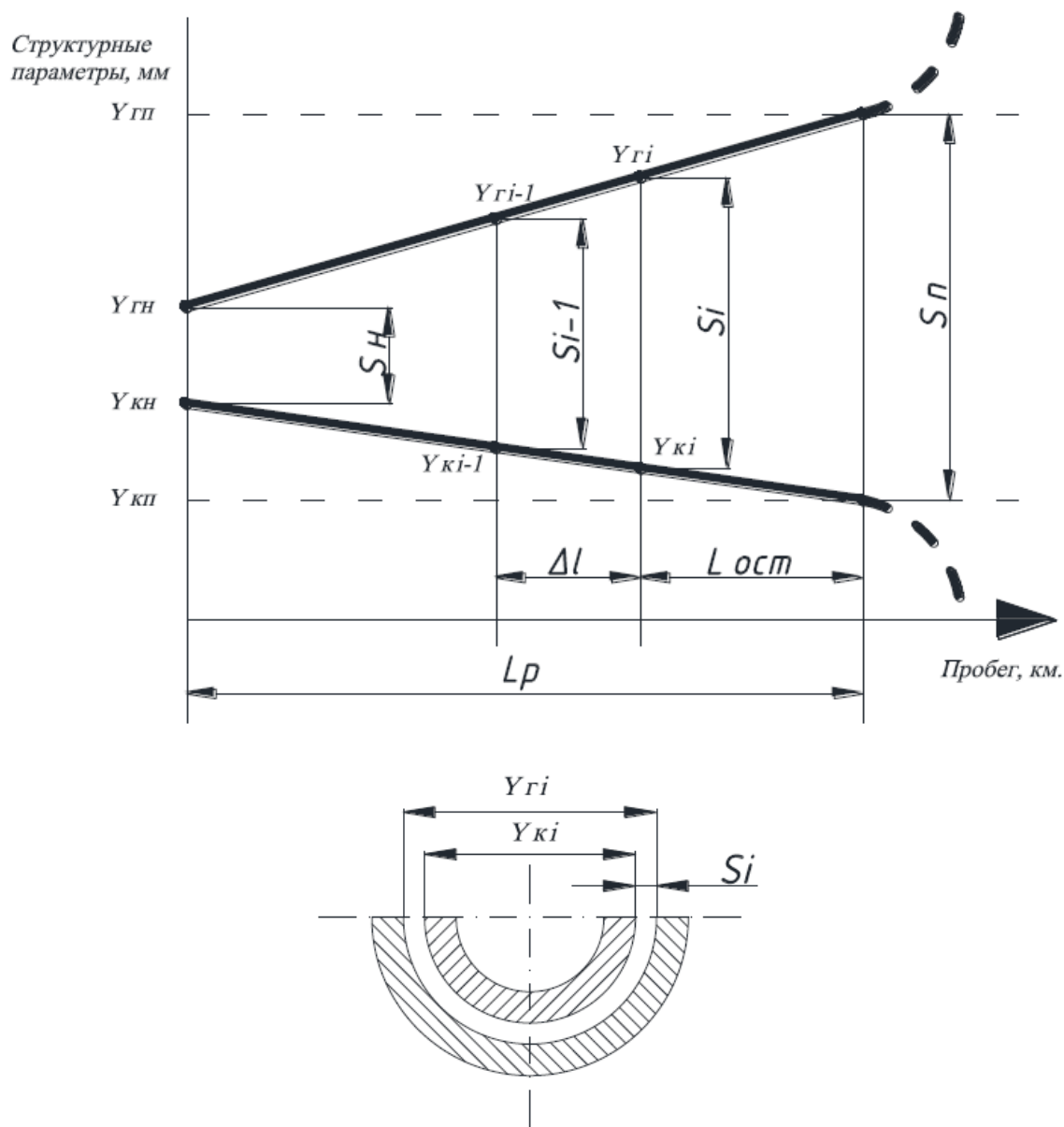


Рис. 1. Схема определения остаточного ресурса сопряжённых деталей

Для постоянного контроля параметров технического состояния агрегат необходимо оснащать бортовой системой диагностирования. Остаточный ресурс агрегата при оценке бортовой системой диагностирования определяется, используя зависимость

$$L_{\text{ост}} = (S_{\text{П}} - S_i) / \bar{b} , \quad (3)$$

где  $S_{\Pi}$  – предельное значение диагностического параметра;  $S_i$  – текущее значение диагностического параметра;  $\bar{b}$  – средняя интенсивность изменения диагностического параметра в рассматриваемом интервале.

Средняя интенсивность изменения диагностического параметра

$$\bar{b} = (S_i - S_{i-1})/\Delta l, \quad (4)$$

где  $\Delta l$  – периодичность измерений диагностического параметра, тыс. км;  $S_{i-1}$  – значение диагностического параметра при предыдущем измерении.

Аналогичным образом получаются формулы для тех диагностических параметров, которые снижаются при увеличении пробега с начала эксплуатации

$$L_{\text{ост}} = (S_i - S_{\Pi})/\bar{b} \quad (5)$$

$$\bar{b} = (S_{i-1} - S_i)/\Delta l. \quad (6)$$

Возникает задача установления связи между диагностическими и структурными параметрами, т.е.

$$S_{\text{H}} \rightarrow Y_{\text{H}}, \quad S_{\Pi} \rightarrow Y_{\Pi}, \quad S_i \rightarrow Y_i.$$

Величина предельных значений диагностического параметра устанавливается проведением исследований с учетом критичности состояния агрегата по безопасности дорожного движения, экологичности или экономичности автомобиля.

На скорость изнашивания сопряжений силовых агрегатов существенное влияние оказывают эксплуатационные факторы, к основным из которых относятся: полная масса автомобиля, средняя техническая скорость движения, климатические условия, качество технического обслуживания, ремонта и др.

Принципы работы бортовых систем диагностирования исследованы отечественными и зарубежными авторами [10–13].

Полученная информация от датчиков, установленных в двигателе автомобиля, поступает оператору по следующей схеме (рис. 2).

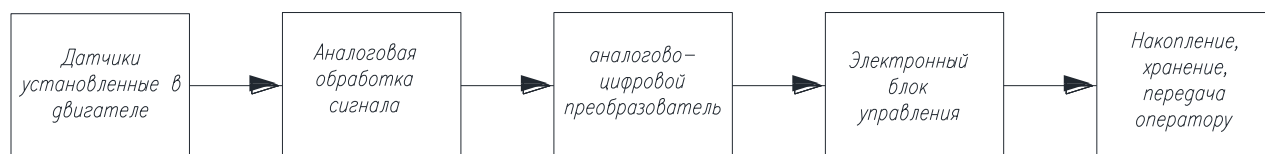


Рис. 2. Блочная схема контроля параметров двигателя

Датчики, установленные в двигателе, по каналу передают анализируемые процессы в блок обработки результатов (аналоговая обработка сигнала), затем в аналогово-цифровой преобразователь, где сигналы низкой мощности преобразуются в сигналы такой мощности, которая необходима для электронного блока управления (микроконтроллер, самопроверка); после проверки достоверности полученной информации начинается процесс накопления, хранения, а при необходимости – процесс передачи оператору. В зависимости от контролируемых параметров схема может отличаться.

Бортовые системы диагностирования позволяют постоянно контролировать техническое состояние агрегата (двигателя), обеспечивая надёжность и снижая возможность сходов автомобиля с линии. Такая система даёт возможность более рационально корректировать техническое обслуживание и ремонт автомобиля, качество выполненных работ и качество используемых эксплуатационных материалов, а также знать остаточный ресурс двигателя.

В соответствии с проведённым исследованием надёжности дизельных двигателей можно утверждать, что собрав информацию о контролируемых параметрах (например: расход масла на угар, давление картерных и расход картерных газов) для бортовой системы диагностирования при эксплуатации грузового автомобиля, можно оценить изменения технического состояния деталей двигателя и определить остаточный ресурс.

### **Список использованных источников**

1. Филькин Н.М. Сбор информации для бортовых систем диагностирования о техническом состоянии двигателя при эксплуатации грузового автомобиля / Н.М.

Филькин, Р.М. Галиев, Ф.Л. Назаров, Р.А. Хафизов // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. - Ижевск, 2019. - Т.22, №2. – С. 58-64.

2. Баженов Ю.В. Исследование работоспособности двигателей в условиях эксплуатации / Ю.В. Баженов, М.Ю. Баженов // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств: материалы XVIII Междунар. науч. практ. конф. (24 -25 нояб. 2016 г.). - Владимир: Аркаим, 2016. - С.18-23.

3. Engalychev R.N, Kulakov A.T, Barylnikova E.P, Talipova I.P, Decrease in the Transport Process Indicators Due to Wear of the Elements of the Power Unit of the Truck // International Journal of Engineering Research and Technology. - 2021. - Vol.13, Is.12. - P.4421 - 4426.

4. Азаматов Р.А. Восстановление деталей автомобилей КамАЗ / Р.А.Азаматов, В.Г.Дажин, А.Т.Кулаков, А.И.Модин. – Набережные Челны: КамАЗ, 2004. – 215 с.

5. Калимуллин Р.Ф. Разработка диагностического обеспечения подшипников коленчатых валов автомобильных двигателей//Вестник Иркутского государственного технического университета. 2012. № 5 (64). С. 101-108.

6. Макарова И. В. Диагностирование и оперативный контроль остаточного ресурса узлов и агрегатов автомобиля / И. В. Макарова, А. Т. Кулаков, Э. М. Мухаметдинов, Л. М. Габсалихова, А. В. Васильев // Транспорт: наука, техника, управление. 2018. № 2. С. 54–60.

7. Кулаков А.Т., Денисов А.С. Нестабильность зазоров в шатунных подшипниках из-за образования прогиба вкладышей // Вестник Саратовского гос. тех. ун-та. 2006. С. 83–91.

8. Денисов А.С., Кулаков А.Т., Гафиятуллин А.А. Оценка неразрывности потока масла к шатунным подшипникам двигателя // Проблемы транспорта и транспортного строительства. Сб. науч. тр.. Саратов, 2005. С. 72–76.

9. Денисов А.С. Снижение износа подшипников коленчатого вала автотракторных двигателей // Матер. IV междунар. науч.-техн. конф. Пенз. гос. ун-т архит. и строит. Пенза, 2006. С. 105–110.

10. Кулаков А.Т., Мухаметдинов Э.М., Гарипов Р.И., Габсалихова Л.М. Разработка встроенной системы диагностирования сцепления для повышения надежности автомобилей // Транспорт: наука, техника, управление. 2018. № 4. С. 54–59.

11. Aastha Yadav. Security, Vulnerability and Protection of Vehicular On-board Diagnostics. International Journal of Security and Its Applications, 2016, vol. 10, №. 4, pp. 405–422.

12. Fong B. A prognostics framework for reliability optimization of mass-produced vehicle onboard diagnostics system. 4th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE). IEEE, 2015, pp. 408–409.

13. Денисов А.С. Разработка алгоритма бортового диагностирования смазочной системы автомобильного двигателя / А.С. Денисов, А.Т. Кулаков, Д.И. Нуретдинов, З.А. Аюкин, Ф.Л. Назаров // Научно-технический вестник Поволжья. - 2020. - №3. - С. 113-116.

---

*Galiyev R.M., candidate of technical Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

*Nuretdinov D.I., candidate of technical Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

*Nazarov F.L., 4th year postgraduate student, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

### **RESEARCH OF RELIABILITY OF DIESEL ENGINES OF INTERNAL COMBUSTION OF A CARGO VEHICLE**

*Abstract: The article discusses the design and diagnostic parameters that determine the reliability of diesel internal combustion engines. The factors influencing the technical condition of the cylinder-piston group of the engine, the types and causes of failures are presented. Approaches to the diagnosis of modern diesel engines are proposed.*

*Key words: internal combustion engine, reliability, cylinder-piston group, diagnostics*

УДК 62-822

*Гусенцова Я.А., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пожарной безопасности Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск*

*Павленко А.Т., кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедры техносферной безопасности Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск*

*Максюк И.К., кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры техносферной безопасности Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск*

*Кравцова О.А., старший преподаватель кафедры техносферной безопасности Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск, rabotagz388@gmail.com*

## ДИНАМИКА ЛИНИЙ СВЯЗИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА

*Аннотация. В статье рассмотрены две простые системы, состоящие из: 1 - сервоклапаном с гидравлической линией, подключенной к его выходному каналу, и 2- сервоклапан с гидравлической линией связи, нагруженной на дроссель. Теоретические исследования и экспериментальные данные показывают, что, используя значение среднего коэффициента трения вместо распределенного значения для расчета динамических характеристик не приводит к существенной ошибке в случае гидравлических приводов.*

*Ключевые слова: сервоклапан, гидравлическая линия связи, коэффициент трения, динамические характеристики, ошибка расчета*

Работа в условиях экстремально высоких температур, выделения отравляющих веществ в результате воспламенения различных материалов, угроза прямой жизни пожарного в результате возможного возникновения взрыва при возгорании объектов, где хранятся или используются взрыво- и горючопасные вещества стала основой для поиска других способов тушения пожаров.

Одним из вариантов стало применение роботизированных комплексов и пожарных роботов, которые осуществляли бы дистанционно управляемое тушение огня, ликвидировали [пожары](#).

Для реализации необходимых движений робот оснащается приводами, предназначенными для преобразования подводимой энергии в энергию движения исполнительных звеньев манипуляционной системы и устройств передвижения. По виду энергоносителя различают привода: пневматический, гидравлический, электрический и их комбинации.

Гидравлический привод обладает рядом преимуществ по сравнению с перечисленными, среди которых:

1. Небольшие габариты и масса. Время разгона, благодаря меньшему моменту инерции вращающихся частей не превышает долей секунды в отличие от электродвигателей, у которых время разгона может составлять несколько секунд.

2. Бесступенчатое регулирование скорости движения выходного звена гидропередачи и обеспечение малых устойчивых скоростей. Минимальная угловая скорость вращения вала гидромотора может составлять 2...3 об/мин.

3. Большое быстродействие и наибольшая механическая и скоростная жесткость. Механическая жесткость - величина относительного позиционного изменения положения выходного звена под воздействием изменяющейся внешней нагрузки. Скоростная жесткость - относительное изменение скорости выходного звена при изменении приложенной к нему нагрузки.

4. Частое реверсирование движения выходного звена гидропередачи. Например, частота реверсирования вала гидромотора может быть доведена до 500, а штока поршня гидроцилиндра даже до 1000 реверсов в минуту. В этом отношении гидропривод уступает лишь пневматическим инструментам, у которых число реверсов может достигать 1500 реверсов в минуту.

5. Автоматическая защита гидросистем от вредного воздействия перегрузок благодаря наличию предохранительных клапанов.

6. Хорошие условия смазки трущихся деталей и элементов гидроаппаратов, что обеспечивает их надежность и долговечность. Так, например, при правильной эксплуатации насосов и гидромоторов срок их службы доведен в настоящее время до 5...10 тыс. ч работы под нагрузкой. Гидроаппаратура может не ремонтироваться в течение долгого времени (до 10...15 лет).



7. Простота преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное и возвратно-поворотные без применения каких-либо механических передач, подверженных износу. Говоря о преимуществах гидропривода, следует отметить простоту автоматизации работы гидрофицированных механизмов, возможность автоматического изменения их режимов работы по заданной программе.

Гидроприводу присущи и недостатки, которые ограничивают его применение. Основные из них: изменение вязкости применяемых жидкостей от температуры, что приводит к изменению рабочих характеристик гидропривода и создает дополнительные трудности при эксплуатации гидроприводов (особенно при отрицательных температурах); утечки жидкости из гидросистем, которые снижают КПД привода, вызывают неравномерность движения выходного звена гидропередачи, затрудняют достижение устойчивой скорости движения рабочего органа при малых скоростях; использование силиконовых масел для обеспечения пожаробезопасности, что важно при использовании приводов в пожарных работах.

Понятно, что область применения силиконовых масел не ограничивается гидравлическими приводами, она определяется совокупностью их физических и химических свойств.

Благодаря высокой текучести они хорошо проникают в узкие зазоры и эффективны при обслуживании цепных передач. Масла на основе силикона используются для восстановления эластичности и предотвращения старения резиновых уплотнений.

В нефтегазовой промышленности силиконовые жидкости применяются в качестве пеногасителей, а также рабочих средств для гидрокомпенсаторов приборов исследования скважин.

В автомобилях силиконовые масла устраняют скрипы, вытесняют влагу, защищают металлические детали от коррозии, предупреждают примерзание и высыхание резиновых уплотнителей

Отметим, что большинство этих недостатков устраняются соответствующими конструктивными решениями, или оптимизацией характеристик с использованием математического моделирования.

Гидравлические трубопроводы являются одним из неотъемлемых элементов гидравлического привода, поэтому их статические и динамические характеристики в ряде случаев существенно зависят от характеристик гидравлических линий. В установившихся режимах перепад давлений на участке трубопровода определяется в зависимости от режима течений жидкости, шероховатости, наличия местных гидравлических сопротивлений. Методика определения потерь давления хорошо отработана и апробирована практикой [1].

При исследовании динамических характеристик к учету гидравлического сопротивления при турбулентном режиме течения жидкости существуют два подхода. В первом из них принимаются усредненные значения коэффициента гидравлического трения. Этот подход получил распространение в гидромеханике в результате вероятностного усреднения гидродинамических величин. После усреднения коэффициент гидравлического трения (и коэффициенты местных гидравлических сопротивлений) принимают постоянными во времени.

Однако экспериментальные работы [2, 4] показали, что при ускорении и замедлении потока жидкости касательные напряжения и коэффициент гидравлического сопротивления отличаются от стационарного.

Поскольку единое представление характеристик нестационарного турбулентного потока еще не сформировано, что объясняется сложностью этих процессов, учет нестационарности выполняется введением дополнительных коэффициентов, зависящих от величины и характера ускорения [3, 5]. В представленной работе выполнена оценка погрешности, вносимой постоянным усредненным значением коэффициента трения в динамические характеристики трубопроводов силового гидравлического привода.

Основным методом исследования в представленной работе является математическое моделирование [5]. Гидравлическая линия представлена системой дифференциальных уравнений в частных производных (1).

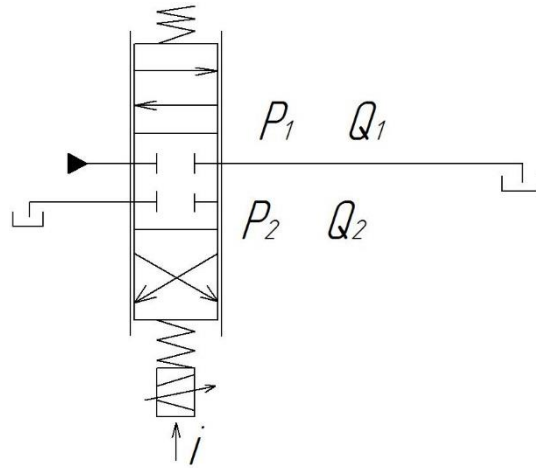


Рис.1. Схема гидравлической линии без нагрузки

$$\begin{cases} \frac{\delta^2 p}{\delta x^2} = ZYp, \\ \frac{\delta^2 Q}{\delta x^2} = ZYQ. \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} \delta P_2 \\ \delta Q_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cosh \Gamma l & -Z_C \sinh \Gamma l \\ \frac{-\sinh \Gamma l}{Z_C} & \cosh \Gamma l \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta P_1 \\ \delta Q_1 \end{bmatrix}. \quad (2)$$

В этих выражениях:

$l$  - длина линии;

$Z_C, Y$  - импеданс и проводимость единицы длины трубопровода;

$\Gamma = \sqrt{Z_C Y}$  - коэффициент усиления и сопротивление электрогидравлического усилителя (ЭГУ).

Частотная характеристика может быть получена из передаточной функции

$$\frac{\delta(P_1 - P_2)(s)}{2R_V k_i \delta i(s)} = \frac{\frac{Z_C}{R_V} \left[ \cosh \Gamma l + \frac{Z_C}{R_V} \sinh \Gamma l - 1 \right]}{\left[ \frac{2Z_C}{R_V} \cosh \Gamma l + \left( 1 + \frac{Z_C^2}{R_C^2} \right) \sinh \Gamma l \right]} \quad (3)$$

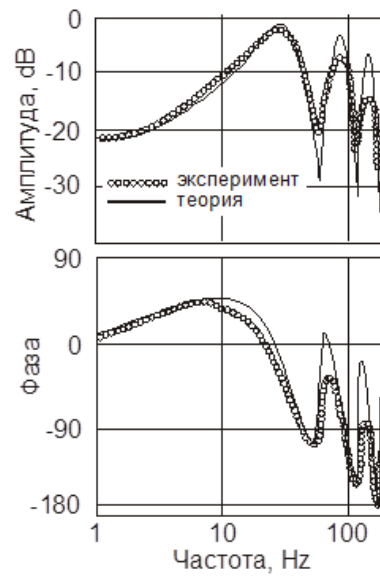


Рис. 2. Частотные характеристики гидравлической линии без нагрузки

Во второй схеме ЭГУ нагружен линией, на конце которой установлено активное гидравлическое сопротивление (рис. 3). В этом случае передаточная функция имеет вид (4)

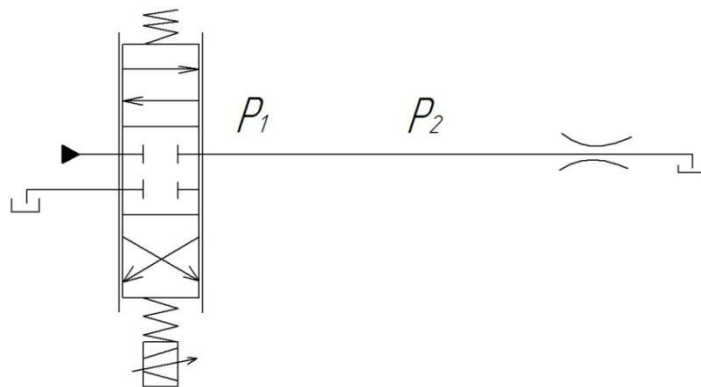


Рис. 3. Схема гидравлической линии при нагрузке на дроссель

$$\frac{P_2(S)}{P_1(S)} = \frac{1}{\cosh \tilde{A}l + \frac{Z_c}{R_L} \sinh \tilde{A}l}. \quad (4)$$

Сравнение результатов эксперимента и расчета приведено на рис. 4.



Рис 4. Частотные характеристики гидравлической линии, нагруженной на дроссель  
Передаточная функция (4) не учитывает динамику самого электрогидравлического усилителя. Если изучаются характеристики всей системы (с учетом ЭГУ) выражение необходимо умножить на передаточную функцию усилителя.

Экспериментальная проверка выполнена на экспериментальной установке кафедры «Гирогазодинамика» Луганского государственного университета им. В. Даля, содержащей ЭГУ MOOG-72-101, соединенного с трубопроводом диаметром 7 мм и длиной 22 мм.

Проведенные на математической модели динамических характеристик гидравлической линии расчеты и экспериментальные данные, приведенные в литературе, показали, что для трубопроводов силового гидравлического привода использование осредненного значения коэффициента гидравлического трения не приводит к существенным погрешностям при расчете их динамических характеристик в рабочем частотном диапазоне.

#### Список использованных источников

1. Гидравлика, гидравлические, пневматические машины и системы приводов / А.А. Коваленко, Я.А. Гусенцова, Н.Д. Андрийчук и [др.]. – Луганск: изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2017. - 582 с.
2. Лямбоси П. Вынужденные колебания несжимаемой вязкой жидкости в жесткой горизонтальной трубе. – В кн. Механика. М.: 1953, №3, С. 66 - 67.

3. Недопекин Ф.В. Основы механики сплошных сред / Ф.В. Недопекин, А.А. Коваленко, Я.А. Гусенцова, В.И. Соколов и [др.]. – Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2010. – 277 с.
4. Попов Д.Н. Нестационарные гидромеханические процессы / Д.Н. Попов. – М.: Машиностроение, 1982. – 240 с.
5. Watson. Fluid Power Systems. Modeling, Simulation, Analog and Microcomputer Control. Prentice Hall, New York 1985, pp. 244-283.

---

*Gusentsova Yana – Doctor of Technical Sciences, professor, Professor of the Department of Fire Safety Institute of Civil Protection of the Lugansk National University named after Vladimir Dahl.*

*Scientific interests: mathematical simulation of hydrodynamic processes in hydraulic drives for various purposes, modeling and calculation of ventilation systems for industrial plants and buildings, the regulation of processes of heat and mass exchange.*

*Pavlenko Alexander - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Technosphere Safety Institute of Civil Protection of the Lugansk State University named after Vladimir Dahl*

*Scientific interests: technosphere safety, fire safety, fire fighting equipment, hydraulic machines, automation.*

*Maksyuk Inna - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technosphere Safety Institute of Civil Protection of the Lugansk State University named after Vladimir Dahl*

*Scientific interests: ecology, technosphere safety, engineering protection of territories.*

*Kravtsova Olga, senior lecturer of the Department of Technosphere Safety Institute of Civil Protection of the Lugansk State University named after Vladimir Dahl*

*Scientific interests: ecology, technosphere safety, engineering protection of territories.*

### DYNAMICS OF HYDRAULIC DRIVE LINES

*Abstract. This paper deals with two simple systems consisting of: 1 – a servovalve with transmission lines connected to its output ports, and 2 – a servovalve with transmission lines which is terminated by an orifice. Theoretical investigations and experimental data show that using the value of average friction coefficient instead of its distributed meaning for calculation of dynamic characteristics does not produce essential error in case of hydraulic drives.*

*Keywords: servovalve, hydraulic transmission lines, friction coefficient, dynamic performance, error calculation*

УДК 629.114

*Илдарханов Р.Ф., доцент, кандидат технических наук, доцент,  
Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)  
федеральный университет»*

*Тухтаев Д.И., магистрант 2 курса, Набережночелнинский институт ФГАОУ  
ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

*Шайхутдинова М.Р., магистрант 2 курса, Набережночелнинский институт  
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

### АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ПОДВИЖНОМУ СОСТАВУ ДЛЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК

*Аннотация: для принятия рациональных решений в условиях конкуренции автотранспортные предприятия требуют эффективного менеджмента. Обоснованный и правильный выбор автотранспортных средств способствует успешному развитию международных перевозок. В статье рассмотрены исследования современных конструктивных требований к подвижному составу для выполнения перевозок в международном сообщении, отражены результаты анализа международных технических стандартов. Приведены нормативы для оценки габаритных параметров, процедура прохождения освидетельствования автотранспортных средств, даны рекомендации отечественным заводам-изготовителям для повышения конкурентоспособности выпускаемых автомобилей.*

*Ключевые слова: автотранспортное средство, габариты, международные перевозки, подвижной состав, технические требования.*

Обязательные требования к подвижному составу, выполняющих перевозки в международном сообщении, регламентированы специальными нормативными документами, которые ограничивают габаритные размеры транспортных средств, весовые параметры и характеристики вредного воздействия на окружающую среду [1, с.5]. Для выполнения международных перевозок необходимо соответствие международным требованиям. Соглашение о принятии единообразных условий официального утверждения и о взаимном признании официального утверждения предметов оборудования и частей механических транспортных средств [2, с.16]. Правила европейской

экономической комиссии Организации Объединенных наций (ЕЭК ООН) действуют для всех участников Соглашения [3, с. 15].

После становления Российской Федерации участником Европейской конференции министров транспорта (ЕКМТ), отечественные перевозчики стали получать многоразовые квоты для выполнения международных перевозок и оплачивали за проезд по автомагистралям по заниженной стоимости виньеток при соответствии транспортного средства экологическим требованиям [4, с. 18]. Нормативное содержание вредных веществ в отработавших газах автомобильных двигателей в соответствии с международными требованиями приведено в табл. 1.

Таблица 1

Ограничение токсичности отработавших газов дизельных двигателей  
(правило №49 ЕЭК ООН)

Стандарт и год внедрения	Уровень выбросов, г/кВт·ч			
	CO*	C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> *	NO <sub>x</sub> *	Твердые частицы
Евро-1 с 1992 г.	4,5	1,1	8,0	0,36
Евро-2 с 1996 г.	4,0	1,1	7,0	0,15
Евро-3 с 2000 г.	2,1	0,66	5,0	0,1
Евро-4 с 2005 г.	1,5	0,46	3,5	0,02
Евро-5 с 2008 г.	1,5	0,46	2,0	0,02
Евро-6 с 2015 г.	1,5	0,13	0,5	0,01

\* CO - оксид (окись) углерода, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> - углеводороды, NO<sub>x</sub> - оксиды (окислы) азота

На рис.1 представлены знаки соответствия автотранспортных средств экологическим нормам и требованиям безопасности.



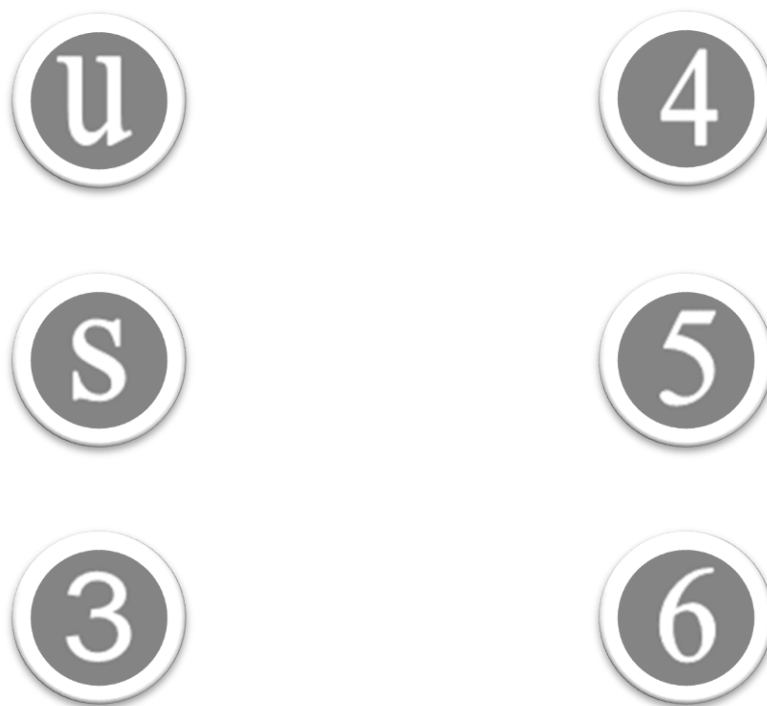


Рис. 1. Знаки соответствия автотранспортных средств экологическим нормам и требованиям безопасности

Для выполнения международных грузовых перевозок необходимо наличие комплекта документов, включающий бланк заводского сертификата соответствия требованиям к категории для моторного транспортного средства (рис.2), бланк заводского сертификата соответствия требованиям безопасности для полуприцепа (прицепа) (рис.3), сертификатов пригодности к эксплуатации для моторных транспортных средств и для прицепов (полуприцепов) (рис.4), выдаваемые ЗАО «Трансдекра». Таблички со знаками «U», «S», «З», «4», «5» и «6» крепятся спереди транспортного средства [5, с. 12].

Ограничения осевых нагрузок и предельные полные массы АТС в соответствии с требованиями директив ЕС приведены в табл. 2 и 3.

Ограничения на габаритные параметры, полные массы и допустимые осевые нагрузки в отдельных странах могут существенно отличаться от стандартов ЕС [6, с. 22]. Отдельные страны оставляют в силе национальные нормативы, чтобы не допустить снижения эффективности перевозок [7, с. 25].

CEMT/CM(2001)9/FINAL

№ сертификата А соответствия транспортного средства нормам "EURO3 safe": **RUS03597**

Сертификат соответствия техническим требованиям Резолюции CEMT/CM(2001)9/FINAL

Тип транспортного средства:	<b>FH12 4x2 T</b>
VIN транспортного средства:	<b>YV2A4CEA35B387043</b>
Тип/номер двигателя:	<b>D12D460 EM-EC01/458847</b>

Будучи производителем указанного здесь транспортного средства,

**VOLVO TRUCK CORPORATION, S-405 08, Gothenburg, Sweden**

Настоящим подтверждает, что данное транспортное средство идентично транспортному средству, которое на **25/09/2001** соответствовало требованиям Резолюции CEMT/CM(2001)9/FINAL и подтверждает, что приведенные ниже данные верны.

<b>Измерения в соответствии с Directive 80/1269/ЕЕС как дополнено Directive 1999/99/ЕЕС</b>	
Максимальная мощность двигателя, (кВт): <b>339</b>	При скорости двигателя (об/мин): <b>1800</b>

**ТРЕБОВАНИЯ ПО ШУМУ И ЭМИССИИ**

<b>Шум измерен в соответствии с Directive 70/157/ЕЕС, как дополнено Directive 1999/101/ЕЕС</b>		
Предельные значения (дБ(А)):	Мощность двигателя	Результаты измерения (дБ(А)):
78	≤ 150 кВт	
80	> 150 кВт	<b>79,9</b>

На: **25/09/2001**

В: **Hallered, Sweden**

Кем: **BELGISCH INSTITUUT VOOR VERKEERSVEILIGHEID, Naachtsesteenweg 1405, 1130 Brussel.**

Скорость приближения (км/час):	При передаче: <b>4L</b>
Шум сжатого воздуха (дБ(А)): <b>70,9</b>	
Ближний уровень шума (дБ(А)): <b>80</b>	При скорости двигателя (об/мин): <b>1425</b>

<b>Измерено в соответствии с: Annex 1 g KDV 1967</b>	
Шум тормозящего двигателя(дБ(А)) <b>76,8</b>	
Атмосферный шум (дБ(А)):	В точке измерения 2: <b>79,8</b> В точке измерения 6: <b>79,8</b>

<b>Измерено в соответствии с: Directive 88/77/ЕЕС, как дополнено Directive 1999/96/ЕЕС и в соответствии с ESC и ELR тестовыми циклами</b>		
Предельные значения	Вещество	Измеренные значения в соответствии с испытаниями двигателя
2,1(г/кВт*ч)	СО	<b>0,62 (г/кВт*ч)</b>
0,66(г/кВт*ч)	НС	<b>0,28 (г/кВт*ч)</b>
5,0(г/кВт*ч)	Нох	<b>4,80 (г/кВт*ч)</b>
0,10(г/кВт*ч)	Твердые частицы	<b>0,066(г/кВт*ч)</b>
0,8 (м <sup>-1</sup> )	Дымность	<b>0,38 (м<sup>-1</sup>)</b>

<b>Измерено в соответствии с Directive 88/77/ЕЕС, как дополнено Directive 1999/96/ЕЕС в соответствии с тестовым циклом ETC</b>		
Предельные значения (г/кВт*ч)	Вещество	Измеренные значения в соответствии с испытаниями двигателя (г/кВт*ч)
5,45	СО	
0,78	NM.NC	
1,6	CH <sub>4</sub>	
5,0	Нох	
0,16 (0,21)	Твердые частицы	

Place Gothenburg, Sweden

Date **18/05/2005**

Signature and stamp



Рис. 2. Образец бланка заводского сертификата соответствия требованиям к категории для магистрального тягача Volvo FH12

Nr. des Nachweises: D 3006198

Nachweis der Übereinstimmung eines Anhängers<sup>1</sup> mit den technischen Voraussetzungen für ein sicheres  
Kraftfahrzeug (supergrün, EURO3, ...) wie in CEMT-Resolution CEMT/CM (2001)9/FINAL festgelegt

Fahrzeugtyp und Marke: 3achs-Sattelanhänger, Pritschenaufbau, SCHMITZ

Fahrzeugidentifizierungsnummer (VIN): **WSM 0000000 3006198**

Die/ der<sup>2</sup>,

- jeweils zuständige Stelle im Zulassungsstaat<sup>3</sup>;
- **Fahrzeughersteller** oder der im Zulassungsstaat Bevollmächtigte des Herstellers,  
oder
- eine Kombination aus der jeweils zuständigen Stelle im Zulassungsstaat und dem  
Fahrzeughersteller oder dem im Zulassungsstaat Bevollmächtigten des Herstellers, wenn die  
gesamte Ausstattung nicht vom Fahrzeughersteller eingebaut wird<sup>4</sup>.

SCHMITZ Cargobull AG  
D-48341 ALTENBERGE

(Name(n) des Unternehmens und/oder der Behörde)

bestätigt hiermit, dass das genannte Fahrzeug mit dem Fahrzeug übereinstimmt, das am 11.2004  
den Bestimmungen der CEMT-Resolution CEMT/CM(2001)9/FINAL entsprochen hat, sowie die Richtigkeit  
der auf diesem Nachweis eingetragenen Daten.

Der Anhänger<sup>1</sup> ist mit folgenden Anlagen ausgestattet:

- Hinterer Unterfahrschutz gemäß UN-ECE Regelung Nr. 58/01 oder Richtlinie 70/221/EWG  
in der Fassung der Richtlinie 2000/8/EG.
- Seitliche Schutzvorrichtungen gemäß UN-ECE Regelung Nr. 73/00 oder Richtlinie  
89/297/EWG.
- Fahrtrichtungsanzeiger gemäß UN-ECE Regelung Nr. 6/01 oder Richtlinie  
76/759/EWG in der Fassung der Richtlinie 1999/15/EG.
- Hintere Warntafeln (rückstrahlend) für schwere und lange Fahrzeuge gemäß UN-ECE  
Regelung Nr. 70/01.
- Bremsanlagen inklusive Antiblockier Vorrichtung gemäß UN-ECE-Regelung Nr. 13/09  
oder Richtlinie 71/320/EWG in der Fassung der Richtlinie 98/12/EG.

Ort  
48341 Altenberge

Datum  
10.11.2004

Unterschrift und  
i.A. M. Dall'Anghinella Technische Vertrieb  
48341 Altenberge



- 1 Einschließlich Sattelanhänger.
- 2 Unzutreffendes streichen.
- 3 Für jene Länder, in denen die Vertreter des Herstellers nicht bevollmächtigt sind.
- 4 In diesem Fall füllt der erste Unterzeichnete die linke Spalte und der zweite Unterzeichnete die rechte Spalte aus.

Рис. 3. Образец бланка заводского сертификата соответствия требованиям  
безопасности для полуприцепа Schmitz

№ сертификата пригодности к эксплуатации: **RUS 01.6185**

Сертификат пригодности к эксплуатации согласно условиям Директивы 96/96/ЕС, с поправками Директивы 1999/52/ЕС, для выполнения Резолюции СЕМТ/СМ (2005)9/FINAL

Регистрационный номер:	<b>АН 4874 16</b>
Номер сертификата соответствия:	<b>D 3083281</b>
Тип транспортного средства, модель <sup>1</sup> :	<b>Schmitz</b>
Идентификационный номер (VIN):	<b>WSM0000003083281</b>
Тип и номер двигателя <sup>2</sup> :	

**ЗАО «ТРАНСДЕКРА» / «TRANSDEKRA» AG<sup>3</sup>**  
125480, Москва, Россия, ул. Героев Панфиловцев, д.24

будучи органом или образованием, созданным в государстве регистрации в целях выполнения, Соглашения ЕЭК ООН 1997 года, или Объединенной Резолюции ЕЭК ООН R.E.1 (TRANS/SC.1/294/Rev.5), дополненной в 2001 году (TRANS/WP.1/2001/25) или Директивы 96/96/ЕС

настоящим подтверждает, что вышеупомянутое транспортное средство соответствует требованиям указанных выше документов, включая обязательную проверку следующих устройств и систем:

- Тормозные системы (включая антиблокировочную систему тормозов, совместимую с прицепом и наоборот)
- Рулевое колесо<sup>2</sup> и рулевые устройства
- Обзорность
- Лампы, отражатели и электрооборудование
- Оси, колеса, шины и подвеска (включая глубину рисунка протектора шины)
- Шасси, крепление шасси (включая задние и боковые защитные устройства)
- Другое оборудование, включая:
  - Предупреждающий красный треугольник<sup>2</sup>
  - Тахограф (наличие и отметка о проверке)<sup>2</sup>
  - Устройство ограничения скорости<sup>2</sup>
- Дымность<sup>2</sup> - значение коэффициента поглощения: м<sup>-1</sup>

г. Москва

07.04.2008

Место

Дата

 А.В. Орлов  
подпись и печать

Замечание: Следующую проверку на техническую пригодность к эксплуатации необходимо пройти до <sup>4</sup> 07.04.2009



<sup>1</sup> Тип, модель прицепа, если это прицеп

<sup>2</sup> Не заполняется для прицепа

<sup>3</sup> [Название и адрес компании]

<sup>4</sup> Не позднее 12 месяцев с даты проверки

Рис. 4. Образец бланка сертификата пригодности к эксплуатации полуприцепа Schmitz, выданный ЗАО «Трансдекра»

Таблица 2. Директивные ограничения ЕС для автотранспорта по полной массе

Конструктивная схема	Полная масса, т
Грузовые автомобили:	
- двухосный автомобиль	18
- трехосный автомобиль	25 26*
- четырехосный автомобиль	30 32*
Транспортные средства, образующие часть комбинированного транспортного средства:	
- двухосный прицеп	18
- трехосный прицеп	24
Комбинированные транспортные средства:	
Седельные автопоезда:	
- двухосный тягач с двухосным полуприцепом, расстояние между осями полуприцепа от 1,3 м, но менее 1,8 м	36
- двухосный тягач с двухосным полуприцепом, при расстоянии между осями полуприцепа, превышающем 1,8 м	38*
- двухосный тягач с трехосным полуприцепом	40
- трехосный тягач с двухосным полуприцепом	40
- трехосный тягач с трехосным полуприцепом (при перевозке контейнеров стандарта ISO)	40 (44)
Прицепные автопоезда:	
- двухосный грузовой автомобиль с двухосным прицепом	36
- двухосный грузовой автомобиль с трехосным прицепом	40
- трехосный грузовой автомобиль с двухосным прицепом	40
- трехосный грузовой автомобиль с трехосным прицепом	40

\*При наличии двойных шин и пневмоподвески

Транспортная комиссия Европейского Сообщества предъявляет следующие ограничения на габариты грузовых АТС:

- высота не более 4 м;

- ширина не более 2,55 м (2,6 м для рефрижераторов и подвижного состава с изотермическими кузовами);
- длина для одиночного автотранспортного средства не более 12 м, для тягача с полуприцепом – 16,5 м, для автопоезда с прицепом – 18,75 м, с двумя прицепами 25,9;
- минимальный дорожный просвет должен быть не менее 160 мм и не менее 190 мм, если расстояние между осями прицепа составляет более 11,5 м;
- автопоезд с полуприцепом, общая длина которого превышает 15,5 м, должен обладать способностью выполнять разворот внутри концентрических окружностей радиусом 12,5 и 5,3 м (кроме автотранспортных средств, перевозящих автомобили).

Таблица 3 Директивные ограничения ЕС для автотранспорта по осевой нагрузке

Тип, количество и расположение осей	Осевая нагрузка, т
Одиночная:	
- ведомая	10
- ведущая	11,5
Двухосная тележка прицепов или полуприцепов при расстоянии между осями:	
- менее 1 м	11
- от 1 м, но менее 1,3 м	16
- от 1,3 м, но менее 1,8 м	18
- равном или более 1,8 м	20
Трехосная тележка прицепов или полуприцепов при расстояниях между осями:	
- менее 1,3 м	21
- от 1,3 м, но менее 1,4 м	24
Двухосная ведущая тележка грузового автомобиля или автобуса, при расстоянии между осями:	
- менее 1 м	11,5
- от 1 м, но менее 1,3 м	16
- от 1,3 м, но менее 1,8 м	18 (19)*

\*Данные для двойных шин и пневмоподвески

Учитывая современные требования необходимо разрабатывать и проектировать перспективные автотранспортные средства для международных автомобильных перевозок. Российским заводам-изготовителям для обеспечения конкурентоспособности рекомендуется ориентироваться на совершенствование динамики технико-экономических показателей автомобилей ведущих зарубежных фирм. Рынок международных автомобильных перевозок успешно развивается и только за последний год отечественные автоперевозчики приобрели около 3 тысяч иностранных автопоездов. Возросшие требования потребителей заставляет производителей работать с ориентацией на будущее, с опережением конкурентов.

#### **Список использованных источников**

1. АСМАП [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.asmap.ru>. (дата обращения: 15.06.2021)
2. Горев А.Э. Грузовые перевозки: учебник. – М.: Академия, 2013. – 304 с.
3. Горяев Н.К. Основы международных грузовых автомобильных перевозок: учеб. пособие. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 86 с.
4. Илдарханов Р.Ф. Организация международных автомобильных перевозок: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Р.Ф. Илдарханов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2020. – 133с.
5. Илдарханов Р.Ф. Методика выбора подвижного состава. – Маврикий: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2020. – 151 с.
6. Коновалова Т.В.. Введение в экономику дорожного движения: учеб. пособие / Т.В. Коновалова, М.А. Науменко. – Краснодар: Изд. КубГТУ, 2011. – 154 с.
7. Курганов В.М. Международные перевозки: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В.М. Курганов, Л.Б. Миротин; под ред. Л.Б. Миротина. – М.: Академия, 2011. – 304с.

---

*Ildarkhanov R.F., associate Professor, candidate of technical Sciences, associate Professor, Naberezhnye Chelny Institute of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Kazan (Volga Region) Federal University".*

*Tukhtaev D.I., 2st year undergraduate, Naberezhnye Chelny Institute of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Kazan (Volga Region) Federal University".*

*Shaikhutdinova M.R., 2st year undergraduate, Naberezhnye Chelny Institute of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Kazan (Volga Region) Federal University".*

## ROLLING STOCK REQUIREMENTS ANALYSIS FOR INTERNATIONAL ROAD TRANSPORTATION

*Abstract: in order to make competent decisions in a competitive environment, road transport companies require effective management. A reasonable and correct choice of vehicles contributes to the successful development of international transportation. The article examines the research of modern design requirements for rolling stock for international transportation, reflects the results of the analysis of international technical standards. The standards for the assessment of overall parameters, the procedure for passing the inspection of motor vehicles are given, recommendations are given to domestic manufacturers to increase the competitiveness of manufactured cars.*

*Key words: vehicle, dimensions, international transportation, rolling stock, technical requirements.*

УДК 378.096; 355.588.2.

*Коноваленко В.Н., старший преподаватель, Институт гражданской защиты ГОУ ВО ЛНР «Луганский национальный университет имени Владимира Даля».*

*Коноваленко А.А., старший преподаватель, Институт гражданской защиты ГОУ ВО ЛНР «Луганский национальный университет имени Владимира Даля».*

*Орешкин М.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт гражданской защиты ГОУ ВО ЛНР «Луганский национальный университет имени Владимира Даля».*

## РИСК-МЕНЕДЖМЕНТ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО АЛЬПИНИЗМА И ПРОВЕДЕНИЯ СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ВЫСОТНЫХ ГРАЖДАНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

*Аннотация: современная система управления безопасностью подразумевает переход от приоритета реагирования на происшествия (действиям*



постфактум) к приоритету превентивного управления рисками возникновения нежелательного события. Проведённый анализ статистических данных о несчастных случаях, связанных с пребыванием на высоте, подтверждает необходимость формирования у профессионалов, задействованных для выполнения производственных либо служебных задач в высотной сфере, риск-ориентированного мышления. Наличие у промышленных альпинистов и спасателей устойчивых навыков риск-менеджмента позволяет высокоэффективно и с минимальным риском для жизни, здоровья и имущества проводить как работы, так и аварийно-спасательные мероприятия на фоне влияния психотравмирующих факторов, неблагоприятных погодных условий, деструктивного влияния стрессогенов, свойственных техногенным авариям и масштабным катастрофам. В статье рассмотрены риски, свойственные методу канатного доступа, как наиболее сложному в техническом и организационном аспекте методу выполнения работ на высоте, и показана необходимость подготовки высококлассных профессионалов, готовых обеспечить безопасность персонала и иных лиц при выполнении подобных работ.

*Ключевые слова: безопасность, обучение, подготовка, канатный доступ, промышленный альпинизм, риск-менеджмент, травматизм, несчастный случай, работа на высоте.*

Одной из сфер профессиональной деятельности человека, традиционно подверженной высоким рискам для жизни и здоровья непосредственных исполнителей работ, является выполнение различного рода задач на высотных гражданских и промышленных объектах. Отдельное направление работ в высотном сегменте экономики получило название «промышленный альпинизм». Одноименная специальность зафиксирована в Общероссийском классификаторе профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов ОК 016-94 под кодом 17412[1].

Термин «промышленный альпинизм» (промальпинизм, промальп, англ. *gore access* — «канатный доступ») трактуют как специальную технологию выполнения работ на высоте с использованием альпинистских методов доступа к месту работ и обеспечения страховки. Промышленный альпинизм востребован в тех случаях, когда использование платформенных устройств нецелесообразно по экономическим причинам или сопряжено с трудностями в реализации технических решений по доступу к месту проведения работ [2]. Существенное преимущество работ, выполняемых методом канатного доступа, заключается в выгодном соотношении общего количества человеко-часов и той степени риска, которая характерной для выполнения конкретной технической задачи. Такое соотношение всегда меньше при сравнении с

другими способами доступа и сопутствующими им рисками и затратами, а экономический эффект от ведения работ методом промышленного альпинизма высок.

Сопутствующий вышеуказанной деятельности способ проведения аварийно-спасательных работ в международной практике получил название «gore rescue, англ.» и буквально трактуется как спасение с помощью веревок (канатов). Для специалистов-спасателей, работающих в этом направлении, характерно выполнение работ на высотных объектах гражданского и промышленного назначения либо в условиях дикой природы (каньоны пещеры, горно-лесистая местность). Несмотря на значительное совпадение технических и тактических приемов, методов и концепций управления рисками, наборы профессионально-значимых знаний и умений для урбанизированной и природной среды зачастую разнятся и не всегда могут быть безоговорочно взаимозаменяемыми. Широкий спектр решаемых спасателями задач по обеспечению безопасности, проведению поисково-спасательных и эвакуационно-транспортных работ требует от профессионалов владения расширенным арсеналом навыков риск-менеджмента.

Однако, степень риска при работах методом промышленного альпинизма традиционно остается предельно высокой. Так, по данным Отдела профилактики и экспертизы страховых случаев центрального аппарата Фонда социального страхования от несчастных случаев Луганской Народной Республики, в 2019 году наибольшее количество пострадавших – 75 человек, получили травмы в результате падения пострадавшего (из них в 4 НС зарегистрирован летальный исход).

Столь неутешительная статистика прямо указывает на необходимость в разработке комплекса мер, направленных на обеспечение безопасности персонала, задействованного на высотных работах. В оценке специфических рисков, свойственных промышленному альпинизму, и последующем определении направлений и практических решений для риск-менеджмента целесообразно учитывать статистические данные, отражающие наиболее характерные причины возникновения аварийных ситуаций при работах в зоне канатного доступа.

Ситуацию с производственным травматизмом в Российской Федерации за 2020 год демонстрирует приведенная ниже таблица 1:

Таблица 1.

Травматизм по видам происшествий на основе данных Федеральной службы по труду и занятости за 2020 год

Вид происшествия	Число случаев по видам происшествия																					
1.Транспортные происшествия, всего 2.Падение пострадавшего с высоты 3. Падение на ровной поверхности, лежащей в одном уровне 4. Падения, обрушения, обвалы инструмента, иных предметов, материалов, грунтов и т.д. 5.Воздействие движущихся механизмов, разлетающихся, вращающихся предметов, деталей, частей машин	<table border="1"> <tr><td>118</td><td>284</td><td>144</td></tr> <tr><td>789</td><td></td><td>183</td></tr> <tr><td>367</td><td></td><td>34</td></tr> <tr><td>26</td><td>343</td><td>125</td></tr> <tr><td>844</td><td></td><td>231</td></tr> </table>	118	284	144	789		183	367		34	26	343	125	844		231						
118	284	144																				
789		183																				
367		34																				
26	343	125																				
844		231																				
6. Попадание инородного предмета в тело человека 7. Физические перегрузки и перенапряжения 8. Поражения в следствие воздействия электрического тока 9. Воздействие излучений (ионизирующих и неионизирующих) 10. Влияние на организм экстремальных температур и других природных факторов	<table border="1"> <tr><td>64</td><td></td><td>10</td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>9</td><td>55</td><td>83</td></tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>43</td><td>4</td></tr> </table>	64		10	2		1	9	55	83	1			7	43	4						
64		10																				
2		1																				
9	55	83																				
1																						
7	43	4																				
11. Воздействие дыма, огня и пламени 12. Воздействие вредных веществ 13. Повреждения, полученные в результате контакта с растениями, животными, насекомыми и др. 14. Утопление и погружение в воду 15. Повреждения, полученные в результате противоправных действий других лиц 16. Повреждения при чрезвычайных ситуациях природного, техногенного и иного характера 17. Воздействие других неклассифицированных травмирующих факторов	<table border="1"> <tr><td>28</td><td>54</td><td>31</td></tr> <tr><td>13</td><td></td><td>15</td></tr> <tr><td>1</td><td>25</td><td>8</td></tr> <tr><td>1</td><td>31</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>122</td><td>12</td></tr> <tr><td>7</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>5</td><td>56</td><td>31</td></tr> </table>	28	54	31	13		15	1	25	8	1	31		9	122	12	7	4	5	5	56	31
28	54	31																				
13		15																				
1	25	8																				
1	31																					
9	122	12																				
7	4	5																				
5	56	31																				
Условные обозначения:	○ групповые    ○ тяжёлые    ○ смертельные																					

Процессный подход, который включает цикл «Планируй – Делай – Проверь – Действуй» (PDCA), и отражает риск-ориентированное мышление, закреплён на государственном уровне, входит в Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 9001-2015, который идентичен международному стандарту ISO 9001:2015 "Quality management systems - Requirements", IDT.

Кардинальным шагом, направленным на снижение риска в высотном сегменте, явилось введение в правовое поле Российской Федерации Правил по охране труда при работе на высоте (приказ от 16 ноября 2020 г. N 782н Министерства труда и социальной защиты РФ) [4].

Существенно, что, согласно п. 4 вышеуказанных Правил [3]: «...работодатель, исходя из специфики своей деятельности и характеристик объекта, обязан в рамках процедуры управления профессиональными рисками... провести оценку профессиональных рисков, связанных с возможным падением работника с высоты [4]».

Подобный нормативно-правовой акт действует и на территории Луганской Народной Республики. Им выступают Правила безопасности при выполнении работ на высоте. (Приказ Государственной службы горного надзора и промышленной безопасности Луганской Народной Республики от 09.02.2021 № 90). Зарегистрирован в Министерстве юстиции Луганской Народной Республики 19.03.2021 г. за № 144/3805.

Однако, снижение различных рисков многие десятилетия остается актуальной задачей для организаторов и исполнителей работ на высоте. Разработке и внедрению в практику высотных работ основных положений риск-менеджмента, в том числе – психологической подготовке к действиям в экстремальных условиях, в разное время успешно занимались многие отечественные и зарубежные специалисты. Исследованию общих проблем подготовки специалистов для работы в условиях экстремальных ситуаций посвящены научные исследования по проблемам адаптации и поведения личности в экстремальных условиях (П.К.Анохин, Ю.А.Александровский, Ю.В.Байковский, Ф.Е. Василюк, В.В.Еклахов, Ц.П.Короленко, В.И.Лебедев, В.А.Моляко, М.М.Решетников, Г.Селье, Б.М.Теплов, С.К.Шойгу, и др.), организации безопасной жизнедеятельности и здорового образа жизни (В.В.Абрамов, И.Ю.Алексашина, В.А.Алексеев, Л.П.Макарова), безопасной активности человека в различных жизненных ситуациях (Ю.Л.Воробьев, Л.А.Михайлов, В.П.Соломин, В.И. Юртушкин и др.).

Важные методические рекомендации о наиболее оптимальных с точки зрения сложившейся практики базовых техниках обеспечения безопасности, современной тактике проведения спасательных мероприятий, реализации концепции риск-менеджмента в вертикальном пространстве, тактико-технических характеристиках снаряжения, теоретически и эмпирически обоснованных безопасных технических

приёмах обеспечения перемещения персонала и работы спасателей, о методах оказания первой помощи пострадавшим, о выживании в условиях катастрофы, организации спасения содержатся в учебных пособиях Ф.А.Кропфа, М.И.Фалеева, Г.Н.Кириллова, В.И.Сычёва, В.О.Капканщикова, А.Ю.Виноградова, С.М.Кудинова, С.А.Ножевого, А.Ф.Неживого, А.В.Курсакова, Д.А.Курсакова, Л.Г.Одинцова, Г.С.Ястребова, А.И.Мартынова, В.С.Кузнецова, Н.П.Чикер. Так, исчерпующий анализ организации станций страховки, применяемых для осуществления канатного доступа, поведен в серии статей Владимира Грошикова. Специфика практики применения полиспастных систем при проведении спасательных мероприятий, подтвержденная лабораторными исследованиями, нашла отражение в работах Федора Фарберова. Ряд уникальных статей, посвященных адаптации международного опыта высотного доступа к реалиям русскоязычного пространства и сопутствующего этой области профессиональной деятельности риск-менеджмента подготовлен Владом Еремеевым.

Отметим, что международный опыт работы по подготовке персонала и методам управления рисками, накопленный за многие десятилетия ведущими практиками и экспертами, заслуживает пристального внимания: например, методы и техники, предложенные IRATA (Профессиональная ассоциация промышленного веревочного доступа). Разработанный её специалистами основной регулирующий документ - International Code Of Practice (ICOP, Международный свод правил), сейчас, в 2021 году, считается самым безопасным способом работ с верёвочным доступом.

Это подтверждается статистикой: так, в 2020 году на без малого 23 миллиона рабочих часов IRATA пришлось всего 3 несчастных случая с серьёзными травмами. Среди них лишь один окончился гибелью пострадавшего. Это самый низкий показатель травматизма среди аналогичных видов работ в Европе, Северной Америке и Океании.

Приведенные далее статистические данные предоставлены Владиславом Борисовичем Еремеевым (независимый эксперт в области промышленного альпинизма, преподаватель IRATA L3.). В ходе проведенного г-ном Еремеевым исследования анализу был подвергнут 331 инцидент, произошедший в сфере промышленного альпинизма. Результаты анализа позволяют выделить наиболее рискоопасные векторы, свойственные работе с веревочным доступом.

В рассмотренных происшествиях 45% несчастных случаев с тяжелыми или фатальными последствиями были связаны с ошибками навешивании веревок и

организации стационарных точек закрепления. При этом в 11,5% имело место перерезание веревки острой кромкой инженерных конструкций либо архитектурных деталей. В этой же группе аварий 11% несчастных случаев связаны с неправильной организацией страховочной системы (с последующими ударами о поверхность сооружения или элементы конструкции при зависании на страховке; обрезание страховочной веревки острой кромкой при маятнике на ней после обрезания основной веревки и тому подобные ситуации). Почти в 10% несчастных случаев одной из причин было отсутствие узла на конце веревки, недостающей до земли или до поверхности соответствующей площадки. В 5,7% несчастные случаи вызваны попыткой спуска рабочего по незакрепленной веревке.

Чуть более 25% несчастных случаев связаны с нахождением исполнителя без страховки в опасной зоне или его намеренной работой без применения какой-либо системы страховки. Количество случаев, окончившихся по этой причине летальным исходом, составляет 15% от общего числа НС.

В 11,5% произошедших аварий пострадавший к моменту происшествия находился в состоянии стресса, физического или психоэмоционального переутомления. В исследованных авариях упоминаются «горящие сроки сдачи работ, выполняемых на объекте», «выполнение более чем одного заказа на работы в течении одного дня», «организационные проблемы, возникшие на обслуживаемом объекте», «окончание рабочего дня». Интересно, что довольно часто фигурирующий фактор «хроническое недосыпание» чаще становится роковым для руководителей, ответственных за работы на объекте, а не для рядовых исполнителей. Указанная причина выявлена не менее, чем в 7 аварийных ситуациях, и в 20 несчастных случаях.

В 8,6% несчастные случаи связаны с несрабатыванием примененного устройства самостраховки или с его некорректной работой. В более чем 7% случаев от общего числа аварий отмечено падение сверху камня или иного предмета, в т.ч. - инструмента. Шесть человек из рассматриваемой группы погибло.

Проведение дополнительного контроля, который был бы осуществлен супервайзером (на постсоветском пространстве это промышленные альпинисты 2 и 3 группы) или осуществление тщательного жесткого взаимоконтроля могло бы предотвратить не менее чем 40% случаев с тяжелыми либо фатальными последствиями. Такой контроль включает проверку правильности навески веревочных систем; проверку личного снаряжения и СИЗ; контроль выхода

работника с рабочей площадки в безопасное пространство для начала работ с применением веревочной техники, наличия и содержания предупреждающих и предписывающих плакатов (знаков); контроль за изменениями внешних условий (климатических, техногенных и прочих риск-образующих факторов) и ситуации во время работ в целом [5]. Так, трагическим примером отсутствия должного контроля со стороны организаторов работ на фоне низкой компетенции исполнителей эксперты считают аварию на Восточном фасаде 170-ти метровой Esentai Tower в городе Алматы, где летом 2009 года погибли в один день четверо промышленных альпинистов. Супервайзером не были учтены погодные условия и не был проверен способ крепления веревок, на которых работали исполнители. В результате допущенных тактических ошибок при организации веревочного доступа, порывами ветра рабочих разбило о стены и светопрозрачные элементы здания во время выполнения аварийного спуска вдоль фасада. Наиболее крупные группы несчастных случаев приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Наиболее крупные группы несчастных случаев

<b>№</b>	<b>Несчастные случаи, произошедшие по единственной причине</b>	<b>Несчастные случаи, к которым привела цепочка событий</b>
<b>1</b>	нахождение без страховки	работа либо спуск на одной веревке
<b>2</b>	падение, сброс камня или предмета	<b>Сопутствующие факторы</b>
<b>3</b>	падение с лестницы, туры, либо вместе с ней	перерезание веревки острой кромкой
<b>4</b>	взрыв паров, газов, пыли в ёмкости	отсутствие узла на конце веревки, не достающей до земли
<b>5</b>	отравление газами, парами при работе в ёмкости (бункер и т.п.)	попытка спуска по незакрепленной веревке
<b>6</b>	поражение электрическим током или молнией	некорректная работа самостраховочного либо спускового устройства
<b>7</b>	падение автовышки	потеря контроля при спуске (потеря веревки контролирующей рукой)
		разрушение навески третьими лицами
		разрушение единственной точки закрепления системы веревочного доступа

Таким образом, подавляющее большинство инцидентов связано с отсутствием необходимой компетенции работающих, т.е. с плохим уровнем их обучения.

Не менее важным является крайне низкий уровень культуры организации работ в рассматриваемом сегменте, а именно – отсутствие навыков профессиональной оценки рисков, проведения предварительного планирования работ, осуществления

поточного контроля или проведение такового отрывочно, в т.ч. лицами, обладающими недостаточной профессиональной компетенцией.

Для последующего внедрения в практику высотных работ предлагается следующий алгоритм управления выявленными рисками [6]:

- 1 уровень: полное устранение выявленной опасности, вызывающей конкретный риск;
- 2 уровень: замена процесса на менее опасный, с последующей оценкой риска как вновь выбранного способа ведения работ, так и отклоненного процесса;
- 3 уровень: контроль существующего неизбежного риска;
- 4 уровень: разработка безопасных методов работы, которые должны быть отражены в соответствующих технологических картах и планах производства работ;
- 5 уровень: поэтапное плановое обучение сотрудников, целевые инструктажи, информирование о реальном состоянии рабочей среды, материальная и нематериальная мотивация сотрудников.

Эффективным инструментом профилактики рисков, в высотном сегменте является применение классической матрицы рисков, которая используется для определения уровня риска путем рассмотрения категории вероятности или вероятности в сопоставлении с категорией тяжести последствий и содержит минимум 3 уровня значений тяжести последствий и 3 уровня значений вероятности наступления неблагоприятного события. Количество уровней не является константой и определяется руководством организации либо аварийно-спасательного формирования исходя из возможностей и потребностей организации. Пример матрицы риска представляет собой таблица 3.

Таблица 3 Матрица оценки рисков

Вероятность вреда	Тяжесть последствий		
	Легкая (умеренная)	Средняя	Особая тяжесть высокая)
Маловероятно	Низкий риск (1)	Низкий риск (1)	Средний риск (2)
Вероятно	Низкий риск (1)	Средний риск (2)	Высокий (3)
Весьма вероятно	Средний риск (2)	Высокий (3)	Высокий (3)

Существенное снижение уровня рисков и реализация принципов «нулевой концепции», т.е. стремления к абсолютному недопущению несчастных случаев, может быть обеспечено применением положений, отраженных в стандартах



Международной организации по стандартизации (ISO). Среди них - ISO 31000:2018. Российскими аналогами выступают ГОСТ Р ИСО 31000-2019 «Менеджмент риска. Принципы и руководство», ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска», ГОСТ Р 51897-2011 «Менеджмент риска. Термины и определения». Промышленный альпинизм, как и любой другой метод высотных работ, должен рассматриваться как система, в которой планированию, управлению, компетентности и соответствующему снаряжению уделяется одинаковое внимание.

Среди инструментов, призванных упростить процедуру риск-менеджмента, внимание высотников заслуживает разработка специального модуля учета и контроля рисков RAOMS, автором которого является В.Б. Еремеев. Модуль Rope Access Online Management System – динамично развивающаяся онлайн система по управлению компанией, которая занимается верёвочным доступом [7].

## **Выводы**

При обучении персонала приоритетными позициями для успешного проведения риск-менеджмента исполнителями, работодателями, лицами, ответственным за проведение работ и педагогами учебных центров, осуществляющих подготовку по направлениям, связанным с веревочным доступом, являются:

1. Планирование работ, включая квалифицированное проведения оценки рисков, составление исчерпывающего Плана производства работ, который предусматривал бы действия в аварийных ситуациях.
2. Грамотное определение границ опасной зоны и обязательное использование страховки при любых действиях в пределах таковой.
3. Правильность и безопасность организации системы веревочного доступа с учетом заявленных производителем значений SWL, WLL, PL, MBS для всех видов СИЗ и рекомендаций по условиям его применения.
4. Безусловность приоритета применения дублирующих системы защиты. Защита веревок с применением различных способов протектирования близь опасных кромок и использования отклоняющих элементов, позволяющих избежать контакта с потенциально опасными поверхностями, прогнозирование поведения страховочной системы при аварийных ситуациях.

5. Необходимость нахождения работников в адекватном выполняемой задаче психофизиологическом состоянии.
6. Обязательность жесткого мониторинга (внешнего или взаимного) любых действий работников на всех стадиях проведения работ.
7. Проведение целевых инструктажей, отражающих особенности конкретного технического задания и специфику того объекта, на котором в каждом конкретном случае ведутся работы.
8. Использование персонала, обладающего достаточным для работы в обозначенных техническим заданием условиях уровнем компетенции, которая подтверждена соответствующими документами.
9. Профилактика тяжести последствий аварий в высотном сегменте строительства путем внедрения в практику высотных работ алгоритма управления рисками.

#### **Список использованных источников**

1. ОКПДТР 2018. Действующая редакция (с изменениями 1-7 и поправками на 2018 г.) Общероссийского классификатора профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов ОК 016-94. Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://classinform.ru/okpdtr/professii-rabochih/kod-17412-promyshlennyi\\_alpinist.html](https://classinform.ru/okpdtr/professii-rabochih/kod-17412-promyshlennyi_alpinist.html) (дата обращения 20.01.2022).
2. Мартынов А. И. Промальп. Промышленный альпинизм. — М.: ТВТ Дивизион, 2006. — стр.116 — (Школа альпинизма). — 5000 экз. — ISBN 5-98724-008-5 «Альпинизм промышленный (промышленный альпинизм, промальпинизм, промальп)».
3. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 22.11.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 30.11.2021).
4. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. Приказ от 16 ноября 2020 года N 782н «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте». Интернет-ресурс: <https://docs.cntd.ru/document/573114692>.

5. Еремеев, В.Б. Несчастные случаи в промышленном альпинизме и верхолазных работах: систематизация и анализ причин. / В.Б. Еремеев // Механизация строительства.— 2015.— №10.— С. 46-50.— URL: <https://rucont.ru/efd/529115> (дата обращения: 25.01.2022).
  6. В.А. Анкудинова, В.С. Кузнецов, Е.В. Бачурина. Методические рекомендации по выявлению (идентификации) рисков при работе на высоте. Управление рисками. Объединение РаЭл, Москва, 2017.- стр.113.
  7. RAOMS. Влад Еремеев, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.safework4you.com/p/raoms.html> (дата обращения 20.01.2022).
- 

*Konovalenko V.N., Senior lecturer, Institute of Civil Protection Vladimir Dahl Luhansk State University, Lugansk*

*Konovalenko A. A., Senior lecturer, Institute of Civil Protection Vladimir Dahl Luhansk State University, Lugansk*

*Oreshkin M. V., doctor of agricultural sciences, professor, Institute of Civil Protection Vladimir Dahl Luhansk State University, Lugansk..*

#### **RISK MANAGEMENT IN THE FIELD OF INDUSTRIAL MOUNTAINEERING AND RESCUE OPERATIONS AT HIGH-ALTITUDE CIVIL AND INDUSTRIAL FACILITIES**

*Abstract: the modern safety management system implies a transition from the priority of responding to incidents (actions after the fact) to the priority of preventive risk management of the occurrence of an undesirable event. The analysis of statistical data on accidents associated with staying at altitude confirms the need for the formation of risk-oriented thinking among professionals involved in performing production or service tasks in the high-altitude sphere. The presence of stable risk management skills among industrial climbers and rescuers allows highly effective and with minimal risk to life, health and property to carry out both work and emergency rescue measures against the background of the influence of traumatic factors, adverse weather conditions, the destructive influence of stressogens inherent in man-made accidents and large-scale disasters. The article considers the risks inherent in the rope access method as the most technically and organizationally complex method of performing work at height, and shows the need to train highly qualified professionals who are ready to ensure the safety of personnel and other persons when performing such work.*

*Keywords: safety, education, training, rope access, industrial mountaineering, risk management, injury, accident, work at height.*

УДК 502.58; 504.5.06; 504.54; 550.3; 550.394.4

*Кравцова О.А., старший преподаватель кафедры техносферной безопасности Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск*

## ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДОНБАССА

*Аннотация. В статье рассмотрены проблемы природно-техногенной безопасности Донбасса. Обозначены цели государственной политики в области снижения рисков и смягчения последствий чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, а также мероприятия, которые помогут восстановить баланс и гармонию между человеком и природой.*

*Ключевые слова: природно-техногенная безопасность, экологическая катастрофа, горно-промышленные предприятия*

За последнее время ежегодно регистрируется десятки чрезвычайных ситуаций техногенного характера, в результате которых страдают и погибают люди.

Экологическая обстановка в ДНР и ЛНР продолжает ухудшаться. Взрыв или пожар на Авдеевском коксохимическом заводе, а также на заводе «Заря» в Рубежном могут привести ко второму Чернобылю. На заводе находится 6 тысяч тонн аммиака и два хранилища с хлором. В случае чрезвычайного происшествия в зону поражения попадёт 287 тысяч человек. Зона поражения может расшириться при различном направлении ветра [1].

Ситуация на ТЭС в городе Счастье, которая находится под контролем Украины, тоже вызывает беспокойство. Станция питает все химически небезопасные объекты в районе [2].

В ДНР опасность представляет Авдеевский коксохимический завод. Любой пожар или взрыв на территории коксохима может привести к техногенной катастрофе. Площадь заражения, в случае выливания бензола в Авдеевке, может составить более тысячи квадратных километров. А если токсичные вещества попадут в реку Кривой Торец, то будет заражена река Северский Донец, которая

питает водой почти весь Донбасс и может обернуться экологической катастрофой [1].

Основными проблемами природно-техногенной безопасности ЛДНР:

- несовершенство национальной и законодательной базы в этой сфере;
- отсутствие целостной системы государственного управления сохранностью;
- слабое выполнение контрольных функций со стороны государства с соблюдением техногенной безопасности;
- отсутствие адекватной системы государственных, региональных, местных и объектовых резервов;
- недостаточные объемы выполнения предупредительных мер по предотвращению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и минимизации возможных негативных последствий таких ситуаций;
- отсутствие действенной системы обучения и аттестации специалистов по природно-техногенной безопасности.

Главной целью государственной политики в области снижения рисков и смягчения последствий чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера должно стать обеспечение гарантированного уровня безопасности личности, общества и окружающей среды в пределах показателей принятого риска, критерии (нормативы) которых устанавливаются для соответствующего периода социально-экономического развития страны на основе мирового опыта.

При этом основными целями должны быть:

- сосредоточение основных усилий на прогнозировании и предупреждении чрезвычайных ситуаций;
- обеспечение высокой готовности органов управления и сил оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации;
- создание системы формирования ведомственных и региональных резервов материально-технических ресурсов в случае возникновения чрезвычайной ситуации;

- реальная защита населения и территорий от влияния негативных факторов техногенного и природного характера путем принятия мер по их предотвращению

Для этого необходимо принять комплексные меры государственной политики, направленные на:

- эффективную реализацию политики в сфере защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, предотвращения и оперативного реагирования на них: обеспечить уточнение прогнозных данных по рискам возникновения чрезвычайных ситуаций, паспортов потенциально опасных объектов и территорий;

- -создание развитой системы предоставления первичной медико-санитарной помощи населению при возникновении чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера; проводить подготовку населения к действиям во время чрезвычайных ситуаций;

- создание новой идеологии противодействия катастрофам и чрезвычайным ситуациям, которые должны найти свое воплощение в единой государственной целевой программе ее реализации;

- подготовку методики прогнозирования и оценки радиационной обстановки в условиях радиационных аварий на атомных реакторах и компьютерных моделей сценариев возникновения развития радиационно-ядерных аварий разных степеней сложности;

- осуществление мониторинга, координации и обеспечения реализации комплексных целевых программ защиты населения и территорий;

Также рассмотрим природно-техногенную безопасность горнодобывающих комплексов.

Природные изменения рельефа и рельефообразующих отложений являются предпосылками возникновения экологических и природоохранных проблем. Характерные черты современного горного производства с точки зрения экологии: разработка сырья в таких масштабах и темпах, что ставится под угрозу существования человека (рост выработанных пространств, проседание

поверхности, изъятие земель под отвалы, нарушение гидрологического режима грунтовых и подземных вод, их минерализация сверх допустимого содержания и др.).

Конечно, горные предприятия имеют ряд положительных сторон: рост механизации и автоматизации работ, производительность труда, снижение удельных капитальных вложений и себестоимость добычи. Но может оказаться, что чрезмерная концентрация производства приведет к такому нарушению экологического состояния и загрязнению окружающей природной среды, что негативные последствия будут невозможно не только предотвратить, но и предвидеть.

В последние десятилетия перед многими странами, остро встала проблема экологического равновесия в системе человек – окружающая среда. Одним из важных факторов внешней среды является геологическая среда – минеральная основа биосферы, основной поставщик энергетических ресурсов.

В результате трансформации природно-техногенных (горнодобывающих, горноперерабатывающих) и других систем, их ликвидации и послеликвидационный период возникает ряд проблем, связанных с экологическим состоянием геологической среды. Поэтому актуально обоснование и создание нового направления в науке - геологической экологии.

Все полезные ископаемые находятся под землей. И чтобы извлечь их из нее нужно применять ряд различных машин и механизмов, которые не всегда положительно влияют на природу. Да и сама технология добычи не всегда совершенна, что приводит к негативным последствиям.

В настоящее время все больше развитых стран внедряют новые технологии при добыче, но это не спасает природу от загрязнения. При добыче твердых полезных ископаемых есть свои минусы. Каменные угли и горючие сланцы добывают открытым и шахтным способами. Но оба имеют негативные последствия. Наиболее опасный – шахтный. Во многих месторождениях уголь находится на больших глубинах, поэтому и копать нужно глубже, а это приводит к большой просадке земли.

Просадка земли приводит к повреждению и разрушению сооружений, расположенных на поверхности. Кроме того, меняется геохимическое поле данной территории, загрязняются почвы, образуются техногенные ландшафты, загрязняются почвенные, подземные, поверхностные воды, воздух. В результате чего может заболеть много людей и детей. Также у шахт образуются терриконы – насыпи из пустой породы (не содержащей полезных ископаемых), которые могут достигать огромных размеров.

Породы, из которых состоят терриконы, обладают способностью к самовоспламенению, поскольку содержат в стволах много углистого вещества. Температура горячей породы достигает 1200°C, в результате чего образуются новые минералы, и в случае проникновения дождевых вод случаются взрывы. И до того воздушный бассейн в зонах шахт загрязнен пылью, вентиляционными газами.

Чтобы предотвратить это и уменьшить влияние этих факторов на природу, нужно осваивать альтернативные виды энергии (ветра, солнца, приливов и отливов, геотермальную), которые смогут снизить потребность в органическом топливе, поскольку основная часть горючих полезных ископаемых идет для сжигания, и тем самым, снизить выбросы ядовитых газов, приводящие к парниковому эффекту и кислотным дождям. На действующих станциях котельных следует поставить ультрасовременные системы очистки и фильтрации дыма после сжигания. Вредные продукты переработки – научиться их нейтрализовать и перерабатывать. Улучшить условия транспортировки этих ископаемых. Восстанавливать ландшафты на месте добычи топливных и простых ископаемых.

Все эти мероприятия помогут восстановить баланс и гармонию между человеком и природой. Природа не будет отвечать человеку всякими стихийными бедствиями, землетрясениями, наводнениями, а он в свою очередь будет рационально использовать природные ресурсы.

Никакая деятельность, являющаяся результатом добычи и использования топливных ископаемых, не проходит без негативных последствий. И чтобы их не



допускать и предотвращать, нужно: осваивать новые экологически безопасные способы добывания, переработки, альтернативные источники энергии и новые методы нейтрализации вредных веществ после сжигания.

### Список использованных источников

1. Техногенные опасности Донбасса. [Электронный ресурс] сайт - <https://www.gorlovka-news.su/novosti/novosti-dnr/1757-tekhnogennye-opasnosti-donbassa> (Дата обращения 10.10 2021г.)
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» Утвержден: 13.05.2003 Госгортехнадзор России.
3. Астафьева, О. Е. Экологические основы природопользования : учебник для СПО / О. Е. Астафьева, А. А. Авраменко, А. В. Питрюк. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 354 с.
4. Саранчук В.И. Борьба с горением породных отвалов./В.И. Саранчук.- К.:Наукова думка, 1978.-167с.

---

*Kravtsova Olga, senior lecturer of the Department of Technosphere Safety Institute of Civil Protection of the Lugansk State University named after Vladimir Dahl*  
*Scientific interests: ecology, technosphere safety, engineering protection of territories.*

### MAIN PROBLEMS OF NATURAL AND MAN-MADE SECURITY OF DONBASS

*Abstract. The article deals with the problems of natural and technogenic safety of Donbass. The goals of the state policy in the field of risk reduction and mitigation of the consequences of man-made and natural emergencies, as well as measures that will help restore balance and harmony between man and nature, are outlined.*

*Key words: natural and technogenic safety, ecological catastrophe, mining enterprises*

УДК 629.331

*Макарова И.В., доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

*Мавляутдинова Г.Р., старший преподаватель, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

## РАЗВИТИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА КАК АВТОМОБИЛЬНОГО ТОПЛИВА В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

*Аннотация: В статье рассмотрены и проанализированы основные факторы, которые, по мнению авторов, являются ключевыми для обеспечения эффективного роста в Республике Татарстан использования природного газа в качестве перспективного вида альтернативного топлива на автотранспорте.*

*Ключевые слова: компримированный природный газ, газомоторное топливо, газозаправочная инфраструктура; автомобильные газонаполнительные компрессорные станции.*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Увеличение численности мирового автомобильного парка и, как следствие, рост объемов потребления бензина и дизельного топлива на автомобильном транспорте оказывают все более негативное воздействие на окружающую среду и на здоровье человека. В различных странах мира большое внимание уделяется внедрению на автотранспорте альтернативных видов топлива вместо бензина и дизельного топлива. Для России наиболее перспективным видом альтернативного топлива для автотранспорта рассматривается газомоторное топливо на основе природного газа. [1]

Развитие отрасли газомоторного топлива (ГМТ) является государственной задачей и реализуется по поручению Президента России В.В. Путина.

Переход на компримированный (КПГ) или сжиженный природный газ (СПГ) вместо бензина и дизельного топлива является эффективным способом снижения загрязнения воздуха выхлопными газами автомобильного транспорта. КПГ и СПГ могут стать идеальным вариантом перехода к более устойчивой и менее углеродоемкой мобильности в будущем.

Использование КПГ в качестве моторного топлива на автомобильном транспорте позволяет более рационально использовать изменяющуюся в настоящее время инфраструктуру топливно-энергетического комплекса России.

Для объективной оценки уровня развития рынка газомоторного топлива на территории субъектов Российской Федерации компанией «Газпром газомоторное топливо» подготовлено первое издание «Рейтинг регионов России по уровню развития рынка газомоторного топлива». Согласно этому изданию, Республика Татарстан заняла второе место в рейтинге регионов по следующим показателям:

1. Объем потребления ГМТ в 2020 году=53,9 млн. м<sup>3</sup>.
2. Количество автомобилей на метане=10948 шт.
3. Количество газозаправочных станций=28 шт.
4. Динамика потребления за 2020 год=3,7 млн. м<sup>3</sup>.
5. Годовой объем продаж на одну станцию=1,9 млн. м<sup>3</sup>. [2]

В топ-5 регионов, помимо Ростовской области, вошли Республика Татарстан, Ставропольский край, Краснодарский край, Нижегородская область.

Татарстан стал первым регионом в России, разработавшим и применившим механизм субсидирования переоборудования транспортных средств на ГМТ. Этот опыт лег в основу федеральной государственной программы, которая действует с 2020 года. Кроме того, в Татарстане ведется работа по формированию рынка сжиженного природного газа, используемого в качестве моторного топлива. [3]

Основная причина активного развития рынка ГМТ в Республике Татарстан – это достаточное количество объектов-потребителей ГМТ в розничной сети.

Однако, следует иметь в виду, что транспорт на ГМТ станет популярнее лишь при наличии развитой инфраструктуры и заправок. При этом важно не только количество заправок, но и их расположение. Особенность газомоторной техники заключается в том, что она требует более частых дозаправок, что, в свою очередь, требует более плотного кольца газовых заправок, в силу чего развитие

инфраструктуры предусматривает расширение сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС). [4]

Рост парка газомоторной техники невозможен без совершенствования не только системы обеспечения газовым топливом, но и сервиса такой техники. Если прирост парка стимулирует развитие автосервиса, то неконтролируемый прирост усугубляет его проблемы. Необходимо регулирование прироста парка в пределах прироста инфраструктуры.

В качестве потенциальных владельцев транспорта на альтернативном топливе, авторы [5] выделяют следующие группы:

1. города и школы (школьные автобусы; полицейские управления и отделы пожарной охраны;
2. общественный транспорт);
3. компании по прокату автомобилей;
4. федеральные и государственные агентства;
5. коммерческие юридические лица;
6. фирмы грузоперевозки;
7. почта и службы доставки.

Актуальность такого выбора авторы мотивируют тем, что согласно статистическим данным воздействие на окружающую среду крупных парков выше, чем личных транспортных средств из-за большого ежегодного пробега. Пробег личного автомобиля составляет в среднем 12 тыс. миль/год, тогда как средний пробег автомобилей перечисленных автопарков составляет 23 тыс. миль/год. Кроме того, в парке значительна доля новых автомобилей, поскольку их обновление происходит чаще, чем у индивидуальных владельцев, поэтому их проще перевести на альтернативное топливо.

Поскольку, в силу большого ежегодного пробега воздействие на окружающую среду крупных парков выше, чем личных транспортных средств, именно для них актуально внедрения новых инновационных решений в части совершенствования экологичности. Таким сегментом для модернизации являются парки грузовой автотехники и общественного транспорта,

эксплуатирующихся в городах (коммунальная техника, развозные автомобили, городские автобусы и маршрутные такси). [6]

Автор работы [7] так же отмечает, что переход на ГМТ актуален для пассажирского транспорта и коммунальной техники, т.к. период их окупаемости напрямую зависит от пробега.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГАЗОМОТОРНОГО РЫНКА В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН**

В июне 2013 года между Республикой Татарстан, ОАО «Газпром» и ООО «Газпром газомоторное топливо» было подписано трехстороннее соглашение по развитию рынка ГМТ. Кроме того, была принята республиканская программа («Развитие рынка газомоторного топлива в Республике Татарстан на 2013-2023 годы», утверждённая постановлением Кабинета Министров Республики Татарстан от 26.04.2013 №283) в этой сфере на период 2013–2023 годов. Сформирована межведомственная рабочая группа, разрабатываются планы по синхронизации закупок техники, строительству и реконструкции заправок. В марте 2017 года постановлением Кабинета Министров Республики Татарстан от 21.03.2017 №164 в Программу было внесено изменение, определяющее в качестве Государственного заказчика Государственной программы Министерство промышленности и торговли Республики Татарстан.

Задачей Государственной программы является модернизация материально-технической базы парка автомобильного транспорта и создание условий для приоритетного использования автотранспортными средствами в качестве газомоторного топлива КПГ [8].

Объем реализации в Татарстане компримированного природного газа за период ее действия должен был составить 2,6 млрд. м<sup>3</sup>. Количество приобретенных транспортных средств на ГМТ должно было достичь 15 тыс. единиц. Намечалось строительство и ввод в эксплуатацию 60 АГНКС, создание 1500 новых рабочих мест. Кроме того, эта программа должна была дать ощутимый экологический эффект (рис. 1).

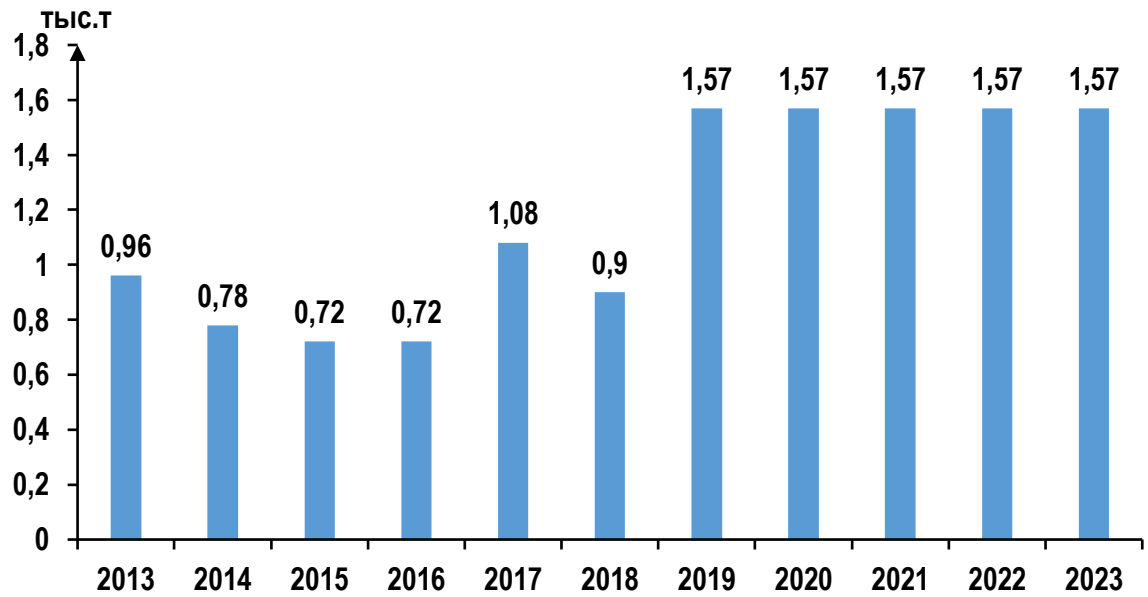


Рис. 1. Снижение выбросов автотранспортными средствами вредных веществ

Объем реализации компримированного природного газа в Республике Татарстан на АГНКС за 2012 – 2021 годы представлен ниже на рис. 2.

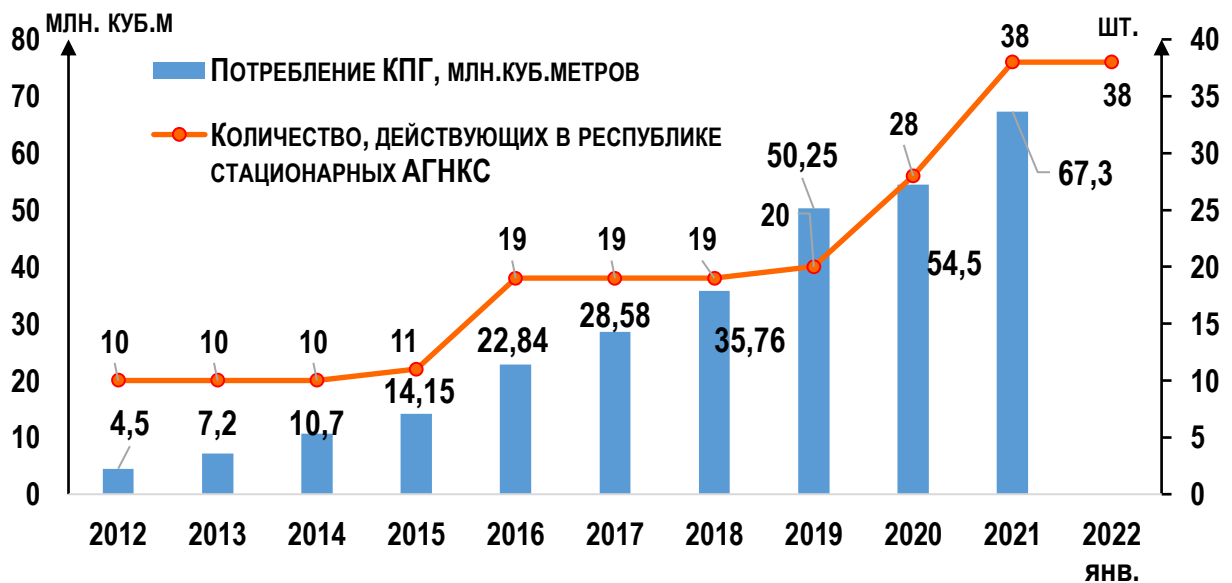


Рис. 2. Объем реализации на АГНКС РТ компримированного природного газа

На сегодняшний день в РТ введены в эксплуатацию 38 автогазонаполнительных станций, которые обеспечивают газовым топливом около 11 тыс. единиц техники. Проектная производительность созданной в республике сети составляет более 300 млн куб. метров в год.

В конце 2021 года были введены в эксплуатацию одновременно 10 АГНКС. Это уникальный факт в масштабах России. В 2022 году планируется расширить сеть еще минимум на 10 заправок сжатого газа.

По сообщениям генерального директора компании Газпром Соина Т.И., в 2022 и следующем году компания планирует вложить почти 1 млрд. рублей в расширение сети в республике. Компания «Газпром газомоторное топливо» построила в Татарстане уже 25 АГНКС.



Рис. 2. Карта АГНКС Республики Татарстан [9]

Реализация КПП в 2021 году на 42 % превысила уровень 2017 года, что больше на 38 млн. куб. метров. Фактический процент загрузки АГНКС вырос с 19 процентов в 2017 году до 27 процентов в 2019 году. Данные приведены в табл. 1.

По оценкам аналитиков, созданная в Татарстане инфраструктура, уже покрывает 90% потребностей в газомоторном топливе.

Несмотря на это, стоит отметить, что без должной государственной поддержки развитие рынка ГМТ невозможно.

В силу экологической и социальной привлекательности ГМТ, органы государственной власти во многих странах внедряют инструменты поддержки его рынка. Так, мировые лидеры отрасли Китай и Италия, а также Австрия, Болгария, Турция, Чехия, Сингапур широко применяют практику снижения или отмены

транспортного налога для владельцев ТС, использующих метан как в сжиженном, так и в компримированном виде [10].

Таблица 1 Объёмы реализации КПП по годам

№ п/п	Наименование	АГНКС		
		2017	2018	2019
1.	Реализация газа на заправку автомобилей, млн. м <sup>3</sup>	28,6	35,09	50,25
2.	Суммарное проектное количество заправок в год, шт.	5540282	5247669	6958176
3.	Фактическое количество заправок в год, шт.	1069274	1311917	1878708
4.	Резерв по количеству заправок в год, шт.	4471007	3935752	5079469
5.	Суммарное проектное количество заправок в сутки, шт.	15 179	14 377	19 063
6.	Фактическое количество заправок в сутки, шт.	2929,519	3594,294	5147,144
7.	Резерв по количеству заправок в сутки, шт.	12 249	10 783	13 916
8.	% загрузки АГНКС	19,3	25	27

Так, для привлечения в сферу ГМТ инвестиций не только из средств госбюджета, но и от частных инвесторов, власти Республики предлагали следующие меры поддержки:

1. Низкие ставки по налогу на имущество в отношении транспортных средств на ГМТ и оборудования для производства, испытания и обслуживания газобаллонного оборудования.

2. Введение пониженных ставок для налогоплательщиков, применяющих упрощенную систему налогообложения и эксплуатирующих автотехнику на ГМТ.

3. Введение льготной арендной платы за земельные участки для газозаправочных станций и предприятий, эксплуатирующих технику на ГМТ.

В ходе проведения круглого стола «Развитие рынка газомоторного топлива в Республике Татарстан» (22 апреля 2021 года), исполнительным директором национальной газомоторной ассоциации Зининым В.Л. были озвучены механизмы поддержки участников рынка и инструменты привлечения частных инвестиций в развитие рынка газомоторного топлива, которые включают:

1. Снижение барьеров для входа на рынок (уровень инвестиций).
2. Расширение предложений привлекательных условий для инвесторов.
3. Внедрение технологий домашних метановых заправок как одного из инструментов ускоренного развития рынка в условиях нехватки заправочной инфраструктуры.



4. В обстановке недостаточности заправочной инфраструктуры на ранних этапах развития рынка ГМТ обеспечение внедрения мер по развитию малой газомоторной инфраструктуры — мини/микро АГНКС для потребителей - юридических лиц и автомобильных газонаполнительных компрессорных установок (АГНКУ) для физических лиц в частных домовладениях [11].

## **ВЫВОДЫ**

Потенциал для расширения доли использования природного газа в качестве автотоплива в Республике Татарстан достаточно велик. Для содействия развитию рынка природного газа в Республике Татарстан в качестве ГМТ, важно продолжить строительство газозаправочных станций, разработать благоприятную ценовую политику на природный газ. В качестве позитивного момента можно отметить, что в РФ была сформирована развитая нормативная база по поддержке внедрения ГМТ. Она включает в себя налоговое стимулирование и ряд других инструментов, которые способствуют развитию рынка ГМТ. Однако, следует учитывать, что на данный момент рынок ГМТ в Республике без долгосрочной государственной поддержки будет развиваться медленными темпами.

## **Список использованных источников**

1. Синельников А.А. Использование природного газа в качестве альтернативного вида топлива на автотранспорте: анализ ключевых факторов развития / А.А. Синельников, А.А. Дмитриев // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2018. - №4. – С. 38-52. [DOI 10.30713/1999-6942-2018-4-38-52](https://doi.org/10.30713/1999-6942-2018-4-38-52)
2. Рейтинг регионов [Электронный ресурс]. - URL: <https://gmt.gazprom.ru/about/rejting-regionov/> (дата обращения: 27.01.2022)
3. Татарстан признан одним из лидеров в РФ по уровню развития рынка газомоторного топлива [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.tatar-inform.ru/news/tatarstan-priznan-odnim-iz-liderov-v-rf-po-urovnyu-razvitiya-rynka-gazomotornogo-topлива-5833778> (дата обращения: 27.01.2022)
4. Макарова И.В. Перспективы и риски перевода автомобильного транспорта на газомоторное топливо / И.В. Макарова, Р.Г. Хабибуллин, Л.М. Габсалихова, И.И. Валиев. // Фундаментальные исследования. – 2013. - №10, часть 6, С. 1209-1214.

5. Alicia A. Reich. Transportation Efficiency // Strategic Planning for Energy and the Environment. - 2012. - Volume 32, Issue 2. P. 32-43.
6. Макарова И.В. Гибридные автобусы - решение экологической проблемы городов / И.В. Макарова, Р.Г. Хабибуллин, Л.М. Габсалихова, Э.М. Мухаметдинов // Фундаментальные исследования. – 2014. - №11, часть 1, С. 28-32.
7. Вельниковский, А.А. Методика обоснования региональной инфраструктуры автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (на примере Санкт – Петербурга): дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Анатолий Анатольевич Вельниковский – Санкт-Петербург, 2019. – 216 с.
8. Отчет Счетной палаты Республики Татарстан о результатах аудита эффективности использования государственных средств, выделенных на развитие рынка газомоторного топлива в 2013-2017 годы. [Электронный ресурс]. - URL: [www.sprt.tatar/files/Otchet\\_gazmotor\\_2017.pdf](http://www.sprt.tatar/files/Otchet_gazmotor_2017.pdf) (дата обращения: 27.01.2022)
9. Карта АГНКС Республики Татарстан [Электронный ресурс]. - URL: <http://map.thinkgroup.ru/> (дата обращения: 27.01 2022)
10. LinweiMa. The development of natural gas as an automotive fuel in China / LinweiMa, JiaGeng, WeqiLi, PeiLiu, ZhengLi // Energy Policy, Volume 62, November 2013, Pages 531-539 <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.06.066>
11. Круглый стол «Развитие рынка газомоторного топлива в Республике Татарстан» [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.youtube.com/watch?v=n1YUDe8Nq6s&t=13283s> (дата обращения: 27.01 2022)

---

*Makarova I.V., Doctor of Sciences (Tech.), professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

*Mavlyautdinova G.R., senior lecturer, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

#### DEVELOPMENT OF NATURAL GAS AS A VEHICLE FUEL IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN: PROBLEMS AND PROSPECTS

*Abstract: The article will consider and analyze the main factors that, according to the authors, are key to ensuring the effective development of the use of natural gas in the Republic of Tatarstan as a promising type of alternative fuel for motor vehicles.*

*Key words: compressed natural gas, natural gas motor fuel, gas filling infrastructure; automobile gas-filling compressor stations.*

УДК 004.33

*Насыров И.Н., профессор, доктор экономических наук, доцент,  
Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)  
федеральный университет»*

*Насыров И.И., доцент, кандидат технических наук, Набережночелнинский  
институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

*Насыров Р.И., старший преподаватель, Набережночелнинский институт  
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

## ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В DATA-ЦЕНТРАХ

*Аннотация: Экспоненциальное увеличение объема генерируемых в мире данных обуславливает необходимость расширения существующих и появления новых распределенных и централизованных (data-центров) систем хранения информации. При этом из-за постоянной замены вышедших из строя накопителей информации на новые, с улучшенными характеристиками, их состав с течением времени в этих системах неизбежно становится гетерогенным. Кроме этого разные производители вкладывают неодинаковый смысл в параметры надежности накопителей, хотя и имеющие одинаковые наименования. В связи с этим является актуальным решение проблемы неоднозначности и неполноты значений параметров надежности гетерогенных наборов накопителей информации в data-центрах. Научная новизна исследований заключается в разработке эффективных способов для выявления и устранения всех реальных ошибок в значениях параметров надежности, отличающихся учетом их неоднозначности и изменчивости во времени, что позволяет повысить качество данных и сформулировать модели данных для гетерогенных наборов накопителей информации в data-центрах.*

*Ключевые слова: жесткий диск, накопитель, информация, надежность, параметр, эффективность, data-центр.*

### **Введение**

Расширение существующих и появление новых распределенных и централизованных (data-центров) систем хранения информации обусловлено экспоненциальным увеличением объема генерируемых данных. При этом из-за постоянной замены вышедших из строя накопителей информации на новые, с улучшенными характеристиками, их состав с течением времени неизбежно

становится гетерогенным. Кроме этого разные производители вкладывают неодинаковый смысл в SMART-параметры (self-monitoring, analysis and reporting technology – технология самоконтроля, анализа и отчетности) надежности накопителей, хотя и имеющие одинаковые названия. Более того, даже у одних и тех же производителей разные марки накопителей имеют как различный набор самих параметров, так и различное смысловое содержание этих параметров. В связи с этим возникает проблема неоднозначности и неполноты значений параметров надежности гетерогенных наборов накопителей информации в data-центрах, на решение которой направлено данное исследование.

В соответствии с общемировой тенденцией повсеместного роста числа систем хранения информации, в разных регионах нашей страны также разворачивается сеть data-центров. Они будут и уже используются как для собственных нужд различных отраслей народного хозяйства России, так и для внешних коммерческих заказчиков. В частности, создается data-центр в городе Иннополис (Республика Татарстан) как референтный прототип среднеразмерного data-центра регионального масштаба для внутренних и зарубежных проектов. Планируется обкатанную здесь технологию тиражировать на проекты в ряде стран, откуда уже поступили заявки. Исходя из этого актуальность исследования проблемы неоднозначности и неполноты значений параметров надежности гетерогенных наборов накопителей информации в data-центрах весьма высока. Научная значимость решения этой проблемы состоит в появлении научного фундамента для разработки метода оценки и прогнозирования надежности накопителей информации как наиболее ответственной части указанной критической информационной инфраструктуры.

### **Предлагаемые подходы и методы исследования**

Конкретными задачами в рамках обозначенной проблемы являются:

- 1) выявление разницы в структуре параметров надежности накопителей информации, собранных в различные временные периоды;
- 2) приведение параметров надежности накопителей информации к

одинаковой структуре и интеграция данных в единую базу;

3) анализ параметров надежности накопителей информации на неполноту и ошибочность значений;

4) повышение качества данных за счет устранения выявленных ошибок в значениях параметров;

5) анализ неоднозначности параметров надежности вследствие гетерогенности накопителей информации;

6) формулирование моделей данных для гетерогенных наборов накопителей информации.

Значительный масштаб задач определяется средними (региональными) и крупными (страновыми) размерами рассматриваемых data-центров. Комплексность каждой из задач заключается в необходимости разработки и использования сразу нескольких способов анализа параметров и вариантов моделей данных.

Для решения указанных задач предлагается использовать следующие методы: кластеризации, группировки, структуризации.

Информационной базой исследования являются опубликованные в открытом доступе ежедневные записи SMART-данных более чем 100 тысяч накопителей информации data-центров одной из крупнейших в мире компаний Backblaze (<https://www.backblaze.com/b2/hard-drive-test-data.html>) за период с 01.04.2013 по 31.12.2021, обеспечивающих хранение свыше одного зеттабайта ( $10^{21}$  в 21 степени байт) собираемых со всей планеты сведений. Использование исследователями по всему миру одной и той же базы данных позволяет адекватно сравнивать полученные ими выводы, что является несомненным достоинством с точки зрения доказательства научной новизны, практической применимости и глобальности результатов исследования в условиях цифровой экономики.

Основным инструментом для загрузки, обработки и анализа больших данных, моделирования, оформления и выдачи результатов исследования в числовой и графической форме является лицензионная версия матричной

лаборатории MATLAB.

## **Результаты исследования**

Идея записывать SMART-параметры для анализа их значений пришла к разработчикам и эксплуатантам data-центров не сразу. Поэтому в первые годы функционирования таких систем хранения данных регулярность записи и набор записываемых параметров были низкие. Затем по мере использования сохраненных значений в целях оценки и прогнозирования надежности накопителей информации на жестких дисках (HDD - hard disk drive) запись стали вести ежедневно. Количество записываемых параметров также с течением времени увеличивалось. Поэтому в первую очередь необходимо принять во внимание указанную разницу в структуре параметров надежности накопителей информации, собранных в различные временные периоды. В таблице приведены конкретные даты добавления и номера добавленных параметров. Соответствие наименований параметров и их номеров есть в Википедии ([https://en.wikipedia.org/wiki/S.M.A.R.T.#ATA\\_S.M.A.R.T.\\_attributes](https://en.wikipedia.org/wiki/S.M.A.R.T.#ATA_S.M.A.R.T._attributes)).

Таблица. Динамика изменения структуры параметров

Дата добавления	Всего параметров	Номера добавленных параметры
10.04.2013	40	1-5, 7-13, 15, 183, 184, 187-201, 223, 225, 240-242, 250-252, 254, 255
01.01.2015	45	22, 220, 222, 224, 226
01.01.2018	50	177, 179, 181, 182, 235
01.04.2018	52	23, 24
01.10.2018	62	16, 17, 168, 170, 173, 174, 218, 231-233
01.10.2019	63	18
01.10.2020	72	175, 180, 202, 206, 210, 234, 245, 247, 248
01.07.2021	82	160, 161, 163-167, 169, 176, 178
01.10.2021	87	171, 172, 230, 244, 246

Выяснилось, что количество данных оказалось очень большим, всего 287 145 360 строк, в связи с чем их пришлось группировать в отдельные файлы приемлемого размера от 3,5 до 4,5 миллионов строк. Для приведения параметров к одинаковой структуре создавались файлы с такими же числами строк, но с

максимальным числом параметров и с пустыми значениями. Затем в них копировались в нужные позиции столбцы из файлов с исходными данными.

Для первоначальных целей исследования из этих файлов выделялись строки только с последними по времени значениями параметров отдельно по каждой марке накопителя. Тем не менее, даже при таком сжатии (до 30 раз) число строк оставалось очень большим. Поэтому полученные из разных файлов данные снова объединялись и из них повторно выделялись строки с последними по времени значениями параметров. В конечном итоге удавалось осуществить интеграцию данных в единую базу с приемлемым для исследования размером.

Однако даже такая простая предварительная обработка данных занимает настолько большое время (по оценкам – свыше четырех месяцев), что заявленные в работе с третьей по шестой задачи целиком будут выполнены позднее. Здесь же приведены результаты исследования только по части исходных данных за временной отрезок с 01.04.2013 по 31.12.2016.

В последнее время в связи с широким распространением твердотельных накопителей информации (SSD - solid state drive) их параметры с операторских и обслуживающих компьютеров data-центров тоже стали сохраняться. Но хотя наименования в системе SMART у них такие же, как и у жестких дисков, тем не менее их надо выделить в отдельную группу, т.к. физика процессов в них совершенно иная. Поэтому требуется разделить данные по HDD и SSD и привести структуру записываемых параметров надежности накопителей информации в соответствие с каждой группой, а также накапливать данные в отдельные базы, единые по каждой группе.

Анализ параметров надежности накопителей информации на неполноту и ошибочность значений показал, что иногда значения параметров отсутствуют или они все нулевые. Кроме этого случаются ошибки записи данных. Самая частая из них связана с человеческим фактором, когда вышедший из строя накопитель помечен как отказавший, но не заменен вовремя. В связи с чем данные по нему могут не записываться в базу несколько дней.

Для повышения качества данных нужно классифицировать выявленные ошибки и определить частоту их появления. Это значительно облегчит их поиск и исправление. Возможно некоторые процедуры по устранению типичных ошибок удастся автоматизировать. Эффективность будет повышаться за счет уменьшения последствий ошибок и за счет экономии времени персонала на обслуживающие мероприятия.

Анализ неоднозначности параметров надежности вследствие гетерогенности накопителей информации показал, что различные производители жестких дисков вкладывают не всегда одинаковый смысл в параметры с одним и тем же названием. Более того, даже у одного и того же производителя используемые для разных марок дисковых накопителей наборы параметров могут различаться. Получается, что вроде бы по смыслу надо использовать предусмотренный для этого параметр, а его значения у разных производителей отличаются на несколько порядков или имеют разный тип - накапливаемый или текущий.

Понятно, что в таких условиях модели, описывающие зависимости значений параметров от времени эксплуатации, будут различными для разных производителей и, возможно, даже для разных марок накопителей одних и тех же производителей. Предлагается составить классификацию таких моделей данных.

### **Обсуждение и выводы**

Для решения поставленных задач были использованы полученные ранее результаты исследований по способам выбора параметров для оценки и прогнозирования надежности накопителей информации по относительным [1] и абсолютным [2] значениям, по зависимости числа переназначенных секторов от времени эксплуатации жестких магнитных дисков для анализа их надежности [3, 4], по порядку индикации ошибок позиционирования по частоте ошибок поиска и другим параметрам жесткого диска [5], по связи числа попыток раскрутки дисков с другими параметрами [6], по степени



опасности отказов накопителей [7], по подбору критериев и построению модели и алгоритма метода многопараметрической оценки жестких дисков по риску отказа [8, 9], по эффективности применения программы многопараметрической оценки их надежности [10] и налогообложению подобных результатов интеллектуальной деятельности при продаже [11].

Результатами исследования являются подобранная оптимальная структура параметров надежности дисковых накопителей информации, единая база данных значений параметров надежности жестких дисков для отдельного data-центра, установленная неполнота и ошибочность в этих значениях, повышенное качество данных за счет устранения выявленных ошибок, зарегистрированная неоднозначность параметров надежности разных производителей, сформулированные модели данных для гетерогенных наборов накопителей информации.

Научная новизна исследования заключается в разработке способов для выявления и устранения всех реальных ошибок в значениях параметров надежности, отличающихся учетом их неоднозначности и изменчивости во времени, что позволяет повысить качество данных и сформулировать модели данных для гетерогенных наборов накопителей информации в крупных data-центрах.

## **Заключение**

Таким образом, конкретными научными результатами исследования являются:

- 1) выявленная и зафиксированная разница в структуре параметров надежности накопителей информации за различные временные периоды;
- 2) приведенные к одинаковой структуре параметры надежности накопителей информации, записанные в единую базу данных;
- 3) проанализированные на неполноту и ошибочность значений параметры надежности накопителей информации с классификацией ошибок;
- 4) данные повышенного качества за счет устранения выявленных

ошибок в значениях параметров с оценкой эффективности;

5) проанализированные и сгруппированные неоднозначности параметров надежности, возникшие вследствие гетерогенности накопителей информации;

6) сформулированные и протестированные модели данных для гетерогенных наборов накопителей информации;

Значимость результатов исследования состоит в возможности их применения как непосредственно в data-центрах, так и переноса наработанных знаний, умений, навыков и способов на иные объекты в виде глобально распределенных систем хранения данных, на другие предметы исследования наподобие интеграции данных из всех многочисленных разнородных производственных структур большого масштаба, на выбор методов исследования типа тестирования моделей собираемых данных для разнообразных подразделений крупных промышленно-финансовых организаций с соответствующим формированием исследовательской команды в процессе планирования и реализации проекта.

#### **Список использованных источников**

1. Nasyrov I.N., Nasyrov I.I., Nasyrov R.I., Khairullin B.A. Data mining for information storage reliability assessment by relative values // International Journal of Engineering and Technology (UAE). 2018. Vol.7, Is.4.7 Special Issue 7. P. 204-208. <https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/20545>, <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38622793>
2. Nasyrov I.N., Nasyrov I.I., Nasyrov R.I., Khairullin B.A. Parameters selection for information storage reliability assessment and prediction by absolute values // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2018. Vol.10, Is.2 Special Issue. P. 2248-2254. <https://www.jardcs.org/backissues/abstract.php?archiveid=5363>, <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38621781>
3. Nasyrov I.N., Nasyrov I.I., Nasyrov R.I., Khairullin B.A. Reallocated sectors count parameter for analysing hard disk drive reliability // Journal of Computational and Theoretical Nanoscience. 2019. Vol.16, Is.12. P. 5298-5302. <https://www.ingentaconnect.com/content/asp/jctn/2019/00000016/00000012/art00>

063;jsessionid=hm2u6blm8chy.x-ic-live-03,

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43244242>

4. Nasyrov I.N., Nasyrov I.I., Nasyrov R.I., Khairullin B.A. Dependence of reallocated sectors count on HDD power-on time // International Journal of Engineering and Technology (UAE). 2018. Vol.7, Is.4.7 Special Issue 7. P. 200-203.

<https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/20544>,

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38621729>

5. Nasyrov I.N., Nasyrov I.I., Nasyrov R.I., Khairullin B.A. Positioning errors indication by Seek error rate and other HDD parameters // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2019. Vol.11, Is.8 Special Issue. P. 1797-1805.

<https://www.jardcs.org/abstract.php?id=2522>,

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41649555>

6. Nasyrov I.N., Nasyrov I.I., Nasyrov R.I., Khairullin B.A. Spin retry count relation with other HDD parameters // Journal of Computational and Theoretical Nanoscience. 2019. Vol.16, Is.12. P. 5303-5306.

<https://www.ingentaconnect.com/content/asp/jctn/2019/00000016/00000012/art00064>,

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43243589>

7. Nasyrov I.N., Nasyrov I.I., Nasyrov R.I., Khairullin B.A. Study of Failure Hazard Degree in Large Data Centers // Helix. 2019. Vol.9, Is.5. P. 5345-5349.

<http://helix.dnares.in/2019/10/31/loss-of-pressure-in-a-smooth-pipe-with-a-pulsating-turbulent-course/>

8. Насыров И.Н., Насыров И.И., Насыров Р.И. Метод многопараметрической оценки надежности жестких дисков // Приборы. 2021. № 2. С. 13-19.

[https://kpfu.ru//staff\\_files/F24737354/Metod\\_mnogoparametricheskoj\\_ocenki\\_nad\\_ezhnosti\\_zhestkikh\\_diskov.pdf](https://kpfu.ru//staff_files/F24737354/Metod_mnogoparametricheskoj_ocenki_nad_ezhnosti_zhestkikh_diskov.pdf), <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44906823>

9. Nasyrov I.N., Nasyrov I.I., Nasyrov R.I., Khairullin B.A. Method for HDD Reliability Multiparametric Assessment // Revista San Gregorio. 2021. Is. 44, Special edition. P. 167-178.

<https://revista.sangregorio.edu.ec/index.php/REVISTASANGREGORIO/article/view/1607>

10. Насыров И.Н., Насыров И.И., Насыров Р.И. Эффективность применения программы многопараметрической оценки надежности накопителей информации в крупных data-центрах // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. 2021. № 1 (87). С. 56-65.

[https://kpfu.ru//staff\\_files/F1435289090/\\_SETS.\\_1\\_87\\_.2021\\_Eff\\_prim\\_prog.pdf](https://kpfu.ru//staff_files/F1435289090/_SETS._1_87_.2021_Eff_prim_prog.pdf),  
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45662207>

11. Насыров Р.И., Насыров И.Н. Налогообложение результатов интеллектуальной деятельности при переходе к цифровой экономике // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. 2019. № 1 (80). С. 85-92.  
[https://kpfu.ru//staff\\_files/F478614232/SETS\\_1\\_80\\_2019\\_85.pdf](https://kpfu.ru//staff_files/F478614232/SETS_1_80_2019_85.pdf),  
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39196182>

---

*Nasyrov I.N., professor, doctor of economic Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

*Nasyrov I.I., assistant professor, candidate of technical Sciences, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

*Nasyrov R.I., senior teacher, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

#### APPLIED PROBLEMS OF ENSURING INFORMATION STORAGE DEVICES EFFICIENCY IN DATA CENTERS

*Abstract: The exponential increase in data volume generated in the world necessitates the expansion of existing and the emergence of new distributed and centralized (data centers) information storage systems. At the same time, due to the constant replacement of failed data storage devices with new ones with improved characteristics, their composition inevitably becomes heterogeneous over time in these systems. In addition, different manufacturers put different meanings into drives reliability parameters, although they have the same names. In this regard, it is urgent to solve the problem of ambiguity and incompleteness of reliability parameters values of information storage devices heterogeneous sets in data centers. The scientific novelty of the research lies in the development of effective ways to identify and eliminate all real errors in reliability parameters values, differing in their ambiguity and variability over time, which makes it possible to improve data quality and formulate data models for information storages heterogeneous sets in data centers.*

*Key words: hard disk drive; storage; information; reliability; parameter; efficiency; data-center*

УДК 539.3

Новоселов О.Г., старший преподаватель, Набережночелнинский институт  
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

Сибгатуллин К.Э., кандидат технических наук, доцент,  
Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)  
федеральный университет».

Сибгатуллин Э.С., доктор физико-математических наук, профессор,  
Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)  
федеральный университет».

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОНТРОРСА ПО ПРОЧНОСТИ

*Аннотация:* Рассмотрен контрфорс с размерами 1.0x1.0x3.0 м.,  
находящийся в объемном напряженно-деформированном состоянии (НДС).  
Материалом контрфорса является бетон класса В25 с нормативным  
сопротивлением на сжатие  $R_{сж}=14.5$  МПа и нормативным сопротивлением  
на растяжение  $R_{раст} = 1.05$  МПа. Целью работы является сравнение  
результатов решения задачи по предлагаемый в работе методике и с  
использованием программного продукта ПК Лира 10.11.

*Ключевые слова:* бетон, контрфорс, неупругость, объемное напряженно-  
деформируемое состояние, упругость

Пределная поверхность для бетона в пространстве напряжений  
описывается уравнением

$$\Phi \equiv a(\sigma_{11}^2 + \sigma_{22}^2 + \sigma_{33}^2) + 2c(\sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33}) + d(\sigma_{12}^2 + \sigma_{23}^2 + \sigma_{31}^2) = 1. \quad (1)$$

Здесь

$$a = \frac{1}{R_{сж}R_{раст}}, \quad 2c = \frac{R_{сж} - R_{раст}}{R_{сж}R_{раст}}, \quad d = \frac{1}{4R_{раст}^2}. \quad (2)$$

С использованием ассоциированного закона текучести и  
соответствующих кинематических гипотез переходим в пространство  
внутренних сил и моментов. Получаем систему из 15 параметрических  
уравнений, описывающих предельную поверхность в этом пространстве [1]:

$$T_{11} = \frac{1}{2\Delta} [I_{11}\delta_{11}\dot{e}_1 + I_{31}\delta_{11}\dot{\alpha}_{21} - I_{41}\delta_{11}\dot{\alpha}_{31} - 2\Delta_1 A] ; \dots; \quad (3)$$

$$M_{33} = \frac{1}{2\Delta} [I_{23}\delta_{55}\dot{e}_5 - I_{33}\delta_{66}\dot{e}_6 + 0.5I_{66}\delta_{55}(\ddot{a}_{33} - \ddot{a}_{22}) - 0.5I_{33}\delta_{66}(\ddot{a}_{11} - \ddot{a}_{33})].$$

Многочисленные опыты показывают, что некоторые тела разрушаются квазихрупко, а именно по определенным тонким поверхностям (обобщенные поверхности разрушения - ОПР), области между которыми не разрушаются и не претерпевают заметных пластических деформаций (абсолютно жесткие конечные элементы - АЖКЭ). При проведении расчетов на прочность с использованием ЭВМ необходимо предварительная дискретизация тел.

Пусть тело нагружено внешними поверхностными  $p_i$  и объемными  $\gamma_j$  силами:

$$p_i = \mu p_i^0 + p_i^1, \quad \gamma_j = \mu \gamma_j^0 + \gamma_j^1. \quad (4)$$

Здесь  $p_i^0, p_i^1, \gamma_j^0, \gamma_j^1$  являются функциями только пространственных координат,  $\mu$  – монотонно возрастающий параметр. Необходимо определить предельное значение  $\mu_0$  параметра внешнего нагружения, когда рассматриваемый массивный элемент теряет свойство геометрической неизменяемости. В рассматриваемом случае, когда разрушение массивного тела происходит по отдельным «бесконечно» тонким ОПР между соседними АЖКЭ, основное энергетическое уравнение [2] можно записать в следующем виде:

$$\sum_{k=1}^m \int_{S_k} N dS = \mu \left( \int_{S_0} p_i^0 v_i dS + \int_{V_0} \gamma_j^0 v_j dV \right) + \int_{S_1} p_i^1 v_i dS + \int_{V_1} \gamma_j^1 v_j dV. \quad (5)$$

Для краткости записи знаки  $\sum$  в правой части (5) опущены.

На рис. 1 изображены два соседних АЖКЭ  $P_1B_1\dots B_n$  и  $P_2B_1\dots B_n$ , контактирующие между собой через ОПР  $B_1B_2\dots B_n$ . Согласно теореме Шаля [3], движение каждого из АЖКЭ в трехмерном пространстве можно рассматривать как составленный из поступательного движения вместе с его полюсом и движения около полюса как неподвижного.

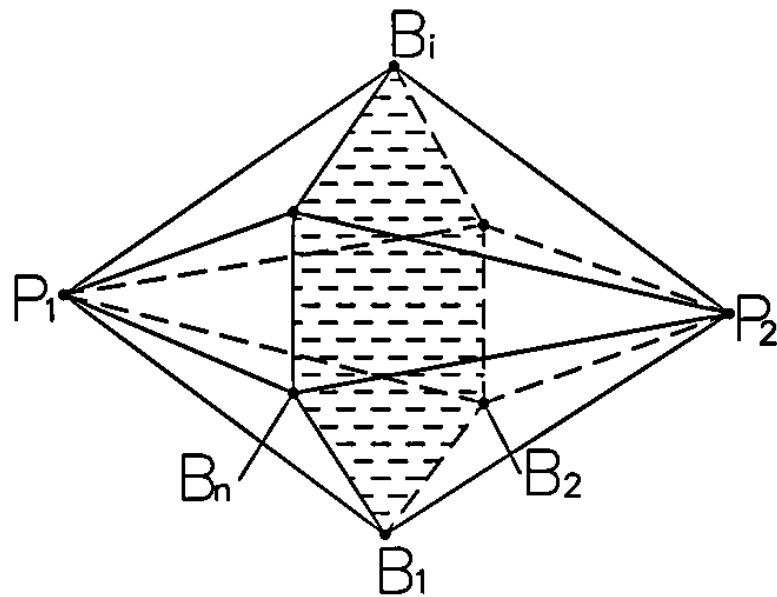


Рис. 1. Соседние АЖКЭ  $P_1B_1\dots B_n$  и  $P_2B_1\dots B_n$

Скорость диссипации внутренней энергии в произвольной точке  $B_i$  ОНР (рис. 1) определяется формулой

$$N(B_i) = \vec{R}_*(B_i) \cdot \Delta\vec{v}(P_1P_2) + \vec{M}_*(B_i) \cdot \Delta\vec{\omega}(P_1P_2). \quad (6)$$

Здесь  $\vec{R}_*$ ,  $\vec{M}_*$  - главный вектор и главный момент внутренних распределенных сил, отнесенных к единице площади; они являются функциями координат рассматриваемой точки  $B_i$ ;

$$\begin{aligned} \Delta\vec{v}(P_1P_2) &= \vec{v}(P_2) + \vec{\omega}(P_2) \times \vec{P}_2B_1 - \vec{v}(P_1) - \vec{\omega}(P_1) \times \vec{P}_1B_1; \\ \Delta\vec{\omega}(P_1P_2) &= \vec{\omega}(P_2) - \vec{\omega}(P_1); \end{aligned} \quad (7)$$

$\vec{v}(P_1)$ ,  $\vec{v}(P_2)$  - скорости движения полюсов  $P_1$  и  $P_2$  (рис. 1), соответственно;  $\vec{\omega}(P_1)$ ,  $\vec{\omega}(P_2)$  - мгновенные угловые скорости вращения соответствующих АЖКЭ около полюсов  $P_1$  и  $P_2$ , соответственно.

Равенство (6) имеет место, когда обобщение силы и скорости обобщенных перемещений связаны ассоциированным законом деформирования [2]

$$\Delta\vec{v} = \lambda \frac{\partial \Phi}{\partial \vec{R}_*}, \quad \Delta\vec{\omega} = \lambda \frac{\partial \Phi}{\partial \vec{M}_*}. \quad (8)$$

Здесь  $\Phi(\vec{R}, \vec{M}) = 0$  - уравнение предельной поверхности в пространстве обобщенных сил.

В соответствии с постулатом Друккера [2] имеем (рис. 1):

$$N(B_i) \geq \vec{R} \cdot \Delta \vec{v}(P_1 P_2) + \vec{M} \cdot \Delta \vec{\omega}(P_1 P_2). \quad (9)$$

Здесь  $\vec{R}, \vec{M}$  – любая комбинация обобщённых сил, удовлетворяющая уравнению предельной поверхности  $\Phi(\vec{R}, \vec{M}) = 0$ . Рассматриваем объемный элемент тела, имеющий единичные размеры, отнесенный к неподвижной системе координат хуз. Внутренние силы, действующие на грани этого элемента, приводятся в центры соответствующих граней. В итоге получаем главный вектор и главный момент этих сил:

$$\vec{R} = \{T_{11}, \dots, T_{33}\}^T; \vec{M} = \{M_{11}, \dots, M_{33}\}^T. \quad (10)$$

Представим задачу в виде задачи линейного программирования (ЛП), которая решается с использованием симплекс-метода. Для этого вместо (6) необходимо использовать систему ограничений вида (9), где различные комбинации  $\vec{R}$  и  $\vec{M}$  соответствуют вершинам выпуклого предельного многогранника, аппроксимирующего предельную поверхность  $\Phi(\vec{R}, \vec{M}) = 0$ . Внешние силы, приложенные в пределах отдельных АЖКЭ, можно привести к полюсам соответствующих АЖКЭ. Задача линейного программирования: Найти  $\min \mu^+$ , где

$$\mu^+ = \sum_{k=1}^m \frac{S_k}{n_k} \sum_{i=1}^{n_k} N_i(B_i) - \sum_{j=1}^{n_2} (\vec{F}_j^1 \vec{v}_j + \vec{M}_j^1 \vec{\omega}_j), \quad (11)$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^{n_1} (\vec{F}_j^0 \vec{v}_j + \vec{M}_j^0 \vec{\omega}_j) = 1, \quad (12)$$

$$\{N_i(B_i) \geq [\vec{R} \cdot \Delta \vec{v}(P_1 P_2) + \vec{M} \cdot \Delta \vec{\omega}(P_1 P_2)]\}_j. \quad (13)$$

Число ограничений вида (13) равно произведению числа всех точек  $B_i$  на число вершин предельного многоугольника. Соотношения (11), (12), (13) переписаны нами в проекциях на оси неподвижной системы координат хуз.  $N_i \geq 0$  являются несвободными переменными задачи ЛП,  $v_j \geq 0, \omega_j \geq 0$  – свободными переменными. Составлена соответствующая программа для ЭВМ в среде Matlab.



На контрфорс принята следующая комбинация нагрузок (рисунок 2), а именно: горизонтальное давление грунта ( $P_\gamma$ ); равномерно распределенная нагрузка на грунт ( $q$ ); собственный вес конструкции контрфорса ( $G_K$ ). Нагрузка  $q$  зависит от параметра  $\mu^+$ , а нагрузки  $P_\gamma$  и  $G_K$  - не зависят.

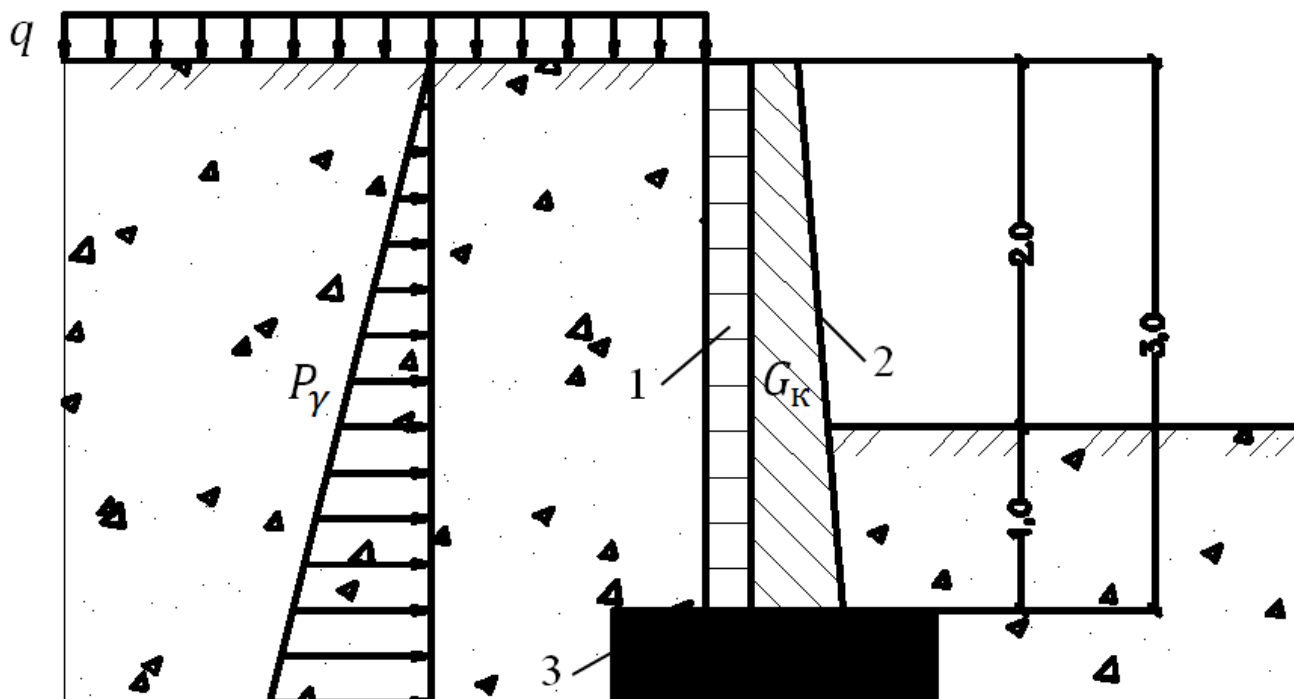


Рис.2. Расчетная схема: 1 – подпорная стенка; 2 – контрфорс; 3 – фундамент.

Ниже приведены некоторые результаты, полученные нами с использованием предлагаемой методики.

На рис. 3 представлены 4 варианта разбиения на АЖКЭ. Каждый контрфорс разбит на АЖКЭ в форме прямоугольных параллелепипедов с разными размерами. Действительный механизм разрушения соответствует минимальному значению параметра  $\mu^+$  из (11). Из 4 вариантов дискретизации, приведенных на рис.3 схеме 3г соответствует наименьшее значение из всех  $\mu^+$ . На рис. 4а показана соответствующая схема разрушения контрфорса, на рис. 4б -распределение скоростей диссипации энергии по соответствующей ОПР. Во всех схемах на рис. 3 АЖКЭ №1 считаем неподвижно закрепленным.

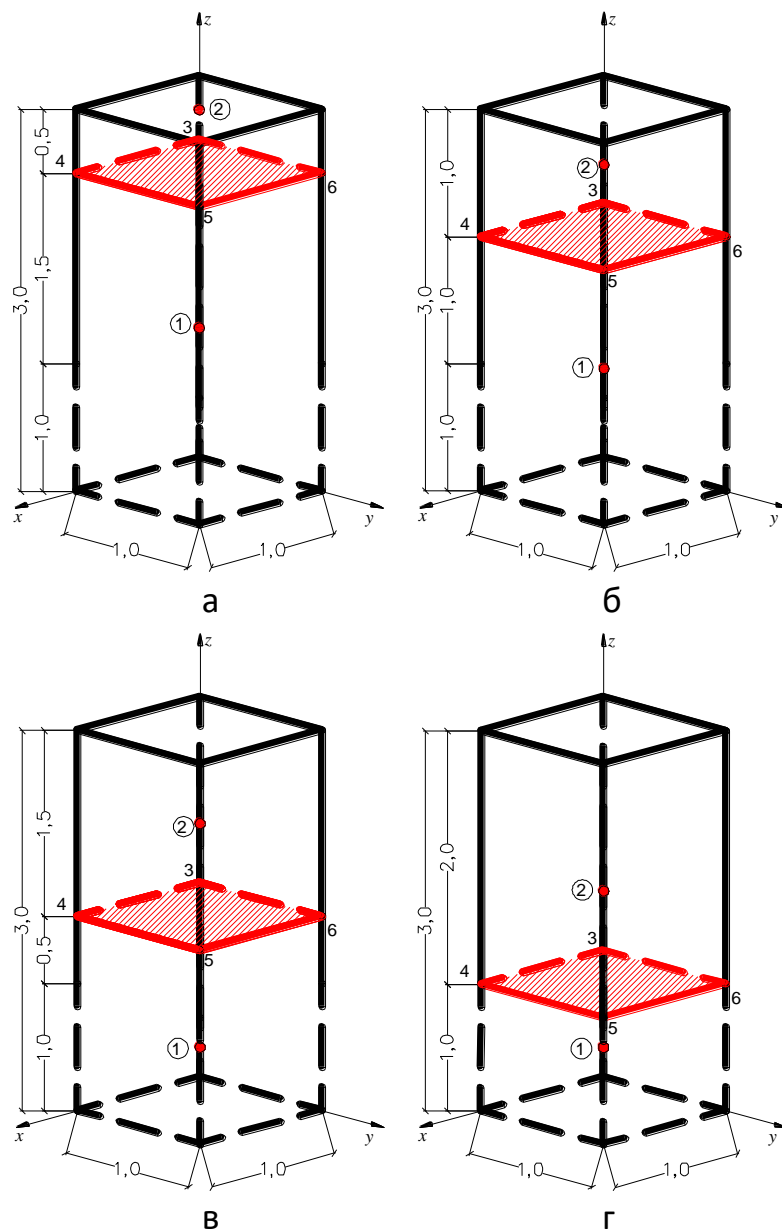


Рис. 3. Варианты разбиения контрфорса на АЖКЭ

Некоторые другие результаты решенных нами задач приведены в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1. Скорость диссипации внутренней энергии

Вариант разбиения контрфорса	Диссипация внутренней энергии в ОПР разрушения			
	3	4	5	6
а	9.5726	9.5726	29.0667	29.0667
б	1.2764	1.2764	3.8758	3.8758
в	1.1074	1.1074	3.3624	3.3624
г	<b>0.6592</b>	<b>0.6592</b>	<b>2.0016</b>	<b>2.0016</b>

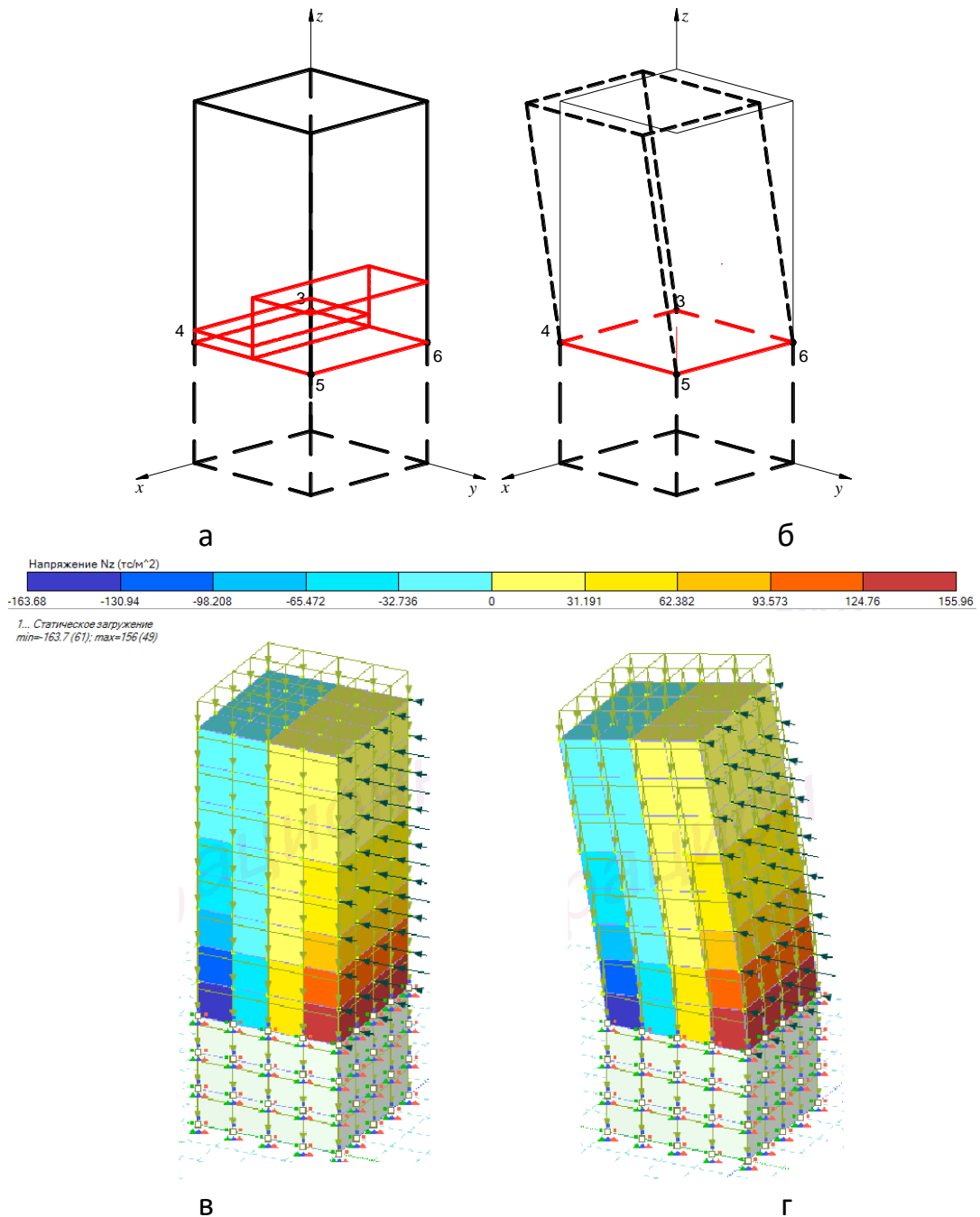


Рис. 4. Результат расчета контрфорса по предлагаемой методике и ПК Лири 10

На рис. 4в и 4г приведено решение аналогичной задачи с использованием ПК Лири 10.11 (для значений  $q=20\text{тс/м}^2$ ,  $P_y = 1.2 \text{ тс/м}^2$ ). Здесь полученные напряжения и схема деформирования соответствуют результатам, полученным нами с использованием теории предельного равновесия (более тёмные зоны соответствуют бóльшим напряжениям). Тёмно-синие зоны – сжаты, красные зоны – растянуты.

Таблица 2. Результаты расчетов контрфорса по теории предельного равновесия

Вариант разбиения контрфорса	$\mu^+$	Номер АЖКЭ	Скорости обобщенных перемещений					
			$v_x$	$v_y$	$v_z$	$\omega_x$	$\omega_y$	$\omega_z$
а	<b>19.3196</b>	①	0	0	0	0	0	0
		②	0	<b>-4.3015</b>	<b>6.6239</b>	<b>14.5672</b>	0	0
б	<b>2.5761</b>	①	0	0	0	0	0	0
		②	0	<b>-2.0304</b>	<b>0.8832</b>	<b>1.9424</b>	0	0
в	<b>2.2349</b>	①	0	0	0	0	0	0
		②	0	<b>-1.3402</b>	<b>0.7663</b>	<b>1.6851</b>	0	0
г	<b>1.3304</b>	①	0	0	0	0	0	0
		②	<b>0</b>	<b>-1.0486</b>	<b>0.4561</b>	<b>1.0032</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Таким образом, опасная зона контрфорса определяется одинаково в обоих случаях (при расчете с использованием ПК Лира и по предлагаемой нами методике). Максимальное напряжение, полученное с использованием ПК Лира 10.11. - 163,68 тс/м<sup>2</sup> (**1.605** МПа), а по теории предельного равновесия 2.0016 МПа. Как известно [2], кинематический метод дает верхнюю оценку предельной нагрузки, а расчет по допускаемым напряжениям - нижнюю.

#### Список использованных источников

1. Сибгатуллин Э.С., Сибгатуллин К.Э., Новоселов О.Г. Предельное состояние объемных конечных элементов при трехосных напряженных состояниях - Научно-технический вестник Поволжья, №3, 2015. С.54-58.
2. Качанов Л.М. Основы теории пластичности - М.: Наука, 1969.–420 с.
3. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики - М.: Наука, 1972. - 468 с.
4. Гениев Г.А. Прочность легких и ячеистых бетонов при сложных напряженных состояниях / Г.А. Гениев, В.Н. Киссюк, Н.И. Левин, Г.А. Никонова. – М.: Стройиздат, 1978. - 166 с.

---

*Novoselov O.G. senior lecturer, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University.*

*Sibgatullin K. E. candidate of technical Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University.*

*Sibgatullin E.S. doctor of physical and mathematical Sciences, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University.*

#### DETERMINATION OF THE LIMIT BEARING CAPACITY OF THE BUTTERFOR BY STRENGTH

*Abstract: A buttress with dimensions 1.0x1.0x3.0 m is considered, being in a volumetric stress-strain state (SSS). The material of the buttress is concrete of class B25 with standard compressive strength  $R_s = 14.5$  MPa and standard tensile strength  $R_{st} = 1.05$  MPa. The aim of the work is to compare the results of solving the problem according to our proposed methodology and using the software product PC Lira 10.11.*

*Key words: buttress, stress-strain state, PK Lear 10.11, the theory of limiting equilibrium.*

УДК 621.43.004

*Луцко В.А., кандидат технических наук, главный специалист, научно-технический центр ПАО КАМАЗ, e-mail: [vasiliy.lushcheko@kamaz.ru](mailto:vasiliy.lushcheko@kamaz.ru)*

*Павленко А.П., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», e-mail: [pavlenko\\_aleksey@mail.ru](mailto:pavlenko_aleksey@mail.ru)*

*Румянцев В.В., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», e-mail: [yvr1954@mail.ru](mailto:yvr1954@mail.ru)*

#### РЕГУЛИРУЕМЫЙ СОПЛОВОЙ АППАРАТ ТУРБИНЫ ТКР: ПРОЕКТИРОВАНИЕ, CFD – АНАЛИЗ.

*Аннотация. Приведены основы и результаты расчета геометрических параметров лопаточного регулируемого соплового аппарата (РСА) и корпуса (улитки) турбины турбокомпрессора. Предложены три варианта профилей лопаток. CFD – анализ турбинной ступени ТКР выполнен с применением пакета AVL FIRE. Сравнение лопаточных аппаратов с различными профилями проводилось по значению потерь давления в них.*

*Ключевые слова.* Автомобильный двигатель; турбокомпрессор; регулируемый сопловой аппарат; проектировочный расчет; проточная часть; профилирование; CFD – анализ.

В силу ряда преимуществ [1,2] в турбокомпрессорах автомобильных двигателей находят применение регулируемые сопловые аппараты (РСА) турбин.

Первоначальные сведения о геометрических размерах РСА возможно получить на стадии их проектирования с использованием эмпирических данных.

Исходными данными для проектировочного расчета геометрии РСА являются:

- внешняя скоростная характеристика самого двигателя, полученная либо в результате расчета с применением известных инструментов, к примеру [3], либо в результате стендовых испытаний;

- параметры газа на входе в турбину: расход газа  $G_T$  (кг/с), давление газа  $P_{T1}$  (Па), температура газа  $T_{T1}$  (К);

- параметры газа на выходе из турбины давление газа  $P_{T2}$  (Па), температура газа  $T_{T1}$  (К).

На стадии проектировочного расчета используем следующие положения термодинамики и одномерной газовой динамики.

Адиабатическая удельная работа расширения газа (теплоперепад) в турбине определяется:

$$H_{TS} = \frac{k_T}{k_T - 1} \times R_T \times T_{T1} \times \left( 1 - \frac{1}{\pi_T^{\frac{k_T-1}{k_T}}} \right) \quad (1)$$

где:  $\pi_T = P_{T1}/P_{T2}$  – степень понижения давления в турбине.

Адиабатический теплоперепад в сопловом аппарате:

$$H_{01} = (1 - \rho_T) \times H_{TS} \quad (2)$$

Здесь степень реактивности  $\rho_T$  турбинной ступени задается на основании рекомендаций, имеющих в открытой печати, о чем будет сказано ниже.

Скорость адиабатического истечения газа из соплового аппарата (на входе в рабочее колесо) в абсолютном движении:

$$C_{1S} = \sqrt{2H_{01}} \quad (3)$$

Действительная абсолютная скорость на выходе из соплового аппарата (на входе в рабочее колесо):

$$C_1 = \phi \times C_{1S} \quad (4)$$

Рекомендации по выбору скоростного коэффициента  $\phi$  соплового аппарата приведены ниже. Этот коэффициент характеризует потери в действительном процессе расширения газа в сопловом аппарате.

Для расчета площади проходного сечения на выходе из соплового аппарата (на входе в рабочее колесо) необходимо определить плотность газа  $\rho_1$  в данном сечении проточной части турбины. С этой целью определяются статические параметры – давление  $P_1$  и температура  $T_1$ :

$$P_1 = P_{1T} \times \left( 1 - \frac{H_{01}}{\frac{k_{\Gamma}}{k_{\Gamma}-1} R_{\Gamma} T_{T1}} \right)^{\frac{k_{\Gamma}}{k_{\Gamma}-1}}; \quad (5)$$

$$T_1 = T_{T1} \left( \frac{P_1}{P_{1T}} \right)^{\frac{n-1}{n}}; \quad (6)$$

$$\rho_1 = \frac{P_1}{R_{\Gamma} \times T_1}. \quad (7)$$

В уравнениях (5-7) обозначено:  $k_{\Gamma} = 1,33$  – показатель адиабаты и массовая газовая постоянная  $R_{\Gamma} = 288,4$  Дж/(кг×К) для продуктов сгорания углеводородных топлив [4, стр. 37].

Показатель политропы действительного процесса расширения газа в турбине в уравнении (6) определяется с учетом потерь:

$$n = \frac{1}{1 - \phi^2 \times \frac{k_{\Gamma} - 1}{k_{\Gamma}}} \quad (8)$$

Площадь сечения на выходе из соплового аппарата:

$$F_1 = G_{\Gamma} / (\rho_1 \times C_{1r}), \quad (9)$$

где:  $C_{1r} = C_1 \times \sin(\alpha_1)$  – радиальная (расходная) составляющая абсолютной скорости;  $\alpha_1$  - угол выхода потока газа из соплового аппарата в абсолютном движении.

В общем случае при проектировании турбинных ступеней значение угла  $\alpha_1$  задается. Рекомендации по выбору значения угла  $\alpha_1$  приведены ниже. Если расчет ведется при известном значении площади  $F_1 = \pi \times D_1 \times b_1$ , тогда угол  $\alpha_1 = \arcsin(C_{1r}/C_1)$ . В этом случае диаметр выхода потока из соплового аппарата  $D_1$  и высота соплового аппарата  $b_1$  заданы (геометрия рабочего колеса турбины не меняется), а расчет по формулам (4) – (8) ведется итерационным методом до схождения значения скоростного коэффициента  $\phi$ .

Выше было отмечено, что значениями некоторых параметров при расчете необходимо задаваться. В современной литературе подобные рекомендации отсутствуют. Последнее можно объяснить отчасти тем, что сопловые лопаточные венцы достаточно изучены. Для радиальных турбин ТКР и для осевых турбин в силу подобию процесса расширения газа эти данные подвергнуты анализу и могут быть применимы при проектировании.

Степень реактивности  $\rho_T$  ступеней турбин выбирается на расчетном режиме исходя из требования получения максимальных значений КПД всей ступени. Здесь рекомендации, приведенные в [4, стр. 20], [5, стр.25], [6, стр.51], [7, стр.38-39 и Табл.на стр.41, стр.51, рис.35], [8, стр.154, стр.153, рис.80] и др., сводятся к значениям  $\rho_T = 0,45 \dots 0,55$ .

Угол выхода потока из соплового аппарата  $\alpha_1$  по сути дела определяет угол установки профиля. Рекомендации по выбору угла приведены в [4, стр. 21], [5, стр.23], [9, стр. 77 рис. 50; стр.78 рис. 52; стр.79 рис.54; стр.80 рис.55], [10,11]. На расчетном режиме рекомендованные значения угла  $\alpha_1 = 14 \dots 18^\circ$ .



О выборе скоростных коэффициентов рекомендации приведены в [4, стр.93], [5, стр. 25] и др. Рекомендованные значения  $\varphi = 0,95 \dots 0,98$ .

По приведенным формулам и рекомендациям можно определить газодинамические параметры потока газа в абсолютном движении на выходе из соплового аппарата. Однако для расчета геометрических параметров решетки сопловых лопаток этого недостаточно. Для выбора основных размеров, таких как хорда  $b$  профилей лопаток, их количества  $z_{CA}$  (шага между лопатками  $t_{CA}$  на выходе), в литературе приводятся рекомендации по выбору густоты решетки  $b/t_{CA}$  (относительному шагу  $t_{CA}/b$ ) [4, стр.85, 87], [9,стр.18, 52], [6, стр.192], [10,11,12]. Так в [12] отмечено, что при  $(b/t_{CA}) \leq 1,1$  резко увеличиваются потери в решетках и снижается КПД ступени.

Выбор значения отношения  $b/t_{CA}$  не позволяет однозначно определить количество лопаток  $z_{CA}$  и сами значения хорды  $b$  и шага между лопатками. Здесь можно воспользоваться рекомендациями работы [12], в которой вводится понятие «прострел» для решетки. Кроме того, в приведенной литературе отмечается (в обобщенном виде), что разумный предел отношения диаметров  $D_0/D_1$  не ниже 1,4 [13, стр.660]. От отношения диаметров на входе  $D_0$  в сопловой аппарат к диаметру  $D_1$  на выходе будет зависеть и значение хорды лопаток, заключенной между этими диаметрами (при постоянном угле установки  $\alpha_1$ ).

При профилировании корпуса (улитки) используется уравнение расхода в одномерной постановке, при этом принимается закон закрутки  $R \times C_U = \text{const}$ , где  $R$  – расстояние от оси вращения до центра тяжести поперечного сечения улитки при каждом значении угла поворота потока в ней,  $C_U$  – расходная составляющая скорости в данном сечении. При этом важно учесть потери в улитке [14, стр.87-90]. Форма поперечных сечений выбирается из условия компоновки и технологии изготовления.

При выборе профилей лопаток соплового аппарата следует воспользоваться рекомендациями работ [6, стр.61-62], [7, стр.66] – симметричные профили и [15,16] – аэродинамические профили.

В рамках данной работы были спроектированы три варианта решеток с различными профилями - двумя симметричными и одним аэродинамическим профилем (Рисунок 1).

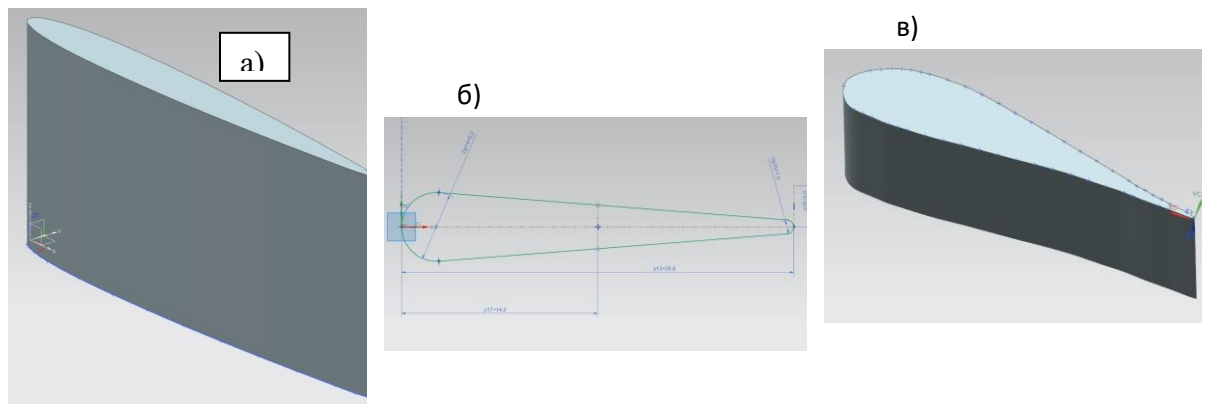


Рисунок 1. Исследуемые профили лопаток соплового аппарата:  
а – симметричный профиль [6]; симметричный профиль [7];  
аэродинамический профиль [16]

По результатам проектирования были созданы 3-d модели корпусов турбин с лопаточными сопловыми аппаратами. Пример модели показан на Рисунке 2.

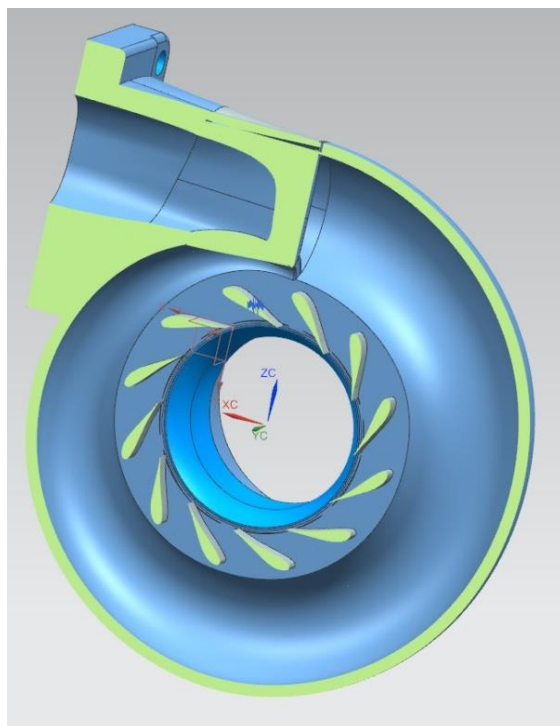


Рисунок 2. Пример корпуса турбины с лопаточным сопловым аппаратом

Гидроаэродинамический анализ (англ. CFD – Computational Fluid Dynamics) осуществлялся в рамках лицензионного программного обеспечения AVL FIRE-M, версии 2020.2.

При этом использовались модели при прочих равных геометрических условиях:

- шаг и хорды лопаток были постоянными;
- профиль улитки симметричный;
- зазор между лопатками и корпусом отсутствовал;
- рабочее колесо заторможено (геометрия колеса постоянна).

Построение сеточной модели осуществлялось в приложении FIRE-M. Объемная сеточная модель состояла из многогранников. Общее количество ячеек составило  $\sim 1800000$ . На стенках были построены 2 призматических слоя толщиной 0,1 мм каждый для соответствия величине  $y^+ = 40$ . Пример сеточной модели приведен на Рисунке 3.

Расчеты проводились на стационарном режиме работы турбины при постоянстве расхода газа. Рабочее колесо было «заторможено» (для экономии времени расчета). Режим работы самого двигателя соответствовал максимальному эффективному крутящему моменту.

Сравнение эффективности профилей проводилось по значению перепада (потерь) давления на ступени. Вполне очевидно, что требуемый меньший перепад давления для реализации одинаковых расходов означает лучшую аэродинамическую эффективность соплового венца.

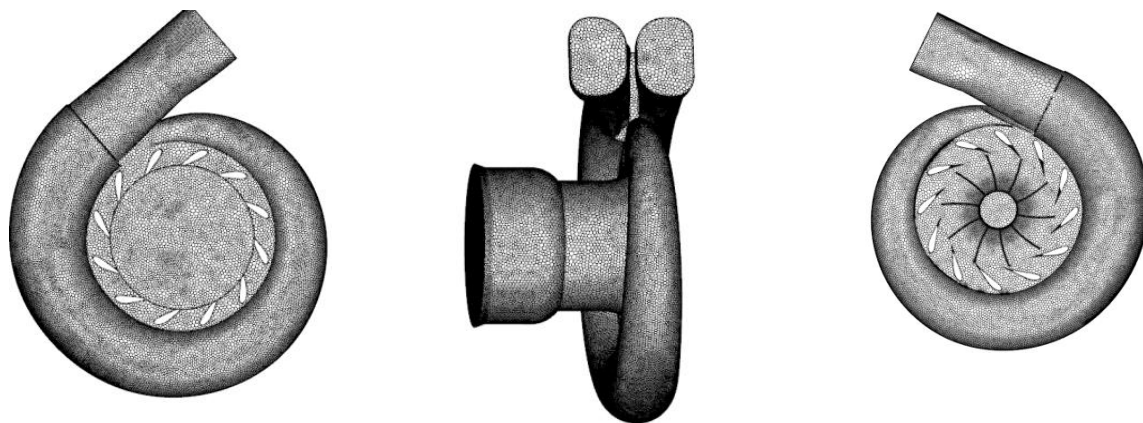
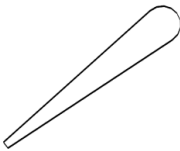




Рисунок 3. Объемная сеточная модель с аэродинамическим профилем

Результаты сравнительных расчетов эффективности ступеней приведены в Таблице 1.

Таблица 1.

Профиль	$P_{T1}$ , Па	$P_{T2}$ , Па	$\Delta p = P_{T1} / P_{T2}$
Мидзумати [7] 	195100	109090	1,788
Симметричный «английский» [6] 	184331	109065	1,690
Аэродинамический [16] 	179364	109060	1,645

Разница давлений на выходе не превышала 0,03% (равенство условий на выходе). Наилучшим результатом является венец с лопатками аэродинамического профиля, что вполне объяснимо. Перепад давлений в лопаточном венце с аэродинамическими профилями на 8% меньше, чем с симметричными по рекомендациям [7].

#### Список использованных источников

1. Химич В.Л., Елифанов Д.В. Выбор системы наддува в зависимости от требований экологических стандартов и уровня форсирования быстроходного автомобильного дизеля // Вестник УГАТУ. – 2010. - №5(40). – С. 38-45.
2. Румянцев В.В. Перспективы развития систем наддува транспортных дизелей // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. – Наб. Челны, НЧИ КФУ: 2016, №3 (70).

<http://kpfu.ru/portal/docs/F531406078/Rumyancev.pdf>

3. Валеев Д.Х. Тепловой расчет поршневых двигателей в программном обеспечении AVL BOOST: учебное пособие / Д.Х.Валеев, В.Г.Кадышев, В.А.Луцко. – Набережные Челны: Изд-во НЧИ КФУ, 2019. – 157 с.
4. Локай В.И. и др. Газовые турбины двигателей летательных аппаратов: Теория, конструкция и расчет: Учебник для вузов. – 3-е изд. перераб и доп./ В.И.Локай, М.К.Максимова, В.А.Стрункин. – М.: Машиностроение, 1979. – 447с., ил.
5. Митрохин В.Т. Выбор параметров и расчет центробежной турбины на стационарных и переходных режимах. М., «Машиностроение», 1974, 228с.
6. Хорлофф Дж. Х. Осевые турбины /Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1972 –208 с.
7. Мидзумати Нагао. Исследование радиальных газовых турбин. – М.: Машгиз: Всесоюз. ин-т науч. и техн. информации, 1961. – 120с., ил.
8. Симсон А.Э. и др. Турбонаддув высокооборотных дизелей /А.Э.Симсон, В.Н.Каминский, Ю.Б.Моргулис, Г.М.Поветкин, А.Б.Азбель, В.А.Кочетов – М.: Машиностроение, 1976. – 288с.
- 9.Шерстюк А.Н., Зарянкин А.Е. Радиально-осевые турбины малой мощности. - М.: Машиностроение, 1976. 208 с.
10. Румянцев В.В., Чернов К.В., Тиунов СВ. Результаты опытного исследования корпуса турбины ТКР7 с лопаточным сопловым аппаратом. Труды юбилейной научно-практической конференции «Перспективы развития автомобилей и двигателей в республике Татарстан». Набережные Челны, 8-9 декабря 1999 г.: Изд-во ОАО «КАМАЗ», 1999, С. 108-110.
11. Румянцев В.В., Чернов К.В. Результаты опытного исследования малоразмерной радиально-осевой турбины с регулируемым сопловым аппаратом. II Международная научно-практическая конференция «Автомобиль и техносфера», Казань, 13-15 июля 2001 г., с. 227-231.
12. Матвеев В.Н., Белоусов Е.Ю., Малышев А.В. Исследование возможности снижения густоты сопловой решетки парциальной центробежной микротурбины// Вестник Самарского национального исследовательского

университета им. С.П.Королева. Серия: Проблемы и перспективы развития  
двигателестроения, - 1998. – С.56-59.

13. Аэродинамика турбин и компрессоров / Под ред. У. Р. Хауторна ; Перевод с англ. В. Л. Самсонова [и др]. ; Под ред. кандидатов техн. наук В. С. Бекнева и В. Т. Митрохина. - Москва : Машиностроение, 1968. - 742 с. : ил.

14. Ханин Н.С., Аболтин Э.В., Лямцев Б.Ф. и др. Автомобильные двигатели с турбонаддувом. - М.: Машиностроение, 1991. - 336 с.: ил.

15. Атлас экспериментальных характеристик плоских решеток охлаждаемых газовых турбин /В.Д.Венедиктов,А.В.Грановский,А.М.Карелин,А.Н.Колесов, М.Х.Мухтаров. – М., ЦИАМ, 1990. – 393 с.

16. Атлас профилей решеток осевых турбин: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Турбостроение» /М.Е.Дейч, Г.А.Филиппов, Л.Я.Лазарев. – М., Машиностроение, 1965. – 96 с.

---

*Lucheko V.A. candidate of technical Sciences, assistant professor, Chief Specialist, Scientific and Technical Center of PJSC KAMAZ*

*Pavlenko A.P. candidate of technical Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

*Rumyancev V.V. candidate of technical Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

#### THE ADJUSTABLE NOZZLE UNIT OF THE TKR TURBINE: DESIGN, CFD ANALYSIS.

*Abstract. The basics and results of calculating the geometrical parameters of the bladed adjustable nozzle apparatus (RSA) and the housing (scroll) of the turbocharger turbine are presented. Three variants of blade profiles are proposed. CFD - analysis of the turbine stage of the TKR was performed using the AVL FIRE package. Comparison of blades with different profiles was carried out according to the value of pressure losses in them.*

*Key words. Automobile engine; turbocharger; adjustable nozzle; design calculation; flow path, profiling; CFD analysis.*

УДК 669.046.527

*Сафронов Н.Н., д.т.н., профессор, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

*Харисов Л.Р., к.т.н., доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

*Фазлыев М.Р., соискатель, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

### СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИГАТУРЫ AL-TI-B

*Аннотация. Предложен и исследован технологический процесс изготовления прутковой лигатуры Al-Ti-B электрошлаковым литьем. Получен опытный прутковый материал лигатуры Al-Ti-B, электронно-микроскопические, микрорентгеноспектральные исследования, стереометрический анализ структуры которого показали приоритетное взаимодействие титана с бором. Это обстоятельство обусловило высокое качество модифицирующей лигатуры, выразившееся наличием в ней преобладающего количества мелких зародышеобразующих частиц диборида титана.*

*Ключевые слова: сплавы алюминия, модифицирование, лигатура Al-Ti-B, зародышеобразование, электрошлаковое литье, дисперсные отходы машиностроения*

#### **Введение**

Качественные характеристики и служебные свойства алюминиевых сплавов во многом определяются их структурой, как на макро, так и на микроуровнях. Среди множества технологических мероприятий, влияющих на структуру алюминиевых сплавов, особое место занимает модифицирование, т.е. измельчение основных структурных составляющих за счет различных воздействий на расплав, что положительно сказывается на свойствах литых изделий. Данная концепция основана на представлениях о микронеоднородном строении жидких алюминиевых сплавов. Многочисленные исследования показывают, что процессы зародышеобразования твёрдой фазы в металлических расплавах обусловлены существованием различных химических и структурных неоднородностей [1]. Традиционными модификаторами для силуминов

являются различные флюсы на основе солей натрия и калия [2]. Однако они не лишены существенных недостатков, как с технологической, так и с экологической точки зрения.

В настоящее время в заготовительном производстве машиностроения алюминиевых конструкций остро стоит проблема гарантированного измельчения структуры литых сплавов. С решением этой задачи эффективно справляется лигатура Al-Ti-B. Данная лигатура обладает высокой модифицирующей способностью, обработка которой расплава способствует формированию тонкой равноосной структуры алюминия и его сплавов, что значительно повышает их механические и литейные свойства [3].

Основным и традиционным способом получения лигатуры Al-Ti-B является плавильно-литейная технология, различные варианты которой изложены в [5]. В качестве плавильного агрегата обычно используется печь сопротивления, в которой приготавливается расплав алюминия, имеющий температуру  $\approx 800^\circ\text{C}$ . После снятия шлака с поверхности металла осуществляют порционное введение в расплав алюминия смеси титана с борсодержащим компонентом, перемешивание расплава и его разливку. Другой вариант приведенной технологии [4] заключается в следующем. В алюминиевый расплав сначала вводят под его уровень в несколько приемов с помощью титанового колокольчика тетрафторборат калия  $\text{KBF}_4$ . Расплав выдерживают с периодическим перемешиванием в течение получаса, нагревают до температуры  $900^\circ\text{C}$  и загружают титановую губку, пропитанную карналлитовым флюсом. Далее снимают с поверхности металла шлак и полученную лигатуру разливают в стальные изложницы

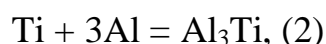
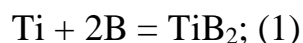
Анализ особенностей плавильно-литейной технологии получения лигатуры Al-Ti-B позволяет сделать вывод о том, что она многостадийна, время- и энергоёмка, требует тщательную организацию процессов по подготовке шихтовых материалов, приготовлению расплавов в плавильном агрегате, разливке и кристаллизации готового продукта с привлечением сложного дорогостоящего оборудования. Указанные обстоятельства негативно



сказываются на эффективности применения обсуждаемой технологии и, в конечном счете, на себестоимости продукта.

Альтернативной технологией получения лигатуры Al-Ti-B, лишённой многих недостатков плавильно-литейной, может быть таковая, основанная на процессе электрошлакового литья с получением компактных слитков. Технологическое преимущество электрошлакового процесса в приложении формирования литой заготовки заключается в том, что синтез материала заготовки, доведение его до жидкого агрегатного состояния, заполнение им литейной формы и затвердевание синтезированного материала происходит непрерывно и одновременно, что исключает массу технологических переделов, присущих традиционным способам получения литой заготовки, в силу того, что в обычной плавильно-литейной технологии указанные операции разобщены. Кроме того, электрошлаковый металл отличается высоким качеством, обусловленным изоляцией металлического расплава слоем жидкого шлака и его рафинирующим воздействием на формирующийся металл в виде капель с высоко развитой поверхностью. Это обстоятельство гарантирует отсутствие таких негативных явлений, ухудшающих качество металла отливки, как загрязнение его газами, огнеупорами ковша и формовочной смесью, а при кристаллизации больших масс металла развитие ликвации, образование усадочных и газовых раковин.

В настоящем исследовании электрошлаковое литьё лигатуры Al-Ti-B дополнено СВС-процессом, который привносит в разрабатываемую технологию ряд преимуществ: экономия энергетических затрат, создание возможности эффективного рециклирования дисперсных производственных отходов [6]. В основе указанного процесса лежит реакция (1) образования диборида титана из элементов с энергетическим эффектом -323,63 кДж/моль при 298 К [7] и Al<sub>3</sub>Ti из элементов (4) с энергетическим эффектом -144 кДж/моль.



которые инициируется в режиме безгазового химического горения в присутствии третьего компонента – «растворителя», в расплаве которого возможно формирование обсуждаемого продукта. Цель исследования – разработка технологического процесса получения лигатуры Al-Ti-V на основе комбинации электрошлакового литья с СВС при использовании дисперсных отходов машиностроения и получение качественного продукта.

### *Экспериментальная установка и технологический процесс синтеза лигатуры Al-Ti-V*

Схема установка, на которой в настоящем исследовании производилось получение лигатуры Al-Ti-V, представлена на рисунке 1.

Данная установка основана на способе электрошлакового литья с переливом металла. Этот способ предполагает разделение процессов плавки электродов (7) и кристаллизации жидкого металла (2), которые осуществляются порознь в плавильной печи (4) и литейной форме (5). Жидкий металл (3) из

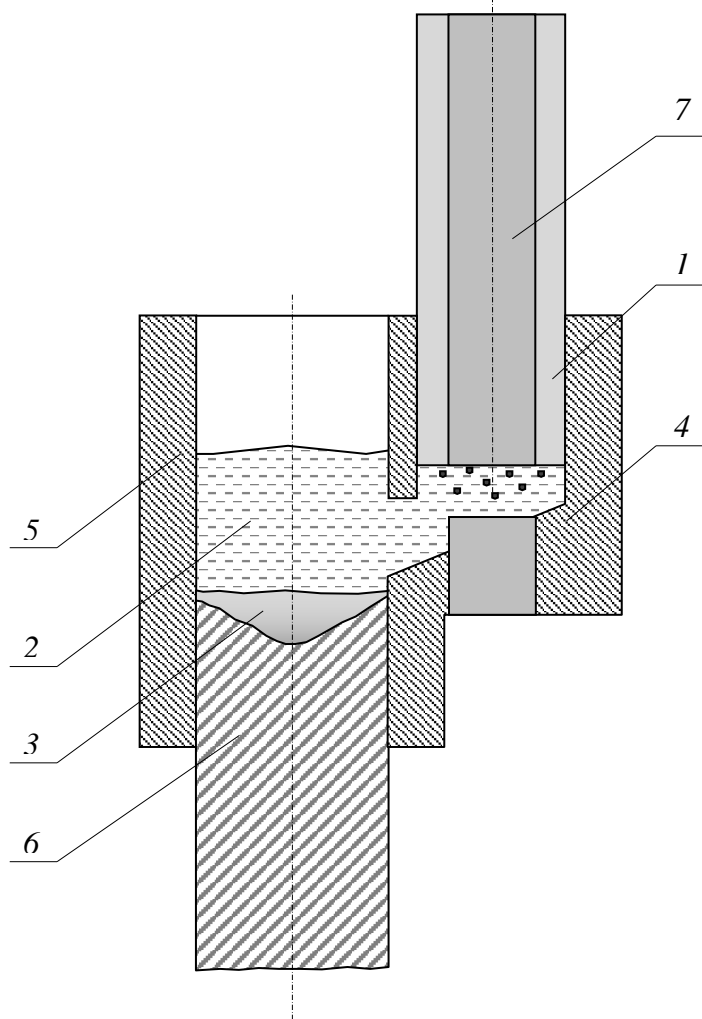


Рис.1. Схема установки  
1 – мундштук;  
2 – жидкий шлак;  
3 – жидкий металл;  
4 – плавильная печь;  
5 – литейная форма;  
6 – отливка;  
7 – расходный электрод

плавильной печи (4) поступает в форму (5) путем перелива. Металл в плавильной печи (4) и форме (5) постоянно находится под слоем жидкого шлака (2). В ходе процесса формирования лигатуры Al-Ti-B в виде прутка (6) с квадратным сечением (сторона квадрата равна 10 мм) литейная форма (5) по мере ее заполнения перемещается вниз относительно неподвижной плавильной печи (4). Основным материалом, из которого изготавливается экспериментальная установка (мунштук (1), плавильная печь (4), литейная форма (5)), является графит. Материалом жидкого шлака (2) служила смесь солей KCl, MgCl<sub>2</sub>, LiF, MgF<sub>2</sub> в следующем массовом соотношении между собой: 30 : 30 : 30 : 10.

Исходными материалами для получения лигатуры Al-Ti-B служили стружечные отходы алюминиевого сплава аналогичной марки, подвергаемой модифицированию указанной лигатурой, а именно: АК7, технического титан марки ВТ1-00 и аморфный бор марки А. Химический состав перечисленных выше материалов приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав (% масс.) исходных материалов для получения лигатуры Al-Ti-B

Алюминиевый литейный сплав марки АК7							
Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ni
88,9	7,7	0,9	1,4	0,4	0,3	0,2	0,2
Технический титан марки ВТ1-00							
Ti	Fe	C	Si	N	O	H	
99,69	0,10	0,03	0,07	0,03	0,08	0,004	
Аморфный бор марки А							
B	Mg	Si	Fe	Влага			
93,5	3,6	0,1	0,6	0,2			

Приведенные в таблице 1 шихтовые материалы подвергаются сушке при температуре 250°С, измельчению, смешиванию и компактированию. Для диспергирования стружечных отходов использовалась шаровая мельница,

работающая в скоростном режиме вращения, соответствующем 0,75-0,80 от критической, когда шары внутри мельницы, совершая круговые движения, вращаются вместе с ее барабаном. Полученные порошки алюминиевого сплава АК7 и технического титана марки ВТ1-00 просеивались на системе сит 0045-05 (ГОСТ 3584-73) с целью получения размера фракции < 50 мкм.

Далее приготавливалась смесь порошкообразных компонентов (таблица 1), которая формировалась в шаровой мельнице, работающей в скоростном режиме вращения, соответствующем 0,5-0,6 от критической. Для осуществления указанной технологической операции необходимо определиться с массовым соотношением компонентов шихты. Известно [8], что в лигатуре Al-Ti-B формируются следующие зародышеобразующие частицы:  $TiB_2$ ,  $Al_3Ti$ ,  $AlB_2$ ,  $(AlTi)B_2$ , среди которых наибольшей способностью к измельчению зерна модифицируемого алюминиевого сплава обладают частицы первого и последнего видов. Характерной особенностью указанных частиц является то, что атомное соотношение Ti и B одинаково 1:2. Очевидно, именно это соотношение в лигатуре является залогом наибольшего содержания в ней эффективных зародышеобразующих частиц. В этой связи нами, несмотря на рекомендуемые ГОСТ 53777-2010 составы лигатур, массовое соотношение смешиваемых порошкообразных компонентов (таблица 1) было принято на основе предыдущих рассуждений следующим: сплав АК7 : технический титана марки ВТ1-00 : аморфный бор марки А = 97:2:1.

Поскольку по завершению смешивания порошковых шихтовых компонентов предполагается компактирование смеси, то для облегчения процесса смешивания и последующего прессования смеси в отмеченную выше субстанцию вводится технологическая присадка – пластификатор на глицериновой основе в количестве 3,5 мас. % по отношению к порошковой субстанции. Полученная таким образом пластифицированная шихтовая смесь тщательно высушивается и направляется на мундштучное прессование, в результате которого получается равноплотное изделие в виде прутка диаметром 10 мм и длиной 500 мм. Процесс осуществляется при степени обжатия

материала, равной 93%. Данное изделие является расходуемым электродом (7), который подаётся в шлаковую ванну (2) плавильной печи (4) через мундштук (1). Шихтовая композиция расходуемого электрода (7) посредством качественного и количественного соотношения компонентов обуславливает синтез лигатуры Al-Ti-B требуемого состава.

### **Получение опытного образца лигатуры Al-Ti-B и анализ его микроструктуры**

В настоящей работе приводятся результаты по опробованию экспериментальной установки (рисунок 1) на предмет получения лигатуры Al-Ti-B в виде прутка длиной 50 см. Исходные материалы, технология предварительной их подготовки, соотношение компонентов в порошковой смеси соответствуют вышеописанному. Полученный расходуемый электрод подвергся электрошлаковому процессу со следующими электрическими параметрами: ток, протекающий в шлаковой ванне, 410 А, падение напряжения в шлаковой ванне 31 В. Глубину шлаковой ванны поддерживали на уровне 45 мм, а скорость поступательного движения электрода 35 м/ч. Электропитание постоянным током экспериментальной установки осуществлялось сварочным преобразователем ПСГ-500 с генератором ГСГ-500, имеющим жесткую характеристику.

Полученная прутковая лигатура Al-Ti-B на экспериментальной установке технологией электрошлакового литья с использованием дисперсных отходов машиностроения подвергалась металлографическому исследованию. Известные составы лигатур Al-Ti-B [4] характеризуются наличием в структуре зародышеобразующих включений  $Al_3Ti$ ,  $AlB_2$ , имеющих размер  $10\div 50$  мкм и более (в отдельных случаях до 100 мкм), а также более мелких ( $TiB_2$ ,  $(AlTi)B_2$ ) с размером частиц  $1\div 3$  мкм. В отношении измельчения структуры алюминия и его сплавов при модифицировании обсуждаемой лигатурой максимальный эффект этой технологической операции обеспечивается наиболее мелкими кристаллами ( $TiB_2$ ,  $(AlTi)B_2$ ). Приоритетность последних кристаллов, как модификаторов, обусловлена не только малым их размером, что является залогом создания

большого количества центров кристаллизации модифицируемого алюминиевого расплава, но и тем обстоятельством, что они практически не растворяется в нём. Напротив, алюминид титана  $Al_3Ti$  растворяется в жидком алюминиевом расплаве со скоростью и полнотой растворения, определяемым температурой модифицируемого расплава, размерами кристаллов  $Al_3Ti$  и временем от момента введения лигатуры в расплав до кристаллизации металла. На основе приведенных выше рассуждений следует вывод о том, что модифицирующая способность лигатуры Al-Ti-V тем выше, чем больше в ней содержание мелких кристаллов  $TiB_2$  и  $(AlTi)B_2$  и соответственно меньше кристаллов  $Al_3Ti$  и  $AlB_2$ .

С целью идентификации имеющихся в опытной прутковой лигатуре Al-Ti-V интерметаллидных частиц были проведены электронно-микроскопические и микрорентгеноспектральные исследования. На рисунке 2 представлено типичное электронное изображение структуры лигатуры, которое свидетельствует о наличии большого количества мелких интерметаллидных частиц, равномерно распределённых по объёму лигатуры. На этом же рисунке обозначены ряд частиц, расшифровка спектров которых по соотношению элементов представлена в таблице 2.

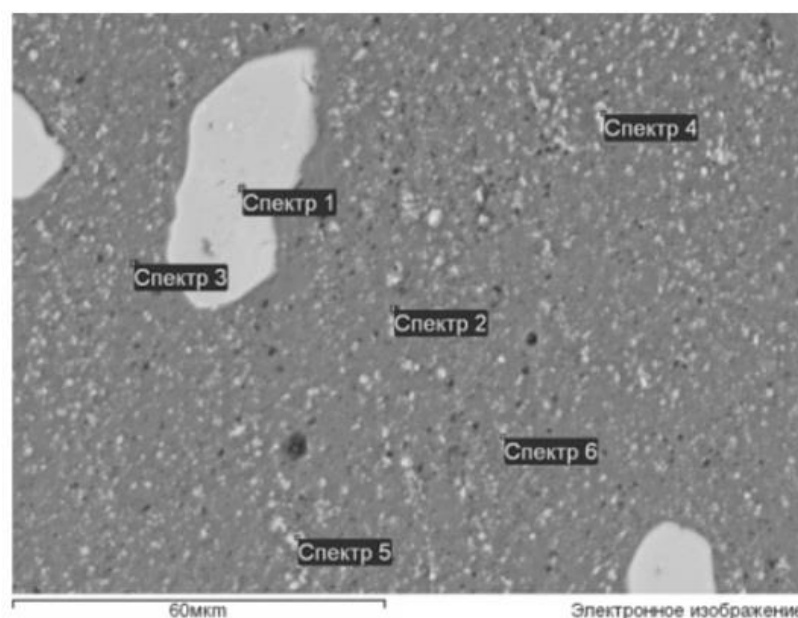


Рисунок 2. Электронное изображение структуры опытной лигатуры Al-Ti-V

Таблица 2 – Результаты электронно-микроскопические и микрорентгеноспектральные анализа опытной лигатуры Al-Ti-B

Спектр	Содержание элементов, % ат			
	B	Al	Si	Ti
1		75,14	0,63	24,23
2	65,97	15,42	0,37	18,24
3	66,41	5,86	0,24	27,49
4		72,76	1,55	25,69
5		74,50	0,70	24,80
6	67,51	4,83	0,68	26,98

Электронно-микроскопический и микрорентгеноспектральный анализ частиц опытной лигатуры Al-Ti-B позволил идентифицировать их на предмет соответствия интерметаллидам. Спектры частиц 1, 4, 5 имеют атомный состав, в котором соотношение элементов соответствует фазе  $Al_3Ti$ . Остальные спектры позволяют заключить о наличии связи между титаном и бором, соответствующей интерметаллидным соединениям  $TiB_2$  и  $(AlTi)B_2$ .

Присутствующий в лигатуре титан образует интерметаллидные соединения с алюминием и бором. Выше было указано, что предпочтением обладает последняя связь, ввиду большей дисперсности зародышеобразующих частиц. Поэтому качество модифицирующей лигатуры во многом определяется величиной соотношения атомов титана, связанных с бором и алюминием. В настоящем исследовании для оценки качества опытного лигатурного материала Al-Ti-B был проведен стереометрический анализ его структуры. На рисунках 3 и 4 представлены гистограммы распределения частиц по их размеру, в которых титан связан с алюминием и бором соответственно.

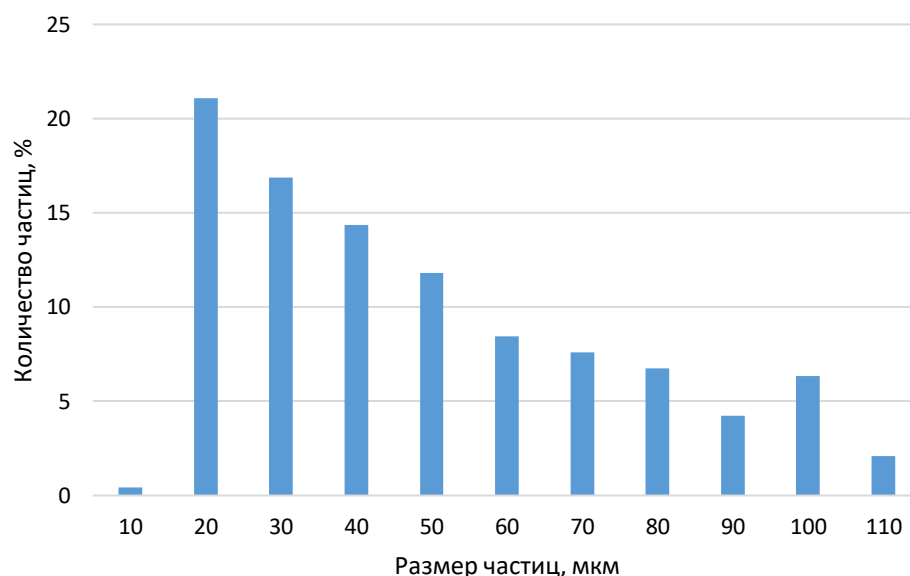


Рисунок 3. Гистограмма распределения частиц по их размеру, в которых титан связан с алюминием

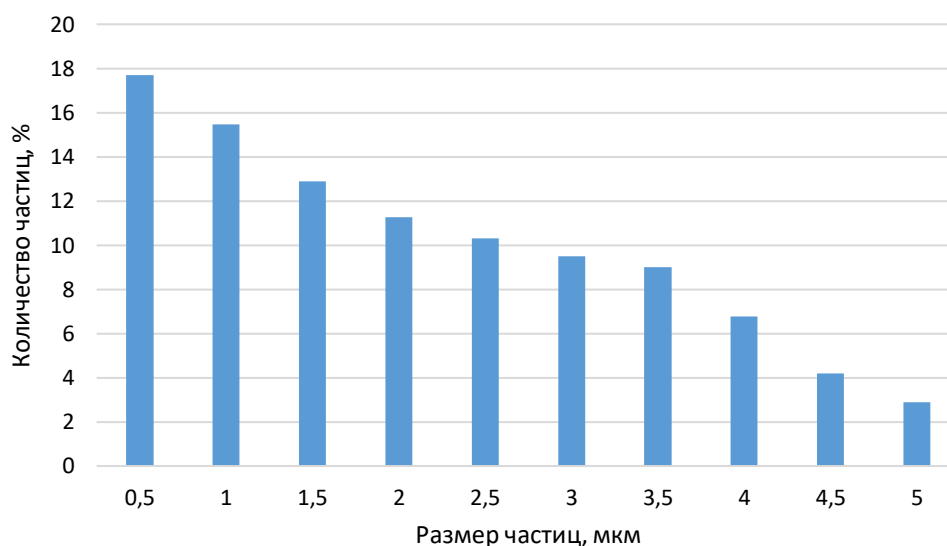


Рисунок 4. Гистограмма распределения частиц по их размеру, в которых титан связан с бором

Обработка данных стереометрического анализа структуры показала, что средневзвешенный размер частиц, в которых титан связан с алюминием, равен 44,2 мкм. Частицы, в которых титан связан с бором, на порядок меньше по размеру, средневзвешенное значение которого составляет 1,9 мкм. Таким образом, предлагаемая электрошлаковая технология литья прутковой лигатуры Al-Ti-B из шихты, основанной на использовании дисперсных отходов машиностроения с указанным выше соотношением её компонентов, создаёт предпосылки к приоритетному взаимодействию титана с бором и как следствие получением в



структуре большого количества мелких зародышеобразующих частиц. Стереометрического анализа структуры опытного лигатурного материала Al-Ti-B позволил оценить молярное соотношения титанов, связанных с алюминием и бором. Оно оказалось равным 17,3:82,7.

### **Заключение**

Предложен и исследован технологический процесс изготовления прутковой лигатуры Al-Ti-B электрошлаковым литьем. В качестве исходных материалов использовались стружечные отходы алюминиевого сплава марки АК7, технического титана марки ВТ1-00 и аморфный бор марки А. Расходуемым электродом является изделие в виде прутка, полученное мундштучным прессованием смеси измельчённых исходных материалов в массовом соотношении АК7 : ВТ1-00 : аморфный бор = 97:2:1. По предложенной технологии и соотношении исходных материалов в шихтовой композиции получен опытный прутковый материал лигатуры Al-Ti-B, электронно-микроскопические, микрорентгеноспектральные исследования, стереометрический анализ структуры которого показали приоритетное взаимодействие титана с бором. Это обстоятельство обусловило высокое качество модифицирующей лигатуры, выразившееся наличием в ней преобладающего количества мелких зародышеобразующих частиц диборида титана, средневзвешенный размер которых составил 1,9 мкм.

### **Список использованных источников**

1. Александров В.М. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебное пособие. Часть 1. Материаловедение. Стандарт третьего поколения / В.М. Александров. – Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет, 2015. – 327 с.
2. Никитин К.В. Модифицирование и комплексная обработка силуминов: учеб. пособие / К.В. Никитин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2016. – 92 с.
3. Бакулин Д.В. Влияние модифицирующей лигатуры Al-Ti-B на алюминиевые сплавы // Евразийский Научный Журнал. – 2020. – № 5. – Рубрика: Технические науки

4. Лигатура алюминий-титан-бор: патент на изобретение RU 2 644 221 С1, МПК С22С 21/00 (2006.01), С22С 1/03 (2006.01) / Б.П. Куликов, П.В. Поляков, В.Ф. Фролов, А.И. Безруких; заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «Безотходные и малоотходные технологии» (ООО «БМТ») (RU). – № 2016152034; заявл. 27.12.2016; опубл. 08.02.2018, бюл. № 4.
5. Попов Д.А., Огородов Д.В., Трапезников А.В. Альтернативные источники борсодержащего сырья для производства лигатуры Al-B (обзор) // Труды ВИАМ. – 2015. – №10. – С. 41-47.
6. Манашев И.Р., Гаврилова Т.О., Шатохин И.М., Зиатдинов М.Х., Леонтьев Л.И. Утилизация дисперсных отходов ферросплавного производства на базе металлургического СВС-процесса. Известия Высших Учебных Заведений. Черная металлургия. 2020;63(8):591-599. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2020-8-591-599>
7. Крутский Ю.Л., Черкасова Н.Ю., Гудыма Т.С., Нецкина О.В., Крутская Т.М. Дибориды некоторых переходных металлов: свойства, области применения и методы получения. Часть 1. Дибориды титана и ванадия (обзор) // Известия вузов. Черная металлургия. 2021. Т. 64. № 2. С.149-164. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2021-2-149-164>
8. Способ получения прутковой лигатуры алюминий-титан-бор: патент на изобретение RU 2 110 597 С1, МПК С22С1/03 / Шпаков В.И., Севрюков В.С., Галиева Л.В., Нощик А.И., Трифоненков Л.П., Иванова Н.В., Разумкин В.С., Никитин В.М.; заявитель: Акционерное общество "Красноярский металлургический завод". - № 96112349/02, заявл. 17.06.1996; опубл. 20.06.1998.

---

*Safronov N.N., professor, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan (Volga Region) Federal University*

*Kharisov L.R., assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan (Volga Region) Federal University*

*Fazliyev M.R., post-Graduate Student, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan (Volga Region) Federal University*

#### METHOD FOR OBTAINING Al-Ti-B ALLOY

*Abstract: A technological process of the manufacture of Al-Ti-B rod addition alloy by electroslag casting has been proposed and investigated. According to the proposed*

*technology and the ratio of the initial materials in the charge composition, an experimental rod material of the Al-Ti-B addition alloy was obtained, electron-microscopic, micro-X-ray spectral studies, the stereometric structure analysis of which showed the priority interaction of titanium with boron. This circumstance determined the high quality of the modifying addition alloy, expressed in the presence in it of a predominant amount of small nucleating particles of titanium diboride.*

*Keywords: aluminum alloys, modification, Al-Ti-B addition alloy, nucleation, electroslag casting, dispersed mechanical engineering waste.*

УДК 620.179.112

*Смирнова Н.Н., кандидат биологических наук, доцент,  
Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)  
федеральный университет»*

*Шарафутдинов Р.Н., кандидат биологических наук, доцент,  
Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)  
федеральный университет»*

## **РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЖИДУОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОРОШКОВ ОКСИДОВ АЛЮМИНИЯ И ТИТАНА**

*Аннотация: на лазерном дифракционном анализаторе частиц Микросайзер 201С проведён анализ размеров частиц порошков  $Al_2O_3$  и  $TiO_2$ , выбранных для разработки рецептуры СОЖ. Установлено, что в порошке оксида алюминия число наночастиц составляет 4%, а частицы в микродиапазоне 10-20 мкм имеют наибольшую суммарную удельную поверхность. В порошке  $TiO_2$  преобладают наночастицы (более 90 %). Обоснован выбор базовых компонентов СОЖ по устойчивости к грибопоражению. Проведение исследования на основные показатели (антикоррозионные свойства, кислотное число, биопоражение) 8 проб технологической жидкости с разработанной рецептурой показали соответствие требованиям, предъявляемым к эмульсионным СОЖ.*

*Ключевые слова: технологическая жидкость, СОЖ, анализатор, оксид алюминия, оксид титана, рапсовое масло, промышленное масло И-12А.*

### **Введение**

Современные процессы обработки металлов в машиностроительных и металлургических производствах невозможны без применения смазочно-

охлаждающих жидкостей (СОЖ), способствующих существенному увеличению стойкости инструмента, повышению производительности и качества обработки деталей.

Недостатком практически всех марок водорастворимых СОЖ, применяемых в настоящее время, является низкая биостойкость технологических жидкостей, ведущая к сокращению их срока эксплуатации, к увеличению объёмов СОЖ-содержащих сточных вод, которые имеют более высокую токсичность по сравнению с исходной эмульсией. Проблемой применения водорастворимых СОЖ является также невозможность переплавки металлической стружки, загрязнённой остатками рабочих эмульсий, и негативное воздействие на организм станочников.

Выходом из сложившейся ситуации может быть применение СОЖ, базовой основой которой являются масла с диспергированными в ней нанопорошками оксидов металлов и с локальной подачей жидкости непосредственно в точки обработки детали [1].

Литературные данные по применению нанопорошка оксида алюминия в качестве добавки к маслам свидетельствуют, что благодаря малым размерам и круглой форме частицы порошка заполняют неровности поверхности и создают дополнительный эффект трения качения, что приводит к снижению коэффициента трения [2]. Данный эффект может наблюдаться и при контакте инструмента с поверхностью обрабатываемой детали.

Выявлено [3], что применение СОЖ, содержащей наночастицы оксида меди, при абразивной обработке металлов или сплавов способствует блокировке наночастицами меди конусообразных микротрещин поверхностного слоя детали.

Наиболее перспективным является диоксид титана, так как он наиболее распространен, нетоксичен, обладает большой площадью удельной поверхности, экономически доступен, обладает высокой химической и фотохимической стойкостью, имеет высокую каталитическую активность [4].

## **Определение размеров частиц порошков оксида алюминия и диоксида титана**

Для разработки рецептуры технологической жидкости были использованы порошки оксида алюминия  $Al_2O_3$  и диоксида титана  $TiO_2$ .

Оксид алюминия представляет собой химическое соединение с ярко выраженными абразивными свойствами. Материал содержит не менее 95 % масс  $\alpha$ -  $Al_2O_3$ . Около 3 % в объеме частиц содержится не прореагировавший алюминий, 2% - сорбированные газы (азот, углеводороды), вода. По внешнему виду порошок имеет белый цвет, его насыпная плотность варьируется в пределах 0,6 - 1,7 г/см<sup>3</sup>. Частицы имеют сферическую форму. Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ составляет 25 - 35 м<sup>2</sup>/г. Материал имеет зернистость F600, температуру плавления 2000 °С. Порошок пожаро - и взрывобезопасен. Страна происхождения – Россия. Порошок оксида алюминия находит применение при изготовлении электротехнических керамик и композиционных материалов.

Диоксид титана представляет собой вещество минерального происхождения, которое широко используется в косметической сфере. Состав: 100 % диоксид титана. Страна происхождения – Россия. Этот порошок применяют для придания косметическим средствам белого цвета. По запаху и внешнему виду напоминает мел. Также диоксид титана способен отражать УФ-лучи, поэтому часто включается в состав солнцезащитных средств. В домашнем мыловарении этот порошок позволяет превратить прозрачную основу в белую.

Данные о размерах частиц оксидов определяли на лазерном дифракционном анализаторе частиц Микросайзер 201С. Анализатор Микросайзер 201С предназначен для быстрого и точного измерения распределения частиц по размерам в диапазоне 0.2...600 мкм.

Полученные результаты измерений интегрального распределения частиц  $Al_2O_3$  и  $TiO_2$  представлены в таблице 1 и рисунке 1.

На основании данных, представленных в таблице 1 и на рисунке, в порошке оксида алюминия в диапазоне от 1 мкм до 20 мкм преобладают

микрочастицы – на их долю приходится чуть менее 90 % всех частиц, а наночастиц (менее 1 мкм) – не более 4 % от суммарного количества всех частиц.

Таблица 1. Интегральное распределение (P,%) весовых долей частиц  $Al_2O_3$  и  $TiO_2$  менее 50 мкм

D, (мкм)	P, (%)	
	$Al_2O_3$	$TiO_2$
<0,2	0	0,7
<0,21	0	1,4
<0,25	0,2	5,3
<0,5	1,4	44,7
<1	4,0	91,6
<5	11,4	99,4
<10	41,6	99,6
<20	89,1	99,7
<25	95,6	99,9
<50	100,0	100,0

Данные по оксиду титана существенно отличаются от выше приведенных результатов. Наоборот, более 91 % частиц  $TiO_2$  принадлежит наночастицам, наибольшую доля которых (86,3%) составляют частицы в диапазоне от 1000 нм до 250 нм.

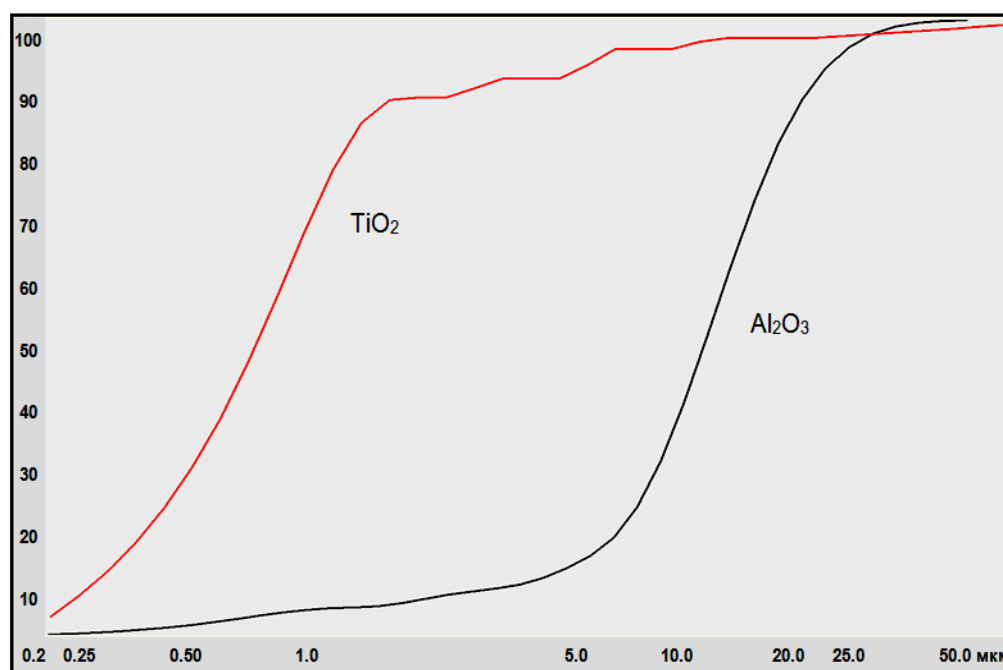


Рис.1. Интегральное распределение (P,%) весовых долей частиц  $Al_2O_3$  и  $TiO_2$

Значение наночастиц существенно возрастает в величине суммарной удельной поверхности ( $\text{см}^2/\text{г}$ ) изучаемых нами порошков (рис.2, рис.3).

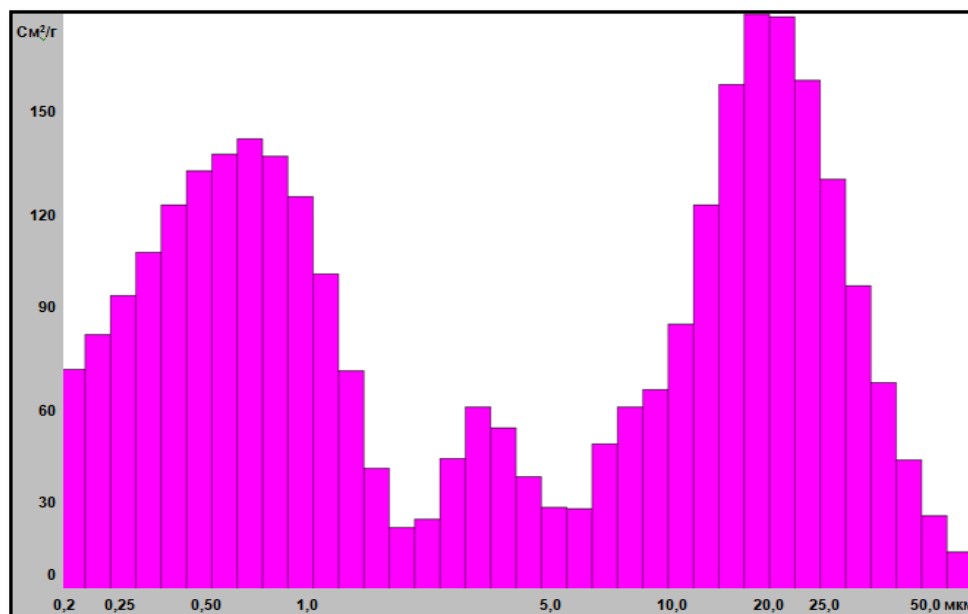


Рис. 2. Гистограмма удельной поверхности частиц ( $\text{см}^2/\text{г}$ )  $\text{Al}_2\text{O}_3$

На гистограмме рисунка 2 для порошка  $\text{Al}_2\text{O}_3$  хорошо видны два ярко выраженных максимума диапазона частиц (10 – 25  $\mu\text{м}$  и 2 – 0,2  $\mu\text{м}$ ), вклад которых в общую суммарную поверхность наибольшая. Измерения и автоматически проведённые на анализаторе частиц Микросайзер 201С дали результат для оксида алюминия – 3067  $\text{см}^2/\text{г}$ .

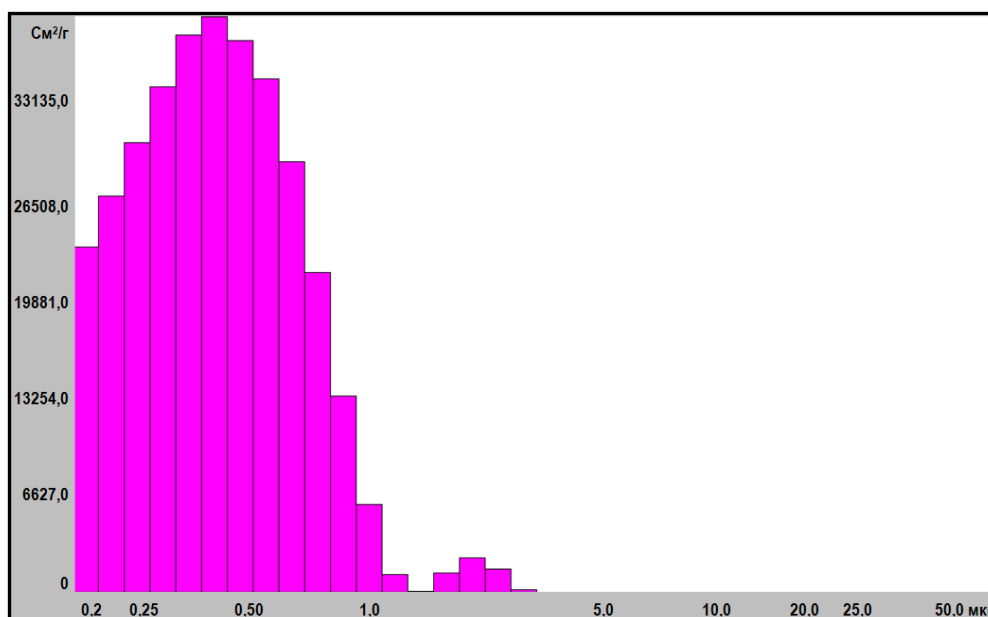


Рис. 3. Гистограмма удельной поверхности частиц ( $\text{см}^2/\text{г}$ )  $\text{TiO}_2$

Для  $TiO_2$  (рис. 3) наблюдаем только один максимум в кривой гистограммы, смещённую в диапазон наночастиц с суммарной удельной поверхностью 34202  $см^2/г$  более, чем в 10 раз превышающую по сравнению с порошком оксида алюминия.

На основании проведенного гранулометрического анализа можно говорить, что порошки оксидов алюминия и титана различаются по размерам частиц и их удельной поверхности. В порошке  $Al_2O_3$  наибольшую численность имеют микрочастицы, а в порошке  $TiO_2$  преимущество имеют наночастицы.

### Разработка технологической жидкости

Для разработки рецептуры технологической жидкости выбраны базовые компоненты, применяемые в составах концентратов водорастворимых СОЖ. Данные по грибостойкости данных компонентов, полученные согласно требованиям ГОСТ 9.085-78 [5], представлены в таблице 2.

Таблица 2. Грибостойкость базовых компонентов технологической жидкости

№ п/п	Наименование материала	Результаты микроскопирования	Оценка интенсивности развития плесневых грибов
1	Олеиновая кислота	Прорастания спор и конидий не обнаружено, находятся в стационарном состоянии	0
2	Индустриальное масло И12-А	Прорастания спор и конидий не обнаружено.	0
3	Рапсовое масло	Прорастания спор и конидий не обнаружено	0
4.	Контроль (среда Чапека-Докса)	Наблюдается увеличение биомассы мицелия, спороношение.	3

Выбранные порошки оксидов испытывались в диапазоне концентраций от 0.01 об.% до 20 об.%. Олеиновая кислота использовалась для предупреждения конгломерации оксидов, особенно  $Al_2O_3$ . Диспергирование



образцов проводилось на лабораторном встряхивателе от 3 до 5 часов. Показатели 8 образцов технологической жидкости представлены в таблице 3.

Таблица 3. Показатели разработанных образцов технологической жидкости

Наименование показателя	Значение	Метод испытаний
Внешний вид	Образцы 1.2.4.6-8 прозрачные цвет от янтарного до тёмно-коричневого.	ГОСТ 6243 (раздел 1)
Запах	Запах исходного масла, 4 балла.	ГОСТ 6243 (раздел 1)
Коррозионное воздействие: на алюминий на сталь	Выдерживают все 8 образцов	ГОСТ 6243
Поражение плесневыми грибами	Выдерживают все 8 образцов	ГОСТ 9.085-78
Кислотное число, мг КОН/г	Контроль (рапсовое масло) -13,4 ,Образец №1-13,4, образцы 2-4 -21,7. Индустриальное масло (исходное)- 2,2. Образец 5 - 2,2. Образцы 6-8 – 3,8.	ГОСТ 31933-201

Данные, представленные в таблице 3, свидетельствуют о соответствии нормативных требований, предъявляемым к СОЖ.

**Вывод.** Применение технологической жидкости дисперсного типа с капельной подачей в места обработки деталей позволит снизить негативное действие водорастворимых СОЖ на окружающую среду, здоровье работников и будет способствовать получению качественного металла после переплавки образующейся стружки

#### **Список использованных источников**

1. И.А. Макарова, М.В. Бузаева, О.А. Давыдова, Е.С. Климов Модифицирование смазочно-охлаждающей жидкости функционализированными углеродными нанотрубками. Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия». 2015. Т. 7, № 3. С. 5–10. Клим Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия». 2015. Т.7, № 3. С. 5–10.

2. О.Ю. Кустов. Получение композиции из смазочного масла, нанопорошка оксида алюминия и ПАВ для снижения трения в подшипниках качения. Вестник Пермского научного центра. 2.2015, С.43-47.
  3. Патент РФ RU 2 547 051 С2 Способ получения наноструктурированно-го слоя на поверхности металлов в условиях звукокапиллярного эффекта. // Артемов Игорь Иосифович, Кревчик Владимир Дмитриевич, Рудин Александр Васильевич и др.- Оpubл. 10.04.2015.
  4. Protoinduced reactivity of titanium dioxide. / O. Carp, C.L. Huisman, A. Reller // Progress in Solid State Chemistry. 2004. V. 32. P. 33-177.
  5. ГОСТ 9.085-78. ЖИДКОСТИ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ. Методы испытаний на биостойкость. [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200015039>. Дата обращения 17.02.2021 г.
- 

*Smirnova N.N., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,  
Naberezhnye Chelny Institute of the Kazan (Volga Region)  
Federal University*

*Sharafutdinov R.N., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,  
Naberezhnye Chelny Institute of THE Kazan (Volga Region)  
Federal University"*

## DEVELOPMENT OF THE FORMULATION OF TECHNOLOGICAL LIQUID USING POWDERS OF ALUMINUM AND TITANIUM OXIDES

*Abstract: The particle sizes of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and TiO<sub>2</sub> powders selected for the development of the coolant formulation were analyzed using the Microsizer 201C laser diffraction particle analyzer. It was found that the number of nanoparticles in aluminum oxide powder is 4%, and particles in the micro-range of 10-20 microns have the largest total specific surface area. The TiO<sub>2</sub> powder is dominated by nanoparticles (more than 90%). The choice of the basic components of coolant for resistance to fungal infection is justified. Conducted studies on the main indicators (anticorrosive properties, acid number, bio-contamination) of 8 samples of technological liquid with the developed formulation, compliance with the requirements for emulsion COOLANT was shown.*

*Keywords: process fluid, coolant, analyzer, aluminum oxide, titanium oxide, rapeseed oil, industrial oil I-12A.*

УДК 681.51

*Гавариева К.Н., кандидат технических наук, ассистент, Набережночелнинский институт КФУ*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ШТАМПОВКИ КОНИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС С ЭЛЕМЕНТАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

*Аннотация: управление технологическим процессом прецизионной штамповки основано на применении нечеткой логики, т.к. параметры процесса принадлежат определенному интервалу. В данной работе нечеткая логика применяется для поддержания показателей процесса в требуемых диапазонах. Нечеткая логика выполнена в виде продукционных правил на основе предварительно составленной базы знаний с применением лингвистических переменных.*

*Ключевые слова: нечеткая логика, база знаний, функция принадлежности, система управления*

С целью достижения высокого качества выполнения процесса прецизионной штамповки и энергосбережения вследствие отсутствия необходимости последующей механической обработки, необходимо подобрать оптимальные режимы технологического процесса. Для решения вопроса по подбору режимов технологического процесса прецизионной штамповки предлагается применить автоматизированные системы, которые содержат знания и результаты исследований специалистов в области горячей объемной штамповки [1]. Автоматизация процесса принятия решений является важной составляющей систем управления.

Разработка и использование систем управления процессом прецизионной штамповки с элементами искусственного интеллекта предполагает создание базы знаний с использованием нечетких продукционных правил. База знаний формируется на основе практического опыта, и формализуются в виде продукционных правил, с учетом правил логического вывода [4].

База знаний (БЗ) состоит из двух уровней [3,5]. Первый уровень (рисунок 1) представляет собой нечеткие правила БЗ, которые преобразуют задаваемые

параметры в управляющие. На этом же уровне определяются функции принадлежности.

На втором уровне расположены лингвистические переменные для фаззификации данных системы.

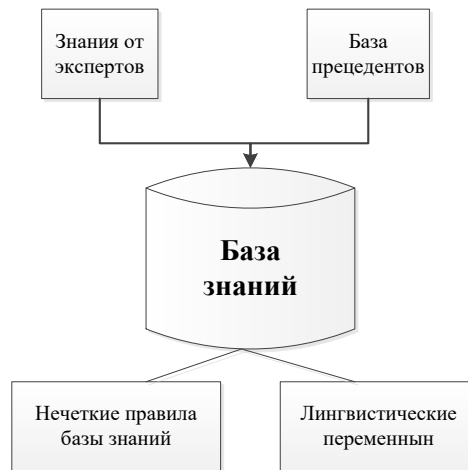


Рис. 1. Структура базы знаний

База правил формируется согласно следующей процедуре. Переменные экспериментальных данных имеют определенные максимальные и минимальные значения.

$$x \in [x_{\min}, x_{\max}] \quad (1)$$

Для прецизионной штамповки выбрана функция принадлежности треугольной формы. Параметры треугольной функции принадлежности:  $a, b, c$  — некоторые числовые параметры, принимающие произвольные действительные значения и упорядоченные отношением:  $a \leq b \leq c$ . Данная функция принадлежности порождает нормальное выпуклое унимодальное нечеткое множество с носителем — интервалом  $(a, c)$ , границами  $(a, c) \setminus \{b\}$ , ядром  $\{b\}$  и модой  $b$  [2,6].

$$f_T(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases} \quad (2)$$

С помощью ключевых точек происходит аппроксимация дискретного представления функции принадлежности.

Для показателя «температура заготовки» соответствует лингвистическая переменная «температура заготовки», которая определяется тремя множествами: «низкая» (850°C -1000°C); «оптимальная» (1050°C -1100°C); «высокая» (1200°C - 1270°C).

В качестве примера рассмотрим функции принадлежности термов показателя «температура заготовки низкая»:

$$1 \text{ терм "низкая"} = \left\{ \begin{array}{ll} 0, & x \leq 850 \\ \frac{x - 850}{100}, & 850 \leq x \leq 950 \\ \frac{1000 - x}{50}, & 950 \leq 1000 \leq x \\ 0, & x \leq 1000 \end{array} \right\}$$

Фаззификация переменной «температура заготовки низкая» представлена на рисунке 2.

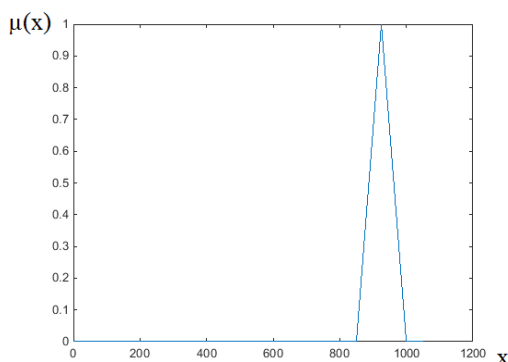


Рис. 2. Графическое представление функций принадлежности переменной «температура заготовки низкая»

При создании нечеткой продукционной модели системы могут быть использованы, как априорные данные о моделируемой системе, поступающие от экспертов, так и данные, полученные в результате измерений [7].

В первом случае, если отсутствует необходимость согласования мнений экспертов, предполагается, что задача обеспечения полноты и непротиворечивости базы нечетких правил решена заранее. В случае же, если известны только экспериментальные данные, данную задачу можно отнести к

задачам идентификации системы. На практике может иметь место также смешанный случай, когда начальная база нечетких правил строится, исходя из эвристических предположений, а ее уточнение проводится с использованием экспериментальных данных, в виде переменных [7].

Система с нечеткой логикой функционирует по алгоритму: фаззификация показаний приборов, согласно предварительно составленной базы знаний выполняется логическое заключение, дефаззификация, сигналы подаются на исполнительные механизмы.

Логическое заключение предполагает формирование выходной лингвистической переменной с помощью предварительно составленных продукционных правил базы знаний. База знаний составляется опытным экспертом из прикладной области на основании ассоциативных правил и заключений, которыми бы стал пользоваться оператор при управлении данным процессом [7]. Определены продукционные правила на примере «температура заготовки низкая», связывающая лингвистические переменные.

IF TZ < TZmin

THEN heatingT := true;

coolingT := false; {Если текущее значение температуры заготовки < нижней границы диапазона то необходимо увеличить температуру нагрева тэна}

Таким образом, процесс прецизионной штамповки является слишком сложным для получения оптимального решения в реальном масштабе времени. Использование принципов нечеткой логики для управления технологическим процессом штамповки ЗКК позволит снизить количество брака. Правила, используемые в нечеткой логике, позволяют объединить полученный опыт и знания экспертов.

### **Список использованных источников**

1. Семендий В.И., Акаро И.Л., Волосов Н.Н. Прогрессивные технология, оборудование и автоматизация кузнечно-штамповочного производства КамАЗа. М.: Машиностроение, 1989. 304 с

2. Макаров И.М., Лохин И.М., Манко С.В., Романов М.П. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления. – М.: Наука, 2006. – С. 214–217.
3. Применение многоагентной системы для управления параметрами процесса прецизионной штамповки зубчатых конических колес
4. Chernova M.A., Simonova L.A., Israfi lov D.I., Mathematical simulation of intelligent control system of metal vacuum sputtering process on the basis of application of multiagent system // World Applied Sciences Journal. – 2013. – Vol. 23, № 7. – P. 930–934.
5. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. — СПб.: БХВ Петербург, 2005. — 736 с
6. Ф.С. Новик, Я.Б. Арсов. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. Машиностроение, Москва, 304с
7. Быченко, В.П. Исследование влияния отклонения температуры и объема заготовки на усилие в процессе закрытой штамповки: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. - М., 1974. - 16 с.

---

*Gavarijeva K.N., Candidate of Technical Sciences, assistant, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan (Volga Region) Federal University.*

#### **SIMULATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF STAMPING BEVEL GEARS WITH ELEMENTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

*Abstract: the control of the technological process of precision stamping is based on the use of fuzzy logic, since the process parameters belong to a certain interval. In this paper, fuzzy logic is used to maintain the process indicators in the required ranges. Fuzzy logic is made in the form of production rules based on a pre-compiled knowledge base using linguistic variables.*

*Keywords: fuzzy logic, knowledge base, membership function, control system*

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

УДК 378

*Базарова Л.В., кандидат филологических наук, доцент кафедры филологии, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

### **ИНКЛЮЗИВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ**

*Аннотация. В статье сделан акцент на изучение противоречий между положениями законодательных актов по обеспечению равного доступа к качественному высшему образованию всем гражданам и неэффективностью механизмов их реализации, направленности образовательной политики на гуманизацию общества и неприятие социумом ценностей человека с особыми потребностями. Проведен теоретический анализ возможностей инклюзивной информационно-образовательной среды вуза в процессе формирования компетентности студентов с ограниченными возможностями.*

*Ключевые слова: инклюзивная образовательная среда, лица с особыми образовательными потребностями, высшее образование, ФГОС, непрерывное обучение, инвалидность.*

Инклюзивная образовательная среда в системе высшего образования России является ключевым фактором, влияющим на интенсивное реформирование традиционной высшей школы, делая доступ к качественному образованию лицам с особыми образовательными потребностями. Увеличение фактической численности детей, у которых констатирована инвалидность, и интенсивность интеграции таких детей в общеобразовательной пространство требуют формирования инклюзивной образовательной среды в системе высшего образования России. Это позволит обеспечить непрерывность обучения, создать возможности для самореализации детей и молодежи с особыми образовательными потребностями.



Педагоги тонко чувствуют слово, любят красоту и гармонию, поэтому способны больше других проникнуться и увидеть уникальную неповторимость, богатство индивидуальных особенностей, сильные стороны растущей личности молодого человека с особыми потребностями («Если запастись терпением и проявить старание, то посеянные зерна знаний непременно дадут добрые всходы. Обучение – корень горек, да плод сладок»). И успехи, которые делает ребенок с особыми потребностями, проходят сквозь специалистов по-особенному. Суть инклюзивного образования, прежде всего, в том, что оно дает возможность почувствовать детям и родителям взаимопомощь, заботу и значимость в обществе. Педагог должен взять за постулат, что общество должно меняться в отношении к людям с особыми потребностями, а не наоборот.

Инклюзивное образование – это постоянный поиск, преодоление определенных барьеров, достижение результатов, обогащение внутреннего мира ребенка. Актуальность темы обоснована противоречиями между положениями законодательных актов по обеспечению равного доступа к качественному высшему образованию всем гражданам и неэффективностью механизмов их реализации, направленности образовательной политики на гуманизацию общества и неприятие социумом ценностей человека с особыми потребностями.

Отношение к лицам с нарушениями психофизического развития, включения их в общественную жизнь, инновационные подходы к получению ими образования, прежде всего, проявляются в утверждении новых понятийно-терминологических определений в отношении детей с ограниченными психофизическими возможностями. Эти вопросы отличаются многоаспектностью и разнообразием подходов, что обусловлено общественно-историческим основанием.

Новые концептуальные основы общественного устройства, признание разнообразия и равноправия человеческого сообщества, продвижение мировой педагогической науки в направлении гуманизации и

образовательной демократизации обусловили появление новой понятийной терминологии, которая постепенно становится общеупотребительным и понятной [3].

Современные исследователи обозначенной проблематики, в частности, Н. Гордиенко, указывает на то, что « ... использование термина дефективный является корректным с научной точки зрения, поскольку в основе аномалий развития всегда кроется определенный дефект, как правило, физического происхождения или социального в случае моральной дефективности. Однако эти названия по морально-этическим позициям не выдержали испытания временем [1, с. 38].

Понятие «инвалид», международное определение которого впервые представлено в Декларации ООН «О правах инвалидов» в 1975, это – «лицо, которое не может самостоятельно обеспечить полностью или частично потребности нормальной личной и / или социальной жизни из-за нарушения врожденных или приобретенных физических, или умственных способностей» [5].

Термин «лицо с ограниченными возможностями здоровья» недостаточно полно соответствует синонимическому термина инвалид, что более общеупотребительный, в частности, в основных российских государственных нормативно-правовых документах (Законе «Об образовании», проекте Закон «Об образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (специальном образовании)», «Концепции реформирования специального образования» и др. [4].

В России терминология «дети с особыми потребностями», «дети с особыми образовательными потребностями» достаточно часто употребляются, однако понятийность этой терминологии распространяется только на детей, у которых определяются особенности или нарушения психофизического развития, поскольку, прежде всего, именно они идентифицируются, как дети с особыми потребностями, что, собственно, не в полной мере соответствует терминологической понятийности. В

государственных нормативно-правовых документах представлено толкование особых потребностей, как тех, что возникают в связи с инвалидностью лица. Определяется, что это, прежде всего, потребности в восстановлении или компенсации нарушенных, или утраченных способностей к различным видам деятельности, в том числе, в возможности овладения знаниями [2].

В образовательных законах и нормативно-правовых документах России, используется определение: «дети-инвалиды и дети с недостатками умственного или физического развития», «дети, которые нуждаются в коррекции физического и (или) умственного развития», «дети с ограниченными возможностями здоровья», «дети с особенностями психофизического развития» и т.д.

Унифицированность терминологии в отношении детей с ограниченными возможностями здоровья, как на том настаивают общественные организации, опираясь на международные документы по соблюдению прав человека, на сегодня в нашей стране неприемлема, поскольку, отрицая недопустимости использования дискриминационной терминологии, нельзя полностью избежать профессиональной терминологической лексики. Поэтому, учитывая вышеизложенное в практике, зачастую используются словосочетания «дети с особенностями психофизического развития», «дети с нарушениями», «дети с ограниченными возможностями здоровья», «дети с особыми образовательными потребностями» (особыми учебными потребностями, поскольку речь идет именно о потребности в обучении) «дети с ограниченными возможностями здоровья», «дети инвалиды».

Многие дети испытывают трудности в обучении и, таким образом, имеют специальные образовательные потребности на определенных этапах своего обучения в школе. В России терминология «дети с особыми потребностями», «дети с особыми образовательными потребностями» достаточно часто употребляются, однако понятийность этой терминологии

распространяется только на детей, у которых определяются особенности или нарушения психофизического развития, поскольку, прежде всего, именно они идентифицируются, как дети с особыми потребностями.

Изолированность лиц с инвалидностью приводит к тому, что среди физически здоровых людей они чувствуют себя некомфортно и не могут полноценно адаптироваться в обществе и реализовать себя. С другой стороны, общество тоже не готово воспринимать и общаться на равных с людьми с функциональными ограничениями здоровья. Ограниченные возможности понимаются как следствие того, что социальные и физические условия (культура общества, психологический климат, социальная и политическая организация и т.п.), в которых живет и работает человек с ослабленным здоровьем, сужают возможности его самореализации. Суть проблемы заключается в неравенстве возможностей при произнесении равенства прав.

Итак, исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что существующая в России система специального обучения и воспитания ориентируется на государственные требования к общеобразовательной подготовке детей с ОВЗ. Особенности психического и физического развития детей обуславливают специфику организации, содержания, методов обучения и воспитания этих детей, исключают возможность прямого использования в качестве программно-методической документации, разработанной для общеобразовательных школ, так и соответствующих стандартов образования. Разработка Федерального государственного образовательного стандарта обеспечивает детям с особыми потребностями (с нарушениями зрения, слуха, с речевой патологией, с умственной недостаточностью, задержкой психического развития, детским церебральным параличом) равные возможности для получения ранней коррекционной помощи, получения образования.

Находясь в условиях интернатного учреждения или на воспитании в семье, дети-инвалиды и их семьи в определенной степени изолированы от

общества и лишены возможности вести полноценный образ жизни в открытой среде, которое никак не соответствует их особым потребностям. С годами медленная и неустанная гуманизация общественного сознания, а также достижения в различных областях науки и техники поставили вопрос о необходимости интеграции людей с психофизическими недостатками, как социальной группы, с остальным обществом, то есть об их социальной реабилитации. С целью предоставления специальной помощи таким детям прослеживается тенденция создания различных учебно-воспитательных учреждений (лечебно-реабилитационные или учебно-реабилитационные центры, детские сады-школы-интернаты, учебно-воспитательные комплексы, классы интегрированного обучения). Ведущее место принадлежит обновлению содержания специального образования. В ряде случаев, прежде всего во вспомогательных школах и школах для детей с задержкой психического развития, содержание образования нередко превышает познавательные возможности учащихся.

Ведущим компонентом социальной работы с данной категорией детей является формирование индивидуальности, их социализация с учетом потенциальных возможностей и потребностей каждого ребенка. Построение взаимосвязей ребенка с микросреды и макросреды, развитие его сохранившихся психофизических возможностей осуществляется путем расширения сферы общения, организации досуга, творческой и игровой деятельности, помощи в самообслуживании и передвижении, обеспечения лекарствами и продуктами питания, организации оздоровления.

#### **Список использованных источников**

1. Гордиенко Н. Особенности интериоризации социальных норм детьми с инвалидностью // Социальные измерения общества. Выпуск II. М.: Институт социологии НАН, 2008. – С.367-382.
2. Денисова О.А. Стратегия и тактики подготовки педагогов инклюзивного образования // Дефектология, 2012. – № 3. – С. 81-90.

3. Кутепова Е.Н. К вопросу подготовки специалистов для реализации инклюзивной практики в системе образования // Инклюзивное образование: методология, практика, технология: материалы Междунар. науч.- практ. конф. / Моск. гор. психол.-пед. ун-т; редкол.: С. В. Алехина [и др.]. Москва, 2011. – С. 218-220.
4. Ливенцева Н.А. Обзор современных зарубежных исследований по проблемам инклюзивного образования: научные исследования из периодических изданий США и Европы по инклюзивному образованию за период с 2006 по 2011 гг. // Психологическая наука и образование, 2011. – №3: Включающее образование: осмысление инклюзивной практики. – С. 114-121.
5. Хасанова А.С. Формирование инклюзивной компетентности у учителей начальных классов в условиях инклюзивной школы при работе с детьми с различными нозологиями // Молодой ученый, 2017. – №14. – С. 668-670.

---

*Bazarova L.V., candidate of philological Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

#### **INCLUSIVE EDUCATIONAL ENVIRONMENT IN THE RUSSIAN SYSTEM OF HIGHER EDUCATION**

*Abstract. The article focuses on the study of contradictions between the provisions of legislative acts to ensure equal access to high-quality higher education for all citizens and the inefficiency of mechanisms for their implementation. The focus of educational policy is on the humanization of society and the society's rejection of the values of a person with special needs. There was carried out the theoretical analysis of possibilities of inclusive information and the educational environment of a university in the process of forming disabled students' competence.*

*Keywords: inclusive educational environment, persons with special educational needs, higher education, Federal State education standards, lifelong learning, disability.*

УДК 331.101.3

*Дынник И.В., ассистент кафедры «Техносферная безопасность», Луганский государственный университет имени Владимира Даля,*

*Хамутовская Ю.П., ассистент кафедры «Техносферная безопасность», Луганский государственный университет имени Владимира Даля,*

### **ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА МОТИВАЦИИ ЛИЧНОГО СОСТАВА СОТРУДНИКОВ МИНИСТЕРСТВА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ ЛНР**

*Аннотация: любая профессиональная деятельность служит способом удовлетворения определенного круга потребностей человека. Вместе с тем сфера существующих потребностей оказывает существенное влияние на эффективность и качество выполнения функциональных обязанностей. Одно из главных условий формирования и развития мотивационной сферы человека заключается в организации его профессиональной деятельности, которая раскрывает перспективы его развития и общественную значимость его деятельности. В работе раскрыта важная роль мотивации профессиональной деятельности сотрудников МЧС ЛНР, а также рассмотрены вопросы теории и практики мотивации личного состава с использованием теории «Z».*

*Ключевые слова: мотивация, профессиональная деятельность, персонал, риск, стимулирование, МЧС ЛНР, личный состав.*

На сегодняшний день любая профессиональная деятельность служит способом удовлетворения определенного круга потребностей человека. Вместе с тем сфера существующих потребностей оказывает существенное влияние на эффективность и качество выполнения функциональных обязанностей. Одно из главных условий формирования и развития мотивационной сферы человека заключается в организации его профессиональной деятельности, которая раскрывает перспективы его развития и общественную значимость его деятельности. Развитие и изменение мотивационной структуры субъекта деятельности в процессе освоения специальности идет в двух направлениях: – изменение уровня профессионализации, что сопровождается изменением системы профессиональных мотивов; – переход личных мотивов в трудовые мотивы.

В условиях современного развития мотивационные аспекты становятся все более важными в различных сферах деятельности. Мотивация персонала является

основным средством обеспечения оптимального использования ресурсов, мобилизации имеющегося человеческого потенциала.

Оптимальная структура профессиональной мотивации – та, в которой преобладают положительные мотивы; достаточно сильны, устойчивы и сбалансированы социальные, профессиональные, познавательные мотивы, мотивы самореализации. И среди сотрудников в системе Министерства чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий должны преобладать эти мотивы. Ведущими мотивами деятельности выступают мотивы, ориентированные на перспективу, то есть дальнейшее самообразование, саморазвитие, самосовершенствование.

При этом профессиональные мотивы изменяются по мере овладения профессией. Мотивация, как правило, меняется в сторону предстоящей деятельности. Ослабление мотивов может быть связано с изменением удовлетворения профессией, осознания трудностей в овладении знаниями, сложности профессиональной деятельности, неуверенности в успешном выполнении своих профессиональных обязанностей, что может выразиться в «текучести» кадров. На повышение уровня мотивации влияют такие факторы, как – удовлетворение процессом работы, сознание профессионального роста, радость овладения новыми способами выполнения профессиональных обязанностей, гордость за свои и коллективные успехи. Все эти факторы вырабатывают у сотрудников положительные переживания. Система внутренних убеждений личности к профессиональной деятельности, положительное отношение к профессии, осознание ее значимости для себя лично и для общества в целом оказывают значительное влияние на качество выполняемых профессиональных обязанностей. Среди мотивационных факторов профессионального развития сотрудников наиболее значимы те, которые вызывают ощущение осмысленности существования и способствуют личностному росту.

В настоящее время используются различные методы мотивации сотрудников, как экономические, так и неэкономические (социально-психологические) и др. Однако ни теория управления, ни практика управления персоналом не имеют



однозначного мнения о соотношении отдельных аспектов текущей сферы мотивации сотрудников.

Проблемы, связанные с мотивацией и стимулированием персонала, в настоящее время очень широко освещаются в различной литературе.

Поэтому подобрать конкретную мотивационную теорию для такой специфической организации, как Министерство чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий, крайне сложно. Трудовую мотивацию в целом можно представить как сложное психологическое явление, определяющее поведение человека в процессе трудовой деятельности. Иными словами имеются в виду те побуждения, которые направляют поведение человека и определяют интенсивность его усилий по достижению намеченных целей.

Уже давно известно, что трудовая мотивация любого человека проявляется в трех взаимосвязанных и взаимопроникающих состояниях:

- ✓ заинтересованности в конечных результатах труда;
- ✓ в удовлетворенности работой;
- ✓ в степени приверженности работника организации (предприятия), то есть в степени его преданности целям и интересам своей организации.

Поэтому можно сформулировать следующее понятие мотивации труда персонала – это побуждение работников к целенаправленной деятельности через воздействие внешних движущих сил (стимулов) на внутренние движущие силы (мотивы). Функцию мотивации персонала в организации осуществляет руководитель, который должен уметь определять потребности сотрудников и создавать условия, позволяющие удовлетворять эти потребности при хорошей работе[1].

Далее рассмотрим, какую мотивационную теорию можно использовать на практике для такой организации, как Министерство чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Так как МЧС занимается специфическим видом деятельности, связанным с обеспечением безопасности населения, предотвращением чрезвычайных ситуаций различного характера, а такая деятельность подразумевает под собой большой риск,

то многие действия сотрудников зависят от сплоченности коллектива, и его качественного взаимодействия, то наиболее целесообразной, по моему мнению, будет применение так называемой теории «Z».

Данная теория была разработана американским профессором У. Оучи в 1981 году на основе японского опыта управления. Эта теория основывается на коллективистских принципах мотивации[4].

Согласно теории «Z», мотивация работников должна исходить из ценностей организации как одной большой «семьи». Эти ценности требуют развития у сотрудников - с помощью стимулирования - отношений доверия, солидарности, преданности коллективу и общим целям, удовлетворенности трудом.

Другими словами, теория «Z» акцентирует внимание на коллективной мотивации и описывает работника, как того, который предпочитает работать в группе. Именно такие сотрудники требуются для работы в подразделениях МЧС. Так как оно осуществляют задачи по управлению реагированием на крупные стихийные бедствия, подготовке предложений для органов государственной власти и органов местного самоуправления по осуществлению мер обеспечения пожарной безопасности в субъектах Республики. То есть, большинство из этих задач решаются в коллективе группой лиц, и каждый сотрудник является частью целого коллектива решающего важные и опасные задачи, поэтому взаимодействие в коллективе должно быть налажено на самом высоком уровне.

Методы мотивирования персонала могут быть самыми разнообразными и зависят от различных факторов.

Классификация методов мотивации для такой структуры, как МЧС, по моему мнению, должна быть следующей:

- ✓ экономические;
- ✓ неэкономические.

Экономические методы мотивирования выражены экономическими стимулами. Они подразумевают под собой материальную мотивацию, то есть ориентацию на выполнение определенных показателей или задач, и как следствие, по итогу их выполнения получение материального вознаграждения за результат [2].

Размер заработной платы труда работников является одной из основных форм экономического мотивирования. В системе МЧС ЛНР применяется сдельная система оплаты труда, которая дополнена различными надбавками и премиями.

Также к экономическим способам воздействия на трудовую деятельность сотрудников подразделения можно отнести систему премий. Существует 3 вида премий:

Ежемесячные премии. Размер примерно одна треть от основной заработной платы. Дается работникам, чей результат признан лучшим за прошедший месяц в их подразделении. Премия дается одному работнику в каждом подразделении

Квартальная премия. Размер равен средней фактической зарплате работника, включая премии и надбавки. Выплачивается трем лучшим работникам в организации независимо от их подразделения раз в четыре месяца.

Годовая премия. Выплачивается лучшему работнику за год. Сумма равна трем фактическим заработным платам работника. Дается раз в год.

Премии за выполнение важных заданий.

Следует отметить, что такие премии для организации - это небольшие, несущественные расходы. Но данный метод мотивации позволяет сильно увеличить эффективность труда работников, повышает инициативу и вносят в организацию положительный дух соперничества.

Далее рассмотрим неэкономические методы мотивации. Наиболее эффективные из них - улучшение условий труда, и создание благоприятной атмосферы в коллективе. Также огромное влияние на качество работы имеет и отношение руководства к саморазвитию служащих. Например, в МЧС России выдают премии за повышения квалификации работников, за получение ими дополнительного высшего образования, посещение семинаров и курсов - тогда качество работы заметно улучшается, работники с удовольствием развиваются. Я считаю, что такую практику следует использовать и на территории нашей Республики.

Неэкономические методы применяются с целью повышения социальной активности сотрудника. С помощью таких методов воздействуют преимущественно

на сознание работников, на социальные, эстетические, религиозные и др. интересы людей.

Данная группа методов включает в себя разнообразные способы и приемы, разработанные социологией и психологией. К числу этих способов, например, относятся анкетирование, опрос, тестирование, интервью, беседа.

Системы мотивации персонала основаны на самых разнообразных методах, выбор которых зависит от проработанности системы стимулирования, а также общей системы управления и особенностей деятельности предприятия или организации.

Без мотивации работника невозможно дальнейшее развитие предприятия. Комплексно используя наиболее современные и передовые методы мотивирования, можно добиться значительного повышения эффективности труда и улучшения его качества. Различные способы мотивации могут оказать влияние на общую производительность, грамотность и квалификацию работников, уменьшить текучесть кадров. Эффективная система мотивации позволяет не только сохранить на предприятии наиболее перспективный кадровый состав, но и подготовить высококвалифицированный кадровый резерв, привлечь на предприятие новых сотрудников.

Мотивация особенно важна ввиду своей специфичности и важной роли в обеспечении безопасности населения в таком подразделении как Министерство чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий ЛНР.

В заключение необходимо отметить то, что для эффективного выполнения оперативно-служебных задач наибольшее значение имеет разрешение проблемы формирования кадрового состава для системы государственного управления, в том числе и для Министерства чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий ЛНР. В данной проблеме одним из главных вопросов является то, какие мотивы профессиональной деятельности необходимы лицам, несущим службу в системе МЧС.

Управление персоналом в подразделениях МЧС ЛНР – это воздействие на работников с целью формирования мотивов профессиональной деятельности и

совершенствования кадрового аппарата, отвечающего современным требованиям эффективной борьбы с чрезвычайными ситуациями и их последствиями.

### **Список использованных источников**

1. Генкин Б. М. Экономика и социология труда: учеб. для вузов. - М.: Норма, 2007 - 408 с.
2. Генкин Б. М., Коновалова Г. А. Основы управления персоналом. - М.: Высш. школа, 2008-287с.
3. Демчук О. Н. Теория организации: учеб. пособие. - М.: Флинта: МПСИ, 2009 - 264 с.
4. Кабушкин Н. И. Основы менеджмента: учеб. пособие. - М.: Новое знание, 2009 - 336 с.
5. Кибанов А. Я. Управление персоналом организации - М.: Инфра-М, 2007-512 с.

---

*Dynnik I. V., Assistant of the Technosphere Safety Department, Vladimir Dal Luhansk State University*

*Khamutovskaya Yu. P., Assistant of the Technosphere Safety Department, Vladimir Dal Luhansk State University*

### **THEORY AND PRACTICE OF MOTIVATION OF PERSONNEL OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS AND ELIMINATION OF CONSEQUENCES OF NATURAL DISASTERS OF THE LPR**

*Abstract: any professional activity serves as a way to meet a certain range of human needs. At the same time, the scope of existing needs has a significant impact on the efficiency and quality of performance of functional responsibilities. One of the main conditions for the formation and development of a person's motivational sphere is the organization of his professional activity, which reveals the prospects for his development and the social significance of his activities. The paper reveals the important role of motivation of the professional activity of the employees of the Ministry of Emergency Situations of the LNR, and also discusses the theory and practice of motivation of personnel using the theory of "Z".*

*Key words: motivation, professional activity, personnel, risk, stimulation, Ministry of Emergency Situations of the LPR, personnel.*

УДК 378.147

Макарова И.В., д.т.н., профессор, зав. кафедры «Сервис Транспортных Систем», Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский федеральный университет», email: [kamIVM@mail.ru](mailto:kamIVM@mail.ru)

Фатихова Л.А., доцент, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Сервис Транспортных Систем», Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский федеральный университет», email: [laren-311@mail.ru](mailto:laren-311@mail.ru);

Буйвол П.А., доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры «Сервис Транспортных Систем», Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский федеральный университет», email: [skyeyes@mail.ru](mailto:skyeyes@mail.ru);

Парсин Г.А., ассистент кафедры «Сервис Транспортных Систем», Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский федеральный университет», email: [inf801.parsin@gmail.com](mailto:inf801.parsin@gmail.com);

## ПРОБЛЕМЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ

*Аннотация:* Современное общество сталкивается с беспрецедентными вызовами такими, как COVID-19, которые приводят к коллапсу во многих сферах деятельности и дисбалансу в экономических системах. В этом контексте важным вопросом является цифровизация университетской образовательной среды. В то же время во многих странах снизился интерес молодежи к получению инженерного образования. Целью данной статьи является исследование проблем и факторов формирования учебной мотивации студентов инженерных специальностей, а также условий успешного овладения компетенциями необходимыми для дальнейшей профессиональной деятельности в условиях цифрового обучения. В исследовании были выделены преимущества и недостатки дистанционных технологий в образовательном процессе, выявлены трудности, возникающие при совмещении традиционных и онлайн-форм обучения, а также факторы повышения учебной мотивации в условиях цифрового обучения.

*Ключевые слова:* дистанционные технологии, цифровое обучение, учебная мотивация.

### **Введение**

В последние годы инженерное образование совершенствуется, в том числе, в связи с использованием новых электронных обучающих возможностей, в том числе

дистанционных технологий. В условиях пандемии произошел форсированный переход вузов к такому формату образования, при этом требуется быстрое внедрение новых цифровых ресурсов, методов и технологий дистанционного обучения. В то же время, многие по-прежнему привержены традиционному чтению лекций и проведению лабораторных работ, несмотря на новые формы обучения, и, следовательно, сталкиваются с серьезными проблемами и стрессом, вызванными необходимостью перехода к необычной среде. Задача актуальна и для студентов, которые, особенно в инженерной сфере, должны поддерживать свою академическую мотивацию, поскольку они вносят свой вклад в появление и разработку используемых нами технологий.

Успех такого перехода зависит не только от технологий; он также поддерживает отношение студентов к альтернативным формам обучения. Таким образом, современное общество сталкивается с очень важной проблемой, связанной с будущим системы образования. Это исследование направлено на решение следующих исследовательских вопросов:

1. оценить, насколько студенты готовы перейти в режим дистанционного обучения;
2. выделить основные изменения, с которыми предстоит столкнуться студентам;
3. определить достоинства и недостатки экстренно перехода к режиму дистанционного обучения;
4. определить уровень мотивации и удовлетворенности дистанционным обучением студентов инженерных специальностей.

### **Технологии дистанционного обучения в современном высшем образовании**

Дистанционное обучение и связанные с ним технологии являются неотъемлемой частью современной системы высшего образования [1]. Некоторые исследования [2] предоставляют доказательства того, что для успешного перехода и поддержки режима дистанционного обучения требуются соответствующие и качественные технологии. В настоящее время существует множество инструментов и методик в области инженерного образования. Такие технологии,

как виртуальная и дополненная реальность, цифровые двойники, интеллектуальное образование, позволяют улучшить образовательную среду, повышая мотивацию студентов и готовя их к жизни в цифровую эпоху [3]. Современные цифровые технологии позволяют проводить обучение на базе виртуальных классов и удаленных лабораторий, игр и геймификации, повышая при этом мотивацию и интерес студентов к учебе.

С одной стороны, современное инженерное образование должно соответствовать академическим требованиям и интересам студентов, а, с другой стороны, обеспечить эффективную подготовку квалифицированных инженеров, готовых справиться с производственными задачами в рамках цифровой экономики. Хотя цифровые образовательные среды необходимы, чтобы влиять на академическую мотивацию студентов различными способами, они иногда терпят неудачу в достижении этой цели. Многие исследования в области образовательной и учебной мотивации постоянно исследуют различные аспекты мотивации и способы ее повышения.

### **Исследования отношения студентов к дистанционным образовательным технологиям: данные Казанского федерального университета**

Чтобы из первых уст понять отношение студентов инженерных специальностей к цифровому режиму высшего образования, был проведен широкий опрос, который включал 83 вопроса. Учитывая препятствия, вызванные продолжающейся пандемией, мы записали ответы с помощью платформы Google Forms. Респондентами опроса были инженеры бакалавры и магистры Набережночелнинского филиала Казанского федерального университета.

Было получено 344 ответа (что составляет 18% студентов автомобильного отделения), подавляющее большинство из которых было представлено студентами бакалавриата - 85,1% и магистрантами - 14,9%. Возрастной состав был следующим: 70,3% респондентов в возрасте от 20 до 25 лет, затем - моложе 20 лет (25,6%). Остальные группы 26-30 лет и старше 30 лет соответственно 1,7% и 2,3%.



Чтобы выявить подготовленность студентов инженерных специальностей с точки зрения необходимого технического оборудования и технологий, студентам было предложено назвать наиболее значительные препятствия на пути к цифровому переходу. Среди наиболее критичных - технические перебои при воспроизведении видеозаписей - 25% и необходимость стабильного интернет-соединения - 24,9%, медленный интернет - почти 20%, отсутствие обратной связи с платформой - 13,4 %, отсутствие технических средств - 12,8 % и др.

Результаты показали, что только 65% студентов были удовлетворены подключением к Интернету, а остальные 35% отметили очень низкое его качество.

При этом 74,4% респондентов остались довольны качеством цифровых устройств. Согласно результатам опроса, наиболее часто используемыми устройствами в процессе дистанционного обучения были как компьютеры, так и ноутбуки, а также смартфоны. Хотя это означает, что у большинства студентов не было проблем с подключением к Интернету, это также может означать отсутствие эффективного технического оборудования для половины респондентов.

Различия в технических условиях обучения у студентов свидетельствует о наличии проблемы «цифрового неравенства» обучающихся, которая может быть связана как с материальным неравенством семей студентов, так и отсутствием доступа к широкополосному Интернету в местах их проживания в условиях дистанционного обучения.

Отчеты показывают, что переход к дистанционному обучению вызвал ряд вопросов среди студентов инженерных специальностей. В то время как 54,7 % респондентов отметили, что они успешно адаптировались к новому режиму обучения, оставшаяся половина респондентов признала, что испытывала трудности с переходом. Помимо технических вопросов, студенты также назвали некоторые проблемы, связанные со спецификой цифрового режима обучения как такового и отсутствием навыков, позволяющих осуществить плавный и успешный переход. Студенты назвали следующие препятствия: невозможность проведения лабораторных занятий (56%), ограничения в способах получения прикладных навыков (49%), высокая зависимость от технических средств (4–8 %),

необходимость проводить большую часть дня перед компьютером (45%), отсутствие личного общения (40,5%) и трудности с учетом личных качеств студентов (33%).

Результаты позволили выявить, что студенты имеют проблемы с самоконтролем и организацией индивидуальной работы. Среди наиболее часто упоминаемых также были отсутствие времени на подготовку домашнего задания и несвоевременная обратная связь от преподавателей. Опрос также показал, что у некоторых студентов возникли проблемы с поиском и использованием учебного материала, что указывает на потенциальную необходимость решения вопроса об эффективности использования режима дистанционного обучения при преподавании прикладных дисциплин.

Среди наиболее популярных способов освоения образовательных ресурсов студенты выделили университетские учебные пособия и руководства (62,8%), руководства, доступные в Интернете (56,4%) и видеоматериалы, предоставленные университетом (40,4%). При этом самыми популярными методами освоения образовательных ресурсов студенты назвали помощь преподавателей (33%), помощь сокурсников (32%) и интуитивный подход (32,3%). Лишь 2,8% респондентов признали, что им не удалось освоить курсы в режиме дистанционного обучения.

Согласно полученным данным, основными методами взаимодействия студентов и преподавателей являются Microsoft Teams (56,6%), «Виртуальная аудитория» (26,2%), Zoom и Skype (по 13,4%), за ними следуют другие менее известные платформы (3,7%).

Среди ключевых преимуществ формата дистанционного обучения в университете студенты отметили возможность совмещать работу и учебу, возможность повысить свою способность к самостоятельному обучению, доступность учебных материалов и способы их использования в любое время и в любом удобном месте.

Сохранение мотивации к обучению среди учащихся, по-видимому, является ключевой проблемой при переходе к цифровому режиму обучения. Интерес студентов и их участие в образовательном процессе являются ключевыми

факторами успеха. Поэтому мы дополнительно исследовали, в какой степени технологии дистанционного обучения влияют на академическую мотивацию студентов. На протяжении всего опроса задавались актуальные вопросы, среди которых центральным - «Как вы думаете, какие цели решают технологии дистанционного обучения?» Студенты подчеркивали возможность учиться в удобное для них время и место (22, 6%), умение работать с массовым информационным потоком и индивидуальная работа студентов по поиску актуальной информации (22,1%), повышение академической мотивации (16,9%), успехи в освоении прикладных навыков (14,8%) и возможность выхода в сеть (11,1%). 8% респондентов сказали о своем негативном отношении к дистанционному обучению и 4,5% предпочли не высказывать свои предпочтения.

В среднем студенты положительно относятся к использованию технологий дистанционного обучения в высшем образовании, однако предпочитают этот формат только в том случае, если речь идет о лекциях и размещении руководств и учебных пособий. Для оценки домашних заданий, организации и посещения семинаров, а также для дополнительного обучения такой формат не свидетельствует о высоком уровне удобства респондентов.

Большинство респондентов согласны с тем, что современное высшее образование должно сочетать дистанционные технологии и традиционные формы обучения (68, 9%). 57,8% также признают, что навыки, приобретенные в дистанционном обучении, пойдут им на пользу в их будущей профессиональной деятельности. В целом 65,7% студентов, принявших участие в исследовании, подтвердили свое положительное отношение к дистанционному обучению: почти 58% отметили положительные изменения в их способности учиться самостоятельно, 52,9% испытали повышение качества образования, в то время как почти 50% респондентов заявили, что у них есть свободное время для выполнения заданий и наблюдается повышение академической мотивации. В то же время качество лекций и взаимодействия студентов и преподавателей не выявило проблем среди студентов.

Некоторые из опрошенных утверждали, что в таком формате невозможно объективно оценить знания (31.1%). Еще 25, 3% заявили, об изменении их планов в будущем в отношении карьеры и образования, в то время как 18,3% рассказали об ухудшении их здоровья.

### **Заключение**

Данное исследование было направлено на изучение того, в какой степени удаленные технологии могут быть успешно включены в систему высшего образования и влияют ли они на академическую мотивацию студентов. Было выявлено, что технологии дистанционного обучения являются неотъемлемой частью современного образовательного процесса и в дальнейшем будут включены в систему высшего образования. Хотя такой режим имеет много неоспоримых преимуществ, инструментов цифрового обучения недостаточно, чтобы полностью заменить традиционные подходы к высшему образованию и повысить академическую мотивацию, особенно среди студентов с более низким уровнем самодисциплины и способностью работать индивидуально. Такие методы требуют от студента высокой самоотдачи и самоорганизации, а также существенно ограничивают взаимодействие между сверстниками. Наше исследование также показало, что студенты в значительной степени недовольны использованием цифрового режима для занятий, которые обычно требуют личного взаимодействия, а именно лабораторных работ и семинаров. Таким образом, разработка виртуальных лабораторий, которые позволят студентам изучить особенности конструкции узлов и деталей транспортных средств, принципов механизмов работы, технологические процессы ремонта и транспортировки, чтобы более эффективно сотрудничать становится еще одним важным вопросом для успешного приобретения инженерных навыков.

### **Список использованных источников**

1. Makarova I. Digitalization of Engineering Education: From E-Learning to Smart Education / I. Makarova, K. Shubenkova, D. Antov, A. Pashkevich // Lecture Notes in Networks and Systems, № 47. – 2019. – С. 32–4.

2. Alimudin Online Video Conference System Using WebRTC Technology for Distance Learning Support / Alimudin, A. F. Muhammad // 2018 International Electronics Symposium on Knowledge Creation and Intelligent Computing (IES-KCIC), Bali, Indonesia. – 2018. – С.384-387.
  3. Makarova I. Usage of Microscopic Simulation to Estimate the Environmental Impact of Road Transport. / I. Makarova, P. Buyvol, K. Magdin, A. Boyko, K. Shubenkova // Transportation Research Procedia, № 44. – 2020. – С. 86-93.
- 

*Makarova I.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head Department of Transport Systems Service, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan Federal University, email: kamIVM@mail.ru*

*Fatikhova L.A., Ph.D., associate professor, associate professor of the Transport Systems Service Department, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan Federal University, email: laren-311@mail.ru;*

*Buyvol P.A., Ph.D., associate professor, associate professor of the Transport Systems Service Department, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan Federal University, email: skyeyes@mail.ru*

*Parsin G.A., assistant of the Transport Systems Service Department, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan Federal University, email: inf801.parsin@gmail.com;*

## PROBLEMS AND ADVANTAGES OF USING REMOTE TECHNOLOGIES IN TRAINING ENGINEERS

*Abstract: Modern society is facing unprecedented challenges such as COVID-19, which lead to collapse in many areas of activity and imbalance in economic systems. In this context, the digitalization of the university educational environment is an important issue. At the same time, in many countries, the interest of young people in getting an engineering education has decreased. The purpose of this article is to study the problems and factors of formation of educational motivation for students of engineering specialties, as well as the conditions for successful mastery of the competencies necessary for further professional activity in the context of digital learning. The study highlighted the advantages and disadvantages of distance technologies in the educational process, identified the difficulties that arise when combining traditional and online forms of education, as well as factors for increasing learning motivation in the context of digital learning.*

*Key words: distance technologies, digital learning, learning motivation.*

## **ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ФИНАНСЫ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ**

УДК 338.242

*Зак Д.М., магистрант, 2 курс, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

*Прошкина О.В., к.э.н., доцент, доцент кафедры производственного менеджмента, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

### **ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА БИЗНЕСА ВО ВРЕМЯ ПАНДЕМИИ В США, ГЕРМАНИИ, АНГЛИИ, КИТАЕ И РОССИИ**

*Аннотация. Пандемия COVID-19 стала серьезным испытанием для человечества. Ее последствия глобальны и затрагивают все аспекты жизни общества – от демографии до экономики. На начало 2022 года в мире зафиксировано почти 350 млн заражений и более 5,5 млн смертей в результате заболевания. Временная нетрудоспособность населения и демографическая катастрофа в целом привели к нарушению ресурсообеспечения и нормального функционирования процесса общественного воспроизводства. Бизнес вынужден выживать в условиях дефицита трудовых ресурсов и государственных мер ограничительного характера. Цель работы – провести сравнительный анализ и оценить эффективность мер государственной поддержки бизнеса в условиях пандемии COVID-19 в Российской Федерации и других странах. Научная и практическая новизна исследования заключается в сравнительной оценке существующих мер государственной поддержки малого и среднего бизнеса в США, Германии, Англии, Китае и России в условиях глобальной пандемии. Установлено, что страны с разным статусом экономического развития предпринимают схожие меры поддержки предпринимательства для снижения негативного воздействия пандемии COVID-19 на экономику. При этом российские меры, направленные на смягчение последствий пандемии, отличаются большим разнообразием, хотя суммарно государственная помощь предпринимательским структурам в новых условиях в целом оказывается меньше, чем в других странах.*

*Ключевые слова: бизнес, государственная поддержка, COVID-19, пандемия, малое предпринимательство, среднее предпринимательство.*

**Актуальность** темы исследования обусловлена продолжительным влиянием пандемии на бизнес во всех странах мира. Наиболее пострадавшими от воздействия COVID-19 являются традиционные отрасли малого и среднего

бизнеса, такие как туризм, торговля, общественное питание. С начала пандемии значительное количество малых и средних предприятий были вынуждены приостановить и даже прекратить свою деятельность. Ввиду высокой значимости данных отраслей и социальной функции малого бизнеса, государственная поддержка бизнес-структур является неотъемлемым условием возврата к нормальной социально-экономической жизни общества в любом государстве [1], [8].

Выдвигается **гипотеза** о том, что от эффективности мер государственного воздействия в условиях действия пандемии зависит состояние целых отраслей и их развитие.

**Методы и методология исследования:** анализ литературы, анализ статистических данных, методы сравнения и обобщения, анализа и синтеза. В работе были использованы статистические данные Федеральной службы государственной статистики, нормативно-правовые акты, аналитические исследования разных авторов по тематике влияния пандемии на бизнес и применяемым мерам государственного воздействия по исследуемому составу государств.

#### **Результаты и обсуждение.**

Пандемия COVID-19 стала глобальной проблемой всего мира [10]. На макроэкономическом уровне ее влияние проявилось целым спектром осложнений для социально-экономической системы государств, а именно:

- в снижении потребительского спроса;
- увеличении безработицы;
- сокращении количества экономических субъектов;
- снижении налоговых доходов в бюджетах;
- увеличении бюджетных расходов;
- снижении объемов инвестиций;
- сокращении ВВП [5].

От экономики непосредственно зависит социальная сфера. Государство как главный участник перераспределительного механизма финансовой системы,

непосредственным образом заинтересовано в стабилизации экономики и увеличении темпов экономического развития.

В период кризиса, как правило, налоговые поступления снижаются по причине сокращения количества экономических субъектов, а расходы из бюджета на социальные выплаты, такие как пособие по безработице, помощь малоимущим и т.д., увеличиваются, что приводит к существенному истощению бюджета и даже образованию дефицита, который покрывается, как правило, за счет заимствований из различных источников. А это уже превращает государство из инвестора в кредитора. Следовательно, находясь в тесной цепочке взаимосвязи бизнес-государство-население, каждое звено заинтересовано в процветании. При этом государство заинтересовано в большей степени, поскольку выполняет важную функцию – обеспечение социальным минимумом в период кризиса даже в том случае, если поступления в бюджет ограничены [2].

Каждое государство, надеясь на эффективный результат, разрабатывает собственную систему мер, направленных на поддержку бизнеса. Проведем обзор применяемых в настоящее время мер российским государством, а также развитыми западными странами в лице США, Германии, Великобритании и первым государством, столкнувшимся с коронавирусной инфекцией, Китаем. Каждое из рассматриваемых государств вводили режим самоизоляции, который не мог не оказать негативного воздействия на экономику и малый бизнес, в частности.

Объемы финансирования бизнеса в период пандемии существенны и отражают уровень экономического развития и, соответственно, бюджетные возможности государств для финансирования пострадавших отраслей и предприятий. Так, по общим оценкам, США потратили на поддержку бизнеса в период 2020-2021гг. около 2350 млрд. долл., или около 5,6% ВВП. Великобритания потратила 849 млрд. долл., или 13,3% ВВП. Из бюджетных средств Германии на борьбу с пандемией потрачено 1565 млрд. долл., или 19,1% ВВП [3]. Китай выделил на поддержку бизнеса в период борьбы с пандемией



1387 млрд. долл., или 4,8% ВВП [9]. В России расходы на поддержку бизнеса в период пандемии составили 86 млрд. долл., или 2,8% ВВП (табл. 1).

Таблица 1

Объемы финансирования бизнеса в период пандемии COVID-19

Страна	ВВП, трлн. долл. США			Объем финансовой помощи, млрд. долл. США		
	2019 г.	2020 г.	ИТОГО	2020 г.	2021 г.	ИТОГО
США	21,4	20,89	42,29	2000	350	2350
Великобритания	3,3	3,08	6,38	400	449	849
Германия	4,3	3,9	8,2	885	680	1565
Китай	14,28	14,72	29	827	560	1387
Россия	1,61	1,47	3,08	45	41	86

Источник: составлено автором на основе источников [2], [5], [7]

Из таблицы видно, что по значению расходов в сумме ВВП лидирует Германия, которая выделили 19,1% ВВП на поддержку бизнеса в период пандемии [4]. В России данный показатель составляет лишь около 2,8%. По общей сумме расходов лидирует США – 2350 млрд. руб.

Развитые западные государства – США и Европейские государства – в качестве основных направлений регулирования уровня влияния последствий пандемии на бизнес избрали: повышение ликвидности рынков и развитие системы льготного кредитования для пострадавших бизнес-структур [6].

Меры государственной поддержки бизнеса в США направлены на оказание помощи малому и среднему бизнесу, пострадавшему от действия пандемии.

Основным направлением помощи в США является предоставление льготных кредитов и кредитных линий, а также налоговые льготы в виде отсрочки уплаты налогов и кредитов, а также возврат налоговых отчислений по заработной плате. Тем самым, поддержка бизнеса в США заключалась не в прямом финансировании, а в обеспечении доступа к финансовым ресурсам, предоставленным на платной и возвратной основе.

Безвозмездная помощь предоставлялась в форме возмещения экономического ущерба в результате воздействия чрезвычайных и непредвиденных ситуаций (табл. 2).

Таблица 2

Меры государственной поддержки бизнеса в США в период пандемии

Малый бизнес (численность персонала не более 500 чел.)	Средний бизнес (численность персонала от 500 до 10 000 чел.)
<p>1. Финансирование фонда оплаты труда: предоставление возвратных целевых кредитов с льготным периодом. Лимит кредита – 10 млн. долл. Цели кредита – финансирование расходов на персонал: заработной платы, оплаты отпусков, больничных и т.д. Срок кредитования – до 10 лет. Максимальная ставка по кредиту – 4% годовых.</p> <p>2. Освобождение от кредитных обязательств на период до 6 месяцев.</p> <p>3. Возмещение экономического ущерба в результате бедствий и ЧС.</p> <p>4. Бесплатные консультации для владельцев малого бизнеса.</p> <p>5. Налоговые льготы, в т.ч. возврат 50% налоговых отчислений по заработной плате.</p> <p>6. Отсрочка уплаты подоходных налогов</p>	<p>1. Предоставление нескольких видов кредитных линий с максимальной процентной ставкой 2% годовых и льготным периодом до 6 мес.</p> <p>Цели использования: - поддержка текущих операций; - сохранение не менее 90% рабочей силы.</p> <p>2. Отсрочка по уплате налогов.</p> <p>3. Предоставление прямых займов и гарантий по кредитам.</p>

Источник: составлено автором на основе источников [2], [4]

Как и США, страны Европы в качестве основных мер поддержки избрали поддержку ликвидности через предоставление кредитов. Так, в Великобритании были разработаны специальные программы по предоставлению гарантированных займов экономическим субъектам в форме льготного кредитования, а также реструктуризации кредитов. Для малых и средних предприятий действовала отдельная программа Coronavirus Business Interrupt Loan. Суть действия программы заключалась в предоставлении

жизнеспособному бизнесу кредитных средств в размере до 5 млн фунтов стерлингов. При этом ограничения по годовому обороту составляло 45 млн фунтов стерлингов, определив границы действия программы в рамках только для малого и среднего предпринимательства.

Помимо выдачи кредитов, Правительством Великобритании выдавались также гарантии по кредитам в размере 80% стоимости кредитов. Кроме того, предоставлялись налоговые каникулы. Прямое финансирование экономических субъектов осуществлялось посредством предоставления прямых грантов для микропредприятий в наиболее пострадавших секторах экономики, а также через субсидирование заработной платы работников малых предприятий в размере до 80% от зарплаты. При этом меры прямого финансирования осуществлялись с целью сохранения штата предприятий и сокращения безработицы в наиболее сложный период пандемии.

В Германии меры поддержки включают не только поддержание ликвидности. В данном европейском государстве помощь в получении кредитов для поддержки ликвидности осуществлялась преимущественно с целью предотвращения банкротства и роста безработицы в связи с прекращением деятельности предпринимательских структур.

Помимо данного направления, осуществлялось и прямое финансирование бизнеса, при этом акцент был сформирован на софинансировании стартап-проектов. Размер государственной субсидии в данном случае ограничивался суммой в 1 млн. евро. К налоговым методам воздействия на бизнес в Германии в период пандемии можно отнести: отсрочку уплаты налогов, отмену штрафов и предоплаты по налогам.

Незначительной оригинальностью отличаются меры государственной поддержки бизнеса в Китае. По аналогии с западными странами, основу государственной программы поддержки составили доступные кредиты бизнесу. Помимо данного направления, органы государственной власти скорректировали порядок взаимодействия с бизнесом по государственным заказам, смягчив условия их выполнения. Кроме того, зарезервированные на выплату пособий по

безработице финансовые ресурсы были выделены на субсидирование предпринимательских структур с целью сохранения рабочих мест, данная мера относится преимущественно к предприятиям малого и среднего бизнеса.

Тем самым, рыночный подход к решению проблем в бизнес-системе развитых государств, вызванных пандемией, а также рыночно-социальный подход китайской программы поддержки бизнеса отражают особую характеристику экономической политики государств и определяют общие тенденции и направления государственного воздействия на бизнес в период пандемии в других странах. Не является исключением и Россия.

В группу мер государственной поддержки бизнеса в период пандемии в России вошли:

- стандартная отсрочка по налогам и кредитам;
- введение моратория на банкротство и проверку бизнеса;
- снижение страховых взносов;
- предоставление беспроцентных займов, а также осуществление прямого финансирования предприятий по выплате заработной платы;
- отсрочка по уплате арендных платежей за государственное, муниципальное и частное имущество (табл. 3).

Таблица 3

Меры государственной поддержки бизнеса в России в период пандемии

Направление воздействия	Содержание направления	Схожесть с политикой другого государства
1. Отсрочка по налогам	Предоставление отсрочки по налоговым платежам для МСП	Применяет большинство стран
2. Отсрочка по уплате кредитов	Отсрочка по уплате кредитов предоставляется микропредприятиям и компаниям малого и среднего бизнеса	США
3. Мораторий на банкротство	Мораторий на 6 месяцев на подачу заявлений кредиторов о банкротстве и взыскании долгов и штрафов	Наличие некоторых сходств с программой в Германии
4. Снижение	Для МСП размер страховых взносов был	-

страховых взносов	снижен с 30% до 15% на зарплаты свыше МРОТ	
5. Беспроцентные займы на выплату заработной платы	Беспроцентные кредиты на выплату заработной платы на срок до 6 мес.	-
6. Прямая безвозмездная финансовая помощь	Финансирование выплаты заработной платы в размере 12 130 руб. на 1 человека при расчете за апрель-май 2020 г.	-
7. Отсрочка по уплате арендных платежей за государственное, муниципальное и частное имущество	Оплатить арендаторы задолженность смогут в течение 2 лет. Владельцу недвижимости запрещено вводить дополнительные платежи. Также арендодателям рекомендовано снизить размер арендной платы по соглашению с арендатором	Наличие некоторых сходств с программой Китая
8. Мораторий на проверку бизнеса	До 1 июня 2020 г. было приостановлено проведение выездных проверок субъектов МСП. Автоматически на полгода были продлены все лицензии и соглашения	-

Источник: составлено автором на основе источника [7]

Тем самым, меры поддержки бизнеса в пандемию в России отличаются разнообразием и практической востребованностью. Несмотря на некоторые очевидные сходства с программами поддержки в развитых странах, все же Россия смогла разработать собственную схему поддержки предприятий, а именно: осуществлять прямое финансирование, но ограниченными суммами и большого количества участников, предоставлять отсрочку платежей, при этом не прощать долг компаниям, осуществлять беспроцентное кредитование на цели, связанные с выплатой заработной платы [1].

По опросам различных компаний, получивших, либо претендовавших на государственную поддержку в развитых западных странах и Китае, отзывы носят положительный характер, поскольку не создавались искусственные препятствия, и помощь получил каждый, кто в ней нуждался и соответствовал установленным требованиям.

По оценкам экспертов, в России воспользовались мерами поддержки около 10% всех предпринимательских структур. Наиболее популярной и доступной мерой стало снижение размера страховых взносов, также многие воспользовались отсрочкой платежа по кредитам. При этом не все желающие смогли воспользоваться мерами государственной поддержки. В частности:

- в связи с частыми отказами в получении беспроцентных кредитов не удалось воспользоваться льготой 38% опрошенных компаний;
- не была предоставлена отсрочка по аренде 34% заявивших компаний;
- 30% компаний не получили прямую финансовую помощь на выплату заработной платы работникам [7].

При этом, согласно экспертной оценке, с учетом бюджетных возможностей России, объем предоставленной государством помощи следует определить как средний. В некоторых направлениях достигнуты существенные результаты, такие как восстановление отраслевой структуры, возвращение на рынок компаний, которые были вынуждены приостановить свою деятельность.

### **Выводы.**

От эффективности мер государственного воздействия в условиях действия пандемии зависит состояние целых отраслей и их развитие. Меры государственной поддержки и их спектр определяются уровнем экономического развития государства, а также состоянием отраслей на момент возникновения потребности в финансовой поддержке на фоне экономического кризиса. Каждое государство разработало свой перечень мер, наиболее приемлемый в условиях заданной макроэкономики. Эффективность предпринятых мер выражается в количественных показателях полученной государственной помощи и в скорости возвращения целых отраслей и отдельных компаний в привычное для них русло.

### **Список использованных источников**

1. Агеева О. Господдержку в условиях пандемии смогли получить 10% компаний. URL: <https://www.rbc.ru/economics/19/05/2020/5ec39e899a7947f896d6b1d5> (дата

обращения: 15.01.2022)

2. Баженова Т.А., Ворон О.В., Горват Е.С., Грищенко Н.Б., Деминцева Е.Б., Карева Д.Е., Кашницкий Д.С., Кашницкий И.С., Нагерняк М.А., Овчарова Л.Н., Попова Д.О., Синявская О.В., Устинова М.А. Обзор международной практики поддержки экономики и населения в условиях борьбы с пандемией коронавируса в Армении, Великобритании, Германии, Дании, Испании, Италии, Казахстане, Китае, Нидерландах, США, Финляндии, Франции, Швеции, Южной Кореи, Японии. URL: [COVID-19\\_stimulus\\_packages\\_countries260420.pdf](https://hse.ru/data/2022/01/15/1000000000/COVID-19_stimulus_packages_countries260420.pdf) (hse.ru) (дата обращения: 15.01.2022).
3. ВВП еврозоны во II квартале упал на рекордные 12,1 %. URL: <https://www.interfax.ru/business/719746> (дата обращения 15.01.2022).
4. Ковалева Т.К. Пандемия COVID19 и поддержка малого бизнеса в США: институциональные аспекты, инструменты и механизмы // Финансовые рынки и банки. 2020. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pandemiya-covid19-i-podderzhka-malogo-biznesa-v-ssha-institutsionalnye-aspekty-instrumenty-i-mehanizmu> (дата обращения: 15.01.2022).
5. Ломовцева О. А., Соболева С. Ю., Соболев А. В. Сравнительная характеристика моделей государственной поддержки национальных экономик стран мира в условиях пандемии COVID-19 // Вестник ГУУ. 2021. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitel'naya-harakteristika-modeley-gosudarstvennoy-podderzhki-natsionalnyh-ekonomik-stran-mira-v-usloviyah-pandemii-covid-19> (дата обращения: 15.01.2022).
6. Мондерер, М. Stratfor (США): Пересмотр глобальных экономических последствий пандемии COVID-19. URL: <https://inosmi.ru/economic/20200328/247139204.html> (дата обращения 15.01.2022)
7. Мусинова Н. Н., Сергиенко Н. С. Государственная поддержка малых и средних предприятий в условиях пандемии: зарубежная и российская практика // Вестник ГУУ. 2021. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvennaya-podderzhka-malyh-i-srednih-predpriyatij-v-usloviyah-pandemii-zarubezhnaya-i-rossiyskaya-praktika> (дата обращения: 15.01.2022).
8. О мерах по обеспечению устойчивого развития экономики. Постановление Правительства РФ от от 2 апреля 2020 г. № 409 // СПС «Гарант» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73749374/> (дата обращения: 15.01.2022).
9. Симэн Е., Шерешева М.Ю. Государственная политика КНР в отношении китайских малых и средних предприятий в условиях пандемии COVID-19 // Государственное управление. Электронный вестник. 2020. №79. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvennaya-politika-knr-v-otnoshenii>

kitayskih-malyh-i-srednih-predpriyatiy-v-usloviyah-pandemii-covid-19 (дата обращения: 15.01.2022).

10. Статистика коронавируса в мире. URL: <https://COVID19-2020.info/> (дата обращения 15.01.2022).

---

*Zak D.M., master's student, 2nd year, Naberezhnye Chelny Institute of the Kazan (Volga Region) Federal University*

*Proshkina O.V., candidate of economic Sciences, Associate Professor, Naberezhnye Chelny Institute of the Kazan (Volga Region) Federal University*

## GOVERNMENT SUPPORT FOR BUSINESS DURING THE PANDEMIC IN THE USA, GERMANY, ENGLAND, CHINA AND RUSSIA

*Abstract. The COVID-19 pandemic has become a serious test for humanity. Its consequences are global and affect all aspects of society - from demography to the economy. At the beginning of 2022, almost 350 million infections and more than 5.5 million deaths as a result of the disease were recorded in the world. The temporary disability of the population and the demographic catastrophe as a whole led to a disruption in the supply of resources and the normal functioning of the process of social reproduction. Business is forced to survive in the face of a shortage of labor resources and government measures of a restrictive nature. The purpose of the work is to conduct a comparative analysis and evaluate the effectiveness of government support measures for businesses in the context of the COVID-19 pandemic in the Russian Federation and other countries. The scientific and practical novelty of the study lies in the comparative assessment of existing measures of state support for small and medium-sized businesses in the USA, Germany, England, China and Russia in the context of a global pandemic. It has been established that countries with different economic development status are taking similar measures to support entrepreneurship to reduce the negative impact of the COVID-19 pandemic on the economy. At the same time, Russian measures aimed at mitigating the consequences of the pandemic are very diverse, although the total state assistance to business structures in the new conditions is generally less than in other countries.*

*Keywords: business, government support, COVID-19, pandemic, small and medium-sized businesses.*



УДК 339.5

*Табольская В.В., канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры конституционного, административного и международного права, Набережночелнинский институт Казанского (Приволжского) федерального университета*

## ВНЕШНЯЯ ТОРГОВЛЯ РОССИИ: ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ДИНАМИКИ

*Аннотация. В данной статье рассмотрена внешнеторговая деятельность Российской Федерации и ее особенности в период пандемии. Показаны изменения, произошедшие в структуре и географии внешней торговли России в 2020 году и в первой половине 2021 года по сравнению с предыдущими периодами, выделены особенности, которые произошли в указанный период во внешней торговле России.*

*Ключевые слова. Внешняя торговля, внешнеторговая деятельность, экспорт, импорт, экономика, внешнеторговый оборот.*

Для любой страны роль внешней торговли трудно оценить. Давно известно определение Дж. Сакса, которое не теряет своей актуальности и сегодня: «... экономический успех любой страны мира зиждется на внешней торговле. Еще ни одной стране не удалось создать здоровую экономику, изолировавшись от мировой экономической системы». Россия не исключение. Значение внешней торговли и внешнеторговой деятельности в стране трудно переоценить. Положительное внешнеторговое сальдо увеличивает, как известно, валовой внутренний продукт страны. Таким образом, положительно влияет на развитие экономики.

Как и следовало ожидать, в первом полугодии 2020 года, в связи с изменениями на мировом рынке, которые были вызваны пандемией, снизился внешнеторговый оборот. Снижение составило почти 17%. Поменялась и структура внешней торговли России по продаваемым товарам. Также произошли изменения в географии внешней торговли. Внешнеторговое сальдо по итогам первого полугодия по-прежнему остается положительным, хотя и сократилось на 41,8%. Но совершенно противоположные изменения

показывает первое полугодие 2021 года. Наблюдается резкий рост всех анализируемых показателей (таблица 1).

Таблица 1 Общие итоги внешней торговли Российской Федерации за 2019-2021 годы, млн долл. США [1]

	1 полугодие 2019 г.	1 полугодие 2020 г.	Темп роста, %	1 полугодие 2021 г.	Темп роста, %	Темп роста (2021/2019), %
Внешнеторговый оборот	322 399,5	267 925,2	83,1	347 009,7	129,5	107,6
Экспорт	207 690,4	161 006,5	77,5	209 368,2	130,0	100,8
Импорт	114 709,2	106 918,7	93,2	137 641,5	128,7	120,0
Внешнеторговое сальдо	92 981,2	54 087,8	58,2	71726,7	132,6	77,0

За первое полугодие 2020 года сильнее всего снизился экспорт (22,5%), объемы импорта упали незначительно (менее 7%), за счет этого и осталось положительным сальдо внешней торговли, но в 2021 году наблюдается рост этого показателя на 30% .

Если говорить о географии внешней торговли России, то можно сказать, что отмечается снижение объемов экспорта в страны Европы, а в страны АТЭС, СНГ и ЕАЭС наблюдается увеличение. Хотя Европейский Союз остается основным торговым партнером России, его значимость в географической структуре общероссийского товарного экспорта ощутимо сократилась — с 45,9% в 1 полугодии 2019 г. до 42,2% в 1 полугодии 2020 г. Доля экономик АТЭС повысилась с 26,4% до 29,1%, стран СНГ — с 12,4% до 13,0% (в т.ч. государств-членов ЕАЭС — с 8,5% до 9,2%) [1]. В товарном импорте России удельный вес Европейского Союза остался практически неизменным, примерно на уровне 35%. Доля стран Азиатско-Тихоокеанское экономическое сотрудничество изменилась с 41,7% до 42,5%, стран СНГ — с 11,6% до 10,8%, ЕАЭС — с 8,3% до 7,8%, остальных стран — с 3,1% до 3,8%. Далее рассмотрим внешнеторговую деятельность Российской Федерации по отдельным странам, где тоже произошли определенные изменения в 2020 году (таблица 2).

Таблица 2 Основные торговые партнеры России в 2019-2020 гг., млрд долл. США [2]

Страна	Экспорт		Импорт		Внешнеторговый оборот	
	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.
Китай	56,8	49,1	54,1	54,9	111,8	104,0
Германия	28,0	18,5	25,1	23,4	53,1	41,9
Белоруссия	20,5	16,9	12,8	13,2	33,3	30,1
Нидерланды	44,8	24,8	4,0	3,8	48,8	28,6
Великобритания	13,3	23,2	4,0	3,4	17,3	26,6
США	13,0	10,8	13,2	13,1	26,2	23,9
Турция	21,1	15,7	5,0	5,1	26,1	20,8

По данным таблицы 2 видно, что объемы экспорта Российской Федерации за 2020 год по сравнению с 2019 годом по всем географическим позициям значительно сократилась, за исключением Великобритании, куда в основном в 2020 году увеличился экспорт российского золота. Самым крупным торговым партнером остается Китай, хотя наблюдаются некоторые снижения объемов торговли. Белоруссия заняла третье место в ряду торговых партнеров, пропустив вперед Китай и Германию, но обогнав Нидерланды, внешнеторговый оборот с которой снизился на целых 41,4%. Торговые обороты с Германией и Турцией снизились на 21,1% и 20,3% соответственно.

Рассматривая структуру внешней торговли, можно сказать, что произошли сильные перемены: экспорт топливно-энергетических товаров снизился на 34%, а вот доля несырьевой продукции выросла. Резкое снижение и цен, и физического объема экспорта нефти, нефтепродуктов, природного газа, каменного угля привело к падению курса рубля. Стало необходимо обеспечивать приток валюты другими путями. Россия начала продавать за рубеж золото (рисунок 1), драгоценные камни (увеличение составило 2,1 раза), приостановив собственные закупки; выросли продажи сельскохозяйственной продукции: пшеницы, масел, сахара (увеличение экспорта продовольственной и сельскохозяйственной продукции составило 23%).

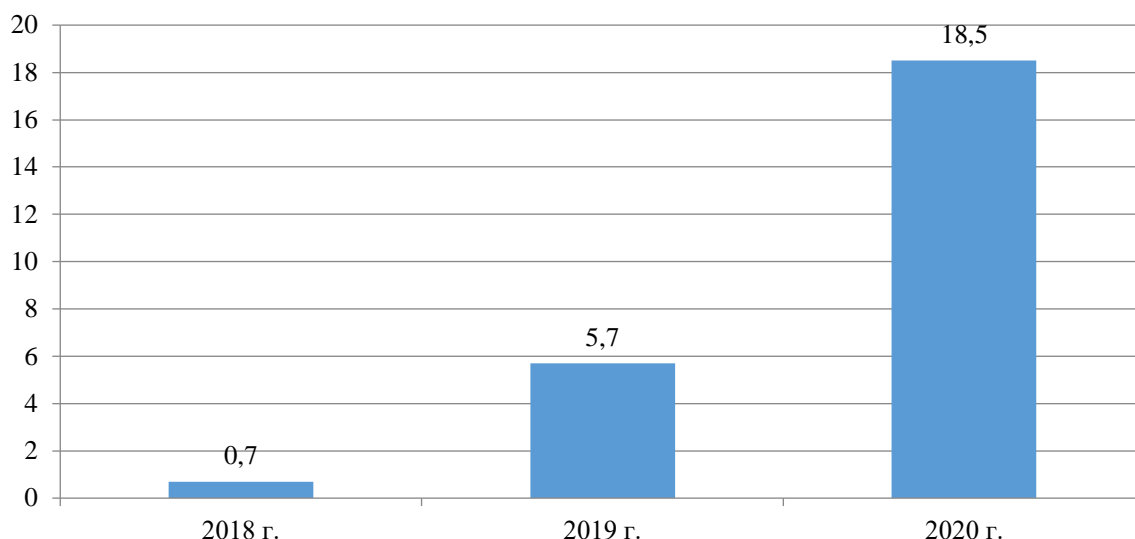


Рис. 1. Экспорт золота за 2018-2020 годы [2]

Данные рисунка указывают на более, чем трехкратный рост экспорта золота из России, особенно увеличила закупки Великобритания.

По данным Федеральной таможенной службы, стоимостный объем экспорта сырой нефти с января по июль 2020 года составил всего 63 процента от объемов ее вывоза за тот же период 2019-го. Продажи нефтепродуктов и каменного угля в денежном выражении уменьшились более чем на четверть, кокса — на 44 процента, трубопроводного газа — вполовину. Такое значительное сокращение вызвано изменением цен на мировых рынках [3].

Одновременно с этим за первые семь месяцев выросли объемы экспорта пшеницы и меслина (смесь пшеницы и ржи) — на 10 процентов больше, чем за аналогичный период 2019 года, а также растительного масла (на 38 процентов). С января по июль 2020-го Россия продала за рубеж 2,39 миллиона тонн таких масел на 1,69 миллиарда долларов. А экспорт всего агропромышленного комплекса превысил 11 миллиардов долларов [4, 5].

В данном случае можно обозначить, что наблюдается рост экспорта продовольствия и продукции сельского хозяйства. Основной прирост здесь обеспечивают зерновые и масложировые культуры. Новыми драйверами стали масличные (семена подсолнечника, соя) и свекловичный сахар.

Причин для резкого роста экспорта в этих категориях несколько. Во-первых, изменилась географическая структура стран, которые покупают масличные и сахар в России. Так, растут продажи сои, масел и воска в Китай и Индию, подсолнечного масла — в Иран, сахара — в страны Средней Азии и Азербайджан. Во-вторых, в результате санкционной политики развитых стран Запада и контрмер России произошел разворот на Восток, ориентация внешней торговли РФ на партнеров из ЕАЭС и Азии, прежде всего на Китай, Индию, Сингапур и Вьетнам. В-третьих, в 2020 году в рамках реализации нацпроекта «Международная кооперация и экспорт» правительство выделило 3,75 миллиарда рублей в виде субсидий на поддержку производства именно масличных культур [4]. Также постоянно расширяются и посевные площади под масличные культуры. А то, что в стране имелись очень высокие запасы сои и подсолнечника, которые дали возможность заводам в период пандемии работать на максимальную мощность, за счет этого появилась возможность произвести достаточно большое количество масла, излишки которого и пошли на экспорт.

Получается, что в условиях непростой ситуации, российские производители, осуществляющие внешнеторговую деятельность, смогли принять верные решения, сильно не потеряв, а во многом даже улучшив, свои позиции. Особенно это касается производителей, занятых в агропромышленном секторе.

Хотелось бы верить, что в дальнейшем экономика России будет все-таки ориентироваться на увеличение продаж за рубеж не только топливно-энергетических ресурсов, но и товаров, имеющих средние и высокие переделы. Поскольку это увеличивает добавленную стоимость продукции, а значит и доходы работников, производящих данную продукцию. А это, как известно, неизменно приводит к экономическому росту, а также влияет на социально-экономическое развитие страны.

#### **Список использованных источников**

1. Внешняя торговля Российской Федерации // Федеральная таможенная служба: официальный сайт. — URL: <https://customs.gov.ru/statistic/vneshn-torg/vneshn-torg-countries> (дата обращения 11.11.2021)
  2. Как изменилась за год торговля России с другими странами. Главное // РБК — URL: <https://www.rbc.ru/economics/15/02/2021/6028f9c79a794754fdb4362e> (дата обращения 1.12.2021)
  3. Кнобель А.Ю. Внешняя торговля России в 2020 году: предварительные итоги / А.Ю. Кнобель, А.С. Фиранчук // Мониторинг экономической ситуации в России Тенденции и вызовы социально-экономического развития. — 2020. — № 29 (131). — С. 8—13.
  4. В период пандемии в международной торговле возникли новые драйверы // DairyNews.ru — URL: <https://www.dairynews.ru/news/v-period-pandemii-v-mezhdunarodnoy-torgovle-voznik.html> (дата обращения 1.11.2021)
  5. Итоги внешнеэкономической деятельности Российской Федерации в 2020 году и I полугодии 2021 года: доклад Департамента аналитического сопровождения внешнеэкономической деятельности Министерства экономического развития Российской Федерации. — Москва, 2021. — 98 с. — URL: [https://economy.gov.ru/material/file/ab03f167412ee7cbc60d8caf776bab70/itogi\\_ved\\_v\\_2020g\\_i\\_1\\_polugodie\\_2021.pdf](https://economy.gov.ru/material/file/ab03f167412ee7cbc60d8caf776bab70/itogi_ved_v_2020g_i_1_polugodie_2021.pdf) (дата обращения 11.12.2021)
- 

*Tabolskaya V.V., candidate of economic Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

#### **RUSSIA'S FOREIGN TRADE: CHANGING STRUCTURE AND DYNAMICS**

*Abstract. This article examines the foreign trade activity of the Russian Federation and its features during a pandemic. The changes that have occurred in the structure and geography of Russia's foreign trade in 2020 and in the first half of 2021 compared to previous periods are shown, highlighted the features that occurred during the specified period in Russia's foreign trade.*

*Key words. Foreign trade, foreign trade activity, export, import, economy, foreign trade turnover*

## **ЯЗЫК В СИСТЕМЕ КОММУНИКАЦИЙ: ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ И ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

УДК 811.111

*Мальцева М.А., магистрант 1 года обучения, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

### **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО СЛЕНГА В АНГЛОЯЗЫЧНОМ ПЕСЕННОМ ДИСКУРСЕ**

*Аннотация. В статье проанализированы особенности употребления сленга в англоязычном песенном дискурсе на примере современных песен, изучены понятия дискурса, песенного дискурса и сленга. Приведена классификация функций сленга, по которой далее классифицированы сленговые единицы в современном песенном дискурсе. В ходе исследования изучено шесть текстов песен, выявлены 151 единица сленга и определена функция каждой из них.*

*Ключевые слова: сленг, дискурс, песенный дискурс, термин, единица, жанр.*

Исследование особенностей использования сленга вызвано необходимостью межэтнического взаимодействия современного общества. В наше время песни пользуются колоссальной популярностью на всей планете. Популярность может объясняться постоянным техническим прогрессом, благодаря которому в настоящее время доступ к информации сильно облегчен. Благодаря Интернету поиск любой песни любого исполнителя не запрашивает много усилий и времени, это можно сделать почти моментально. Посредством изучения песен подробнее изучается актуальная действительность того или иного народа, его культура.

Изучение различных видов дискурса – одна из самых актуальных проблем современной когнитивной лингвистики и когнитологии.

Термин «дискурс» (лат. *discoursus*, англ. *discourse*, фр. *discours* «беседа, процесс языковой деятельности, разговор; рассуждение, речь; выступление, риторика») один из наиболее общеизвестных и часто употребляемых в современной лингвистике. В настоящее время дискурс исследуется в ряде

научных дисциплин. Со стороны лингвистики дискурс можно сформулировать как сложный коммуникативный феномен, включающий, помимо текста, экстралингвистические факторы (сведения о мире, воззрения, цели и задачи адресанта), требуемые для восприятия текста [1, с. 6].

Песенный дискурс, определяется как текст вместе с контекстом его создания и трактовки, в том числе эффект, оказываемый им на слушателя в некотором историко-культурном контексте [2, с. 10]. Коммуникативной задачей песенного дискурса является влияние на эмоциональную часть личности посредством использования креолизованного текста, включающего в себя вербальный и музыкальный компоненты [3, с. 56].

Смысл термина «сленг» в отечественном языкознании точнее всего показывает значение понятия, отмеченное М.В. Араповым, 1) то же, что и жаргон (в русской литературе, в основном применительно к англоязычным странам); 2) набор жаргонизмов, являющимися пластом разговорной речи, отражающей грубовато-вольное, в некоторых случаях юмористическое отношение к предмету речи. Сленг включает в себя слова и фразеологизмы, возникшие и изначально использовавшиеся в определенных социальных группах, и транслирует установку ценностей этих групп. Как правило, части сленга в одном случае скоро выходят из обихода речи, в другом – становятся частью литературного языка, что приводит к появлению тонких стилистических и семантических различий [4, с. 461].

Сленг занимает значительную часть в англоязычном песенном дискурсе. В ходе работы было проанализировано 6 текстов англоязычных песен. Были определены функции сленга в тех или иных случаях. В ходе анализа был исследован такой современный, актуальнейший в настоящее время жанр, как Rap. В проанализированных текстах была выявлена 151 единица сленга. Для определения функции тех или иных единиц сленга, мы опирались на следующую классификацию О.А. Лаптевой [5, с. 112]:



1. Коммуникативная функция сленга служит для того, чтобы адресант мог выражать мысли, передавать информацию, а адресат мог их воспринимать и принимать.

2. Когнитивная функция выражается в том, что многие сленговые единицы выражают собой дополнительную информацию, которой нет в привычных определениях, и с помощью этого транслируют экстразнания об окружающей действительности.

3. Номинативная функция сленга проявляется в том, что некоторые явления получают новые обозначения, более эмотивно окрашенные, а также возникают слова, ранее отсутствующие в данном языке.

4. Экспрессивная функция сленга – сленг позволяет выразить отношение адресанта к чему-либо. Могут применяться оба коннотативных аспекта – эмотивный и оценочный.

5. Мироззренческая функция сленга заключается в том, что на язык влияют различные социальные особенности говорящих, их возраст, род деятельности, уровень культуры и образования.

6. Идентификационная функция позволяет говорящему идентифицировать себя и свою принадлежность к какой-либо группе в процессе общения.

7. Функция экономии времени позволяет сэкономить время коммуникации при помощи аббревиации и сокращений.

В тексте песни “No Guidance (Remix)” (Ayzha Nyree, 2020) содержатся следующие сленговые единицы со следующими функциями:

1. Экономии времени – ain't (is not – не); leavin' (leaving – уйти); comin' (coming – вернуться); 'cause (because – потому что); gon' (going to – собираться ч-л сделать); wanna (want to – хотеть); tryna (trying to – пытаться); blessin' (blessing – благословить); testin' (testing – проверять); 'til (until – до того, как), 'em (them – них); pleasin' (pleasing – симпатичный); gettin' (getting – попадать); bae (baby – «детка»); pissin' off (pissing off – надоедать, раздражать)

2. Экспрессивная – uh, oh, ooh, аyy (междометья); hella (очень)
3. Когнитивная – bag (финансы); fly (классный, крутой); lame (неудачник)
4. Номинативная – shorty (красивая, привлекательная девушка); clout (авторитет, известность, влияние); pissin' off (надоедать, раздражать).

Таким образом, в данной песне содержится 26 сленговых единиц. Большинство из них, а именно 15 единиц выполняют функцию экономии времени.

Песня “Streets” (Doja Cat, Hot Pink, 2019) содержит в себе следующие сленговые единицы с соответствующими функциями:

1. Экономии времени – goin' through (going through – пройти через ч-л); ain't (is not – не); 'round (around – среди); tryna (trying to – пытаться); 'cause (because – потому что)
2. Экспрессивная – ooh, woo, yeah (междометья); damn («черт»); rare breed (уникальный человек); birds of a feather (идеальная пара); one in a million (особенный)
3. Когнитивная – para (парень, молодой человек); keep one's cool (оставаться спокойным)
4. Номинативная – ho (девушка легкого поведения); dude (парень); chickens (девушки).

В проанализированной песне содержится 17 единиц сленга. Большинство из них, а именно 7 единиц несут в себе экспрессивную функцию.

Текст песни “Like that” (Doja Cat ft. Gucci Mane, Hot Pink, 2019) содержит в себе сленговую лексику со следующими функциями:

1. Экономии времени – ain't (am not – не); I'ma (I'm gonna – I'm going to) – я собираюсь сделать ч-л); makin' plans (making plans – строить планы); 'cause (because – потому что); gon' (going to – собираться сделать ч-л); 'em (them – их); teamin' (teaming – объединяться); screamin' (screaming – кричит); walkin' off (walking off – уходить)
2. Экспрессивная – yeah, huh, wor, burr (междометья)

3. Когнитивная – makin' bands (зарабатывать деньги); bands on one's bread (деньги, обернутые резинкой для денег, т.е. большое количество денег); front («прикидываться», «понтоваться»); big bread (большое количество денег)

4. Номинативная – shit (стиль); left on read (проявление неуважение, собеседник прочел сообщение и не ответил); bougie (богатый).

В песне было найдено 20 единиц сленга. Большинство из них, а именно 9 из них выполняют функцию экономии времени.

В "SAD GIRLZ LUV MONEY (Remix)" (Amaarae ft. Kali Uchis & Moliy, 2021) содержатся следующие единицы сленга с функциями:

1. Экономии времени – dolla (деньги, бабки); starin' (пялиться); wanna (want to – хотеть); gon' (going to – собирается); gonna (going to) – собираются); outta (out of – с); gimme (give me – дай мне); gotta (got to – должен); goin' (пойти);

2. Экспрессивная – get the fuck outta my way (проваливай с моего пути); yeah, oh, оуа, уеа (междометия);

3. Когнитивная – nigga (темнокожий, в знач. парень); paper (бабки); get naughty (шалить);

4. Номинативная – dollar bills (бабки); moolah-la-la (бабки); hottie (красавчик).

В песне найдено 20 единиц сленга. Большинство (9) из них выполняют функцию экономии времени.

Песня "INDUSTRY BABY" (Lil Nas X & Jack Harlow, Montero, 2021) содержит следующие единицы сленга с функциями:

1. Экономии времени – ain't (am not – не); waitin' (waiting – ждут); 'em (them – им); layin' (laying – ложиться); nothin' (nothing – ничего); ya (you – ты, тебя); tryna (trying to – пытаться); runnin' (running – убежать); gettin' (getting – становиться); y'all (you all – все вы); 'cause (because – потому что); talkin' (talking – болтает); takin' (taking – брать); makin' (making – делать); chokin' up (chocking up – поперхнуться); vets (veterans – ветераны); comin' (coming – приходят); walkin' 'round (walking around – находиться рядом);

2. Экспрессивная – ауу, ah, ohh, uh, ha, woo – междометия;
3. Когнитивная – plaque (табличка, в знач. награда); throw it back («поставить», включить); dog (в знач. «чувак»); nigga (темнокожий, в знач. чувак); fall off (скатиться, в знач. стать неуспешным); shit (новый материал, новая музыка); blow up (прославиться); flashy (приметный); gas smn (популяризировать к.-л.); nasty (пошлый);
4. Номинативная – layin’ low (залечь на дно); number one (хит); hood (от neighborhood – человек со двора, из детства); rootin’ for smn (поддерживать к.-л.); bash (накинуться); OG (original gangster – очень властный человек); baby boomers (беби-бумеры, люди, родившиеся в период с 1946 по 1964, согласно теории поколений Уильяма Штрауса и Нила Хоува)).

В песне найдена 41 сленговая единица. Большинство из них (18) выполняют функцию экономии времени.

“SCOOP” (Lil Nas X feat Doja Cat, Montero, 2021) содержит в себе следующие единицы сленга с функциями:

1. Экономии времени – workin’ (working – работать); ain’t (am not – не); feelin’ (feeling – чувствовать); Been in the kitchen bumpin’ NASARATI (в данной строчке использован разговорный вариант предложения “While being in the kitchen I’m bumping NASARATI”. Грамматически данная конструкция не является верной, однако употребляется в разговорной речи); goin’ crazy (going crazy – сходить с ума); movin’ work (moving work – делать работы); tryna (tryng to – пытаться); lookin’ (looking – смотреть); lil’ (little – маленький); talkin’ (talking – разговаривать); wanna (want to – хотеть);
2. Экспрессивная – ah, grrr, skrrt – междометия;
3. Когнитивная – bumpin’ («врубать», о музыке); crib (дом); scoop (сенсация); hittin’ smn’s phone (названивать); hit (доставать, бесить); hit (получиться); hit pilates (заниматься пилатесом); get tight (напрягать);
4. Номинативная – on the daily (on daily basis – ежедневно); to be the daily (быть в тренде); kick back (вечеринка в небольшом кругу близких); ex (бывший/ая возлюбленный/ая); chit-chat (болтовня).

В песне содержится 27 единиц сленга. Большая их часть (12) выполняет функцию экономии времени.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что сленг в англоязычном песенном дискурсе жанра Rap – действительно популярное явление. Процент сленга в песне “No Guidance (Remix)” (Ayzha Nyree, 2019) составляет 11 %, в “Streets” (Doja Cat, Hot Pink, 2019) составляет 7 %, в “Like That” (Doja Cat ft. Gucci Mane, Hot Pink, 2019) составляет 8 %, в “SAD GIRLZ LUV MONEY (Remix)” (Amaarae ft. Kali Uchis & Moliy, 2021) составляет 12 %, в “INDUSTRY BABY” (Lil Nas X & Jack Harlow, Montero, 2021) составляет 17 %, в песне “SCOOP” (Lil Nas X feat Doja Cat, Montero, 2021) сленг составляет 24 %. Зачастую, а именно в пяти случаях из шести проанализированных, сленг в песнях выполняет функцию экономии времени, что является характерным для песенного дискурса жанра Rap – это позволяет исполнителям «читать» текст с более высокой скоростью.

#### **Список использованных источников**

1. Плотницкий Ю. Е. Лингвостилистические и лингвокультурные характеристики англоязычного песенного дискурса: автореферат дис... канд. фил. наук. Самара, 2005. С. 21.
2. Дуняшева Л. Г. Лингвокультурные особенности конструирования гендера в афроамериканском песенном дискурсе: на материале жанров блюз и рэп: автореферат дис... канд. фил. наук. Н. Новгород, 2012. С. 24.
3. Самохин И. С. Слова-сигналы различных видов эмоциональной модальности в дискурсе поп-музыки 1970-х гг.: на материале англо- и русскоязычных песенных текстов. М: 2010. 230 с.
4. Большой энциклопедический словарь под ред. А. М. Прохорова СПб.: Большая Российская энциклопедия Норинт, 2000. 1456 с.
5. Лаптева Ю.В. Функции молодежного сленга (на материале французского языка) // Вестник МГОУ. Серия «Лингвистика». 2012. № 1. С. 158-161.
6. Интернет-ресурс: <https://genius.com/> (дата обращения: 21.10.2021).

7. Интернет-ресурс: <https://www.urbandictionary.com/> (дата обращения: 21.10.2021).

---

*Maltseva Maria, first year Master's student, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

*FUNCTIONAL FEATURES OF MODERN SLANG IN ENGLISH SONG  
DISCOURSE*

*Abstract. The study examines the features of slang in English song discourse on the example of modern songs, it also studies the concepts of discourse, song discourse and slang. In addition, the classification of slang functions was given, according to which slang words in modern song discourse were further classified. In the course of the study, six song texts were studied. 151 slang words were found and the function of each was determined.*

*Key words: slang, discourse, song discourse, term, unit, genre.*