

Набережночелнинский институт  
Казанского Федерального Университета

*Электронный журнал*

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

№2(88)2021г.



*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>7</b>
<i>Бугай Ю.И.</i> НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И СООТВЕТСТВИЕ ЕЕ СОВРЕМЕННОСТИ.....	7
<i>Будиков Л.Я., Гусев В.В., Шабельников К.В.</i> АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РАЗГОНА И ТОРМОЖЕНИЯ МОСТОВЫХ КРАНОВ .....	17
<i>Велигура А.В.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ БОЛЬШИМИ СТОХАСТИЧЕСКИМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ.....	32
<i>Верительник Е.А., Бихдрикер А.С.</i> ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТЬЮ В ЗАПАСНЫХ ЧАСТЯХ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ .....	40
<i>Толстых А.С., Гладкая А.Д.</i> МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ЗАРАЖЕНИЯ МЕСТНОСТИ ПРИ АВАРИЯХ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ.....	50
<i>Гутаревич В.О., Игнаткина Е.Л.</i> ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ ПУТИ ШАХТНОЙ ПОДВЕСНОЙ МОНОРЕЛЬСОВОЙ ДОРОГИ .....	58
<i>Донченко А.С.</i> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В СИСТЕМАХ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ.....	65
<i>Елисеев А.А., Тарасова В.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОРВАРДЕРА JOHN DEERE ДЛЯ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ.....	78
<i>Воробьев А.А., Урушев С.В., Иванов И.А., Алексеенко А.С.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ ГРУЗОВОГО ВАГОНА В ПРОЦЕССЕ ТОРМОЖЕНИЯ.....	86
<i>Бойко А.Д., Кривоногова А.Е.</i> ПРИМЕНЕНИЕ HTML5 ТЕГОВ ДЛЯ ИНДЕКСАЦИИ ВЕБ-СТРАНИЦЫ СЕРВИСНОГО ЦЕНТРА.....	98
<i>Ромашка Е.В., Кремененко И.Ю.</i> ОБЗОР ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОПАРКА .....	107
<i>Рябичева Л.А., Решетняк Д.В.</i> ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ДОРНОВАНИИ ОТВЕРСТИЙ В ТОНКОСТЕННОЙ ПОРОШКОВОЙ ПОРИСТОЙ ЗАГОТОВКЕ .....	116
<i>Тюляев В.С., Васильева Ж.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ	

СОРБЕНТОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ В МОРЯХ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА .....	125
<i>Челтыбашев А.А., Баринов А.С.</i> ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ .....	137
<i>Шульгин С.К., Синепольский Д.О.</i> НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ КИНЕМАТИКИ МАНИПУЛЯТОРА КУКА KR 16-2.....	148
<i>Шафигуллин Л.Н., Романова Н.В., Шафигуллина Г.Р.</i> ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕРМОРАСШИРЯЮЩЕГОСЯ ГРАФИТА НА СВОЙСТВА ПЕНОПОЛИУРЕТАНА .....	158
<i>Алексеев В.В.</i> ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМОЙ СЕТИ В КОРПОРАТИВНУЮ СИСТЕМУ .....	168
<i>Губачева Л.А., Малкин В.Ю., Чижевская Д.Ю.</i> ЭФФЕКТИВНАЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРНАЯ АВТОМОБИЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ РАБОТЫ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	180
<i>Горбунов А.И.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕНИ В НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЯХ.....	194
<i>Жданов С. А., Малкин В.Ю., Жданова М.Н.</i> РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОТЕХНОЛОГИЙ .....	206
<i>Кацавалов Е.А., Малкин В.Ю., Ермак В.П.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO В СИСТЕМАХ ВЫЯВЛЕНИЯ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА.....	219
<i>Михайлов Д.В., Кукушкин В.П.</i> АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ОПАСНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ТЕХНОГЕННОГО И ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА...	230
<i>Филимонова В.А.</i> РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭРГОНОМИКИ РАБОЧЕГО МЕСТА ВОДИТЕЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ .....	244
<b>ИССЛЕДОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ .....</b>	<b>251</b>
<i>Аглямзянова Г.Н., Гумерова Л.З.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CRM-СИСТЕМ В ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....	251
<i>Дынник И.В.</i> НОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ В СФЕРЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....	256

*Иванкин М.А.*

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ БАЗОВОЙ СЕРДЕЧНО-ЛЕГОЧНОЙ РЕАНИМАЦИИ В  
УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ..... 267

*Коноваленко В.Н., Коноваленко А.А., Орешкин М.В.*

ПРОВЕДЕНИЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ОБЪЕКТАХ  
ПОВЫШЕННОЙ ВЫСОТНОСТИ ..... 277

**ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ФИНАНСЫ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО  
РАЗВИТИЯ ..... 292**

*Ильин С.Ю.*

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ  
ХОЗЯЙСТВЕННОЙ КОНЪЮНКТУРЫ ..... 292

**ЯЗЫК В СИСТЕМЕ КОММУНИКАЦИЙ: ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ И  
ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ..... 301**

*Базарова Л.В.*

ОБУЧЕНИЕ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ СТУДЕНТОВ С ОВЗ В РАМКАХ  
ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ..... 301

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

УДК 614.8.084, 614.841.33, 614.849

*Бугай Ю.И., старший преподаватель, Институт гражданской защиты  
Луганского государственного университета им. В.И.Даля.*

### **НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И СООТВЕТСТВИЕ ЕЕ СОВРЕМЕННОСТИ**

*Аннотация: Статья посвящена соответствию отдельных вопросов  
нормативно-правовой базы пожарной безопасности современности.  
Проанализированы причины гибели людей при пожарах на объектах с массовым  
пребыванием людей. Рассмотрена необходимость внесения изменений в  
нормативно-правовую базу в соответствии с современными техническими  
возможностями.*

*Ключевые слова: пожарная безопасность, объект с массовым пребыванием  
людей, эвакуационные выходы, гибель людей на пожаре.*

*Введение.* В настоящее время наиболее распространенными причинами чрезвычайных ситуаций на объектах с массовым пребыванием людей являются пожары. Важнейшими показателями эффективности функционирования системы пожарной безопасности на данных объектах являются значения количества погибших и получивших травмы в результате пожаров людей. Решение задачи повышения уровня пожарной безопасности на объектах с массовым пребыванием людей предполагает проведение комплексного анализа произошедших ранее пожаров с целью выявления основных причин пожаров и факторов, приведших к значительному социальному и материальному ущербу и принятие мер по их устранению.

Проблематика пожаров на объектах с массовым пребыванием людей является актуальной, так как подобные пожары, как правило, сопровождаются большим количеством человеческих жертв и огромным материальным ущербом.

24 ноября 2003 года в Москве загорелось общежитие Российского университета дружбы народов. Погибли 44 человека, еще 182 попали в больницу с ожогами и телесными повреждениями. Причиной такого количества погибших

и пострадавших явилось следующее: быстрое распространение огня, распространение токсичных продуктов пожара по вентиляционным каналам и нарушения в содержании эвакуационных выходов. Запасной выход в корпусе был оборудован металлической дверью, открыть которую можно было только изнутри специальным ключом — снаружи она не имела ни ручки, ни замочной скважины. Коменданта с ключом у этой двери в нужный момент не оказалось, и студенты, пытавшиеся выбраться через нее, попали в западню и погибли. Открыли дверь пожарного выхода уже после того, как огонь был потушен.

11 июля 2005 года в Ухте (Республика Коми) загорелся торговый центр «Пассаж». В результате пожара погибли 25 человек, еще 10 получили ожоги. Быстрое распространения огня по горючей пластиковой обшивке и наличие решеток на окнах способствовало такому количеству погибших.

Пожар в ночном клубе «Хромая лошадь» является крупнейшим в России по числу жертв. Трагедия случилась 5 декабря 2009 года в Перми во время празднования восьмилетия со дня открытия заведения. В здании находились около 300 человек. Во время пожара погибли 111 человек. Через несколько дней в больницах скончались еще 45, увеличив общее число жертв до 156. Кроме того, еще 64 человека получили тяжки вред здоровью. Быстрому распространению огня способствовали использованный пенопласт, пластиковая отделка стен, а также скопившаяся на потолке пыль. Ведущий шоу-программы, заметив пожар, призвал посетителей покинуть помещение. После сообщения о пожаре посетители попытались эвакуироваться через фойе и узкий коридор к основному выходу. Отсутствовало аварийное освещение. В результате началась паника и давка. О выходе через кухню знал лишь персонал. Около половины погибших непосредственно на месте погибли в узком коридоре и у дверей основного выхода.

11 марта 2015 года на пожаре в казанском торговом центре «Адмирал» погибли 17 человек, двое числятся пропавшими без вести, еще около 70 получили травмы. В МЧС сообщили также, что в ТЦ «Адмирал» были выявлены многочисленные нарушения требований пожарной безопасности, что

способствовало обрушению конструкций и гибели людей. Как пояснили в ведомстве, на объекте были надстроены металлические антресоли, а предел огнестойкости металлических конструкций составлял всего лишь 15 минут. В МЧС отметили, что после начала пожара «металлические конструкции сразу завалились и перекрыли людям пути эвакуации».

25 марта 2018 года около часа дня по московскому времени в Кемерове загорелся торговый центр «Зимняя вишня». Погибли 64 человека, пострадал 51. В центре были нарушения пожарной безопасности, пожарные выходы были заблокированы. Сработали, но были отключены вручную охранником пожарная сигнализация, системы пожаротушения и дымоудаления.

*Изложение основного материала исследования.* Проанализировав вышеуказанные пожары, а так же пожары в других странах, причиной гибели и травматизма при пожарах на объектах с массовым пребыванием людей, можно сделать вывод: основная причина кроется в системе организации эвакуации.

Рассмотрим нормативно-правовую базу в отношении организации эвакуации и персонала в случае возникновения пожара на объектах с массовым пребыванием людей и на других объектах.

Основные требования к путям эвакуации изложены в следующих нормативных документах, на территории Луганской Народной Республики это «Правила пожарной безопасности в Луганской Народной Республике» утвержденные приказом МЧС ЛНР от 03 мая 2017 г. № 206, на территории Российской Федерации - Постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479 "Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации".

Начнем «от двери».

п. 4.3.11. Не допускается: устраивать на путях эвакуации пороги, выступы, турникеты раздвижные, подъемные вращающиеся двери и другие устройства, которые препятствуют свободной эвакуации людей; [1]

п. 27. При эксплуатации эвакуационных путей, эвакуационных и аварийных выходов запрещается: устраивать на путях эвакуации пороги (за

исключением порогов в дверных проемах), устанавливать раздвижные и подъемно-опускные двери и ворота без возможности вручную открыть их изнутри и заблокировать в открытом состоянии, вращающиеся двери и турникеты, а также другие устройства, препятствующие свободной эвакуации людей, при отсутствии иных (дублирующих) путей эвакуации либо при отсутствии технических решений, позволяющих вручную открыть и заблокировать в открытом состоянии указанные устройства. Допускается в дополнение к ручному способу применение автоматического или дистанционного способа открывания и блокирования устройств; [2]

То есть, на путях эвакуации не допускается размещать двери любой конструкции (раздвижные, подъемные или вращающиеся), кроме распашных, мотивируя это тем, что будет препятствие при эвакуации людей. С подъемными и вращающимися необходимо согласиться, а вот с раздвижными вопрос остается открытым (в РФ разрешается установка раздвижных дверей с определенными техническими решениями п 27 [2], на которые рассмотрим ниже).

Согласно характеристик на раздвижные двери, они оборудуются автономным питанием (на случай отключения электроэнергии), так же оборудуются системой «антипаника», которая в случае закрытых дверей и потока людей, под небольшим давлением дает данной модели дверей «распахиваться» и не препятствовать эвакуации. В тоже время, в торговых предприятиях часто применяются распашные «маятниковые» двери, которые изготавливаются из листа стекла толщиной не менее 10 мм, вес данной двери составляет примерно 50 кг (плотность стекла 2,5 г на см<sup>3</sup>). А теперь рассмотрим проведение эвакуации через такие двери, двери раскрываются на 180<sup>0</sup> и их вес составляет 50 кг, первоначально они открыты полностью по ходу движения, если их не придержать или не застопорить, двери начнут «обратный ход» на закрытие и движение по инерции в обратную сторону, какой силы будет удар по человеку, который только приблизился в выходу?

Возникает вопрос, так какие двери безопаснее в процессе обеспечения безопасной эвакуации.

Что касается п. 27 [2], «запрещается: устанавливать раздвижные и подъемно-опускные двери и ворота без возможности вручную открыть их изнутри и заблокировать в открытом состоянии ... Вопрос? Какие технические решения должны быть для открытия дверей в ручном режиме, как и чем производится блокировка их в открытом состоянии. Изнутри должны быть ручки? Блокировка клиньями, распорками или кирпичом?

Почему в нормативном документе не прописать «Разрешается устанавливать раздвижные двери на путях эвакуации, которые прошли сертификацию в органах МЧС ЛНР, МЧС РФ и разрешены к установке на путях эвакуации»?

Это что касается основных путей эвакуации, а какие требования к запасным выходам?

Одной из основных причин гибели людей на пожарах, которые произошли на объектах с массовым пребыванием людей, это закрытые эвакуационные выходы. Как правило на объектах запасные выходы закрыты на замок, а ключи находятся в помещениях охраны либо в других местах.

Значит, в случае возникновения пожара на объекте, персоналу ответственному за эвакуацию посетителей, необходимо пойти взять ключи от эвакуационных выходов, открыть их, и потом начать эвакуацию людей. Сколько времени будет потрачено на выполнение этих действий? И это при условии, что на пожаре дорога каждая минута!

В нормативных документах прописано следующее:

п. 4.3.4. При наличии людей в помещении двери эвакуационных выходов могут запираются только на внутренние запоры, которые легко отпираются. [1]

п. 26. Запоры (замки) на дверях эвакуационных выходов должны обеспечивать возможность их свободного открывания изнутри без ключа. Для объектов защиты, для которых установлен особый режим содержания помещений (охраны, обеспечения безопасности), должно обеспечиваться автоматическое открывание запоров дверей эвакуационных выходов по сигналу

систем противопожарной защиты здания или дистанционно сотрудником (работником), осуществляющим круглосуточную охрану. [2]

С одной стороны, требования есть, но с другой стороны открытые запасные выходы несут определенные проблемы. Через открытые запасные выходы возможен доступ в помещения посторонних лиц, вынос имущества и т.д. В особенности во время повышенной террористической активности, через открытые запасные выходы, возможно и проведение террористических актов. А для контроля и охраны запасных выходов тогда необходимо значительное увеличение штата охраны.

Опять же, в РФ п. 26 [2] разрешено устанавливать запоры с автоматическим или дистанционным открыванием. Рассмотрим два вида данных механизмов, первый – это электромеханический замок, и второй – электромагнитный замок. Оба замка подходят под разрешение, но есть большой нюанс. Электромеханический замок при отсутствии электроснабжения будет закрытом положении, а электромагнитный замок в открытом положении.

Установка электромагнитных замков не несет больших капиталовложений, а с точки зрения безопасности людей, данный вариант самый целесообразный.

Следующим требованием к эвакуационным мероприятиям, сомнительным в своей эффективности, является наличие планов эвакуации.

п. 3.5. В зданиях и сооружениях (кроме жилых домов), которые имеют два этажа и более, в случае одновременного пребывания на этаже более 25 человек должны быть разработаны и вывешены на видных местах планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара. [1]

п. 5. В отношении здания или сооружения (кроме жилых домов), в которых могут одновременно находиться 50 и более человек (далее - объект защиты с массовым пребыванием людей), а также на объекте с постоянными рабочими местами на этаже для 10 и более человек руководитель организации организует разработку планов эвакуации людей при пожаре, которые размещаются на видных местах. [2]

Исходя из небольшого опроса коллег, при посещении общественных зданий никто не обращал внимание на планы эвакуации.

Не будем подводить все объекты под одну «гребенку», например в гостиницах согласно п. 7.1.1 [1] п. 84 [2] планы эвакуации должны быть в каждом номере, и в случае пожара можно с ним ознакомиться и выбрать наиболее безопасный путь, чтобы покинуть здание. Эти нормы (размещение планов эвакуации в каждом помещении с пребыванием людей) можно применить в лечебных учреждениях, дошкольных, школьных и образовательных учреждениях и т.д.

На объектах с массовым пребыванием людей, а именно, супермаркеты, торговые и торгово-развлекательные центры, объекты досуга (театры, кинотеатры, ночные клубы) это не целесообразно. Тем более с трактовкой их размещения «на видных местах».

Во время строительства вышеуказанных объектов с площадями не сотни и тысячи квадратных метров, а уже десятки тысяч квадратных метров, со сложной планировкой, найти и посмотреть план эвакуации будет не легче, чем найти выход из здания.

Наличие световых указателей путей эвакуации должно быть обязательным, они должны отличаться цветом, например указатели основных путей – зеленые, указатели запасных путей эвакуации – светло-зеленые, салатовые. Так же существует необходимость дистанционного управления указателями по направлениям, чтобы отключать те, которые приведут к месту пожара, а не наоборот. Для дублирования световых указателей, применять еще и тактильные указатели, центральные линии путей эвакуации выкладывать рифленой плиткой, основные пути – шириной 1 м, запасные – 0,5 м. Данный метод будет эффективен не только для посетителей и персонала, а и для личного состава пожарно-спасательных подразделений, так как при проведении разведки на таких больших площадях ограничивает применение путевых шнуров, рукавных линий, и в задымленной среде возможна дезориентация с последующим травматизмом, а то и гибелью пожарных-спасателей.

Еще одним немаловажным фактором в организации эвакуации, является подготовка персонала.

И Правила пожарной безопасности [1], и Правила противопожарного режима в РФ [2], не дают четкого представления о необходимости наличия должности ответственного за пожарную безопасность (инженера по ПБ, службы ПБ и т.д.). Только прописано, в ЛНР – «необходимо назначить ответственных по обеспечению пожарной безопасности» п. 3.2 [1], а в РФ – «руководитель вправе назначить назначать лиц, которые по занимаемой должности или по характеру выполняемых работ являются ответственными за обеспечение пожарной безопасности» п. 4 [2].

По обучению лиц ответственных за пожарную безопасность, нет отдельного указания, п. 2.3 [1] и п. 3 [2] обязывают только обучение персонала.

Существует необходимость дополнения вышеуказанных правил пунктами определяющими, при каких условиях в организации, предприятии и т.д., должна быть должность специалиста по пожарной безопасности, квалификационные требования к должности и т.д. В каких случаях должны организовываться группы, отделы или службы по пожарной безопасности, а также квалификационные требования к сотрудникам.

На объектах с массовым пребыванием людей, приказом должны быть определены лица ответственные за эвакуацию посетителей, детей в школьных и дошкольных учреждениях, больных в больницах. Для данной группы сотрудников, на уровне учебно-методических центров МЧС, должны быть разработаны учебные планы обучения, и при приеме на работу, данная категория сотрудников проходит курсы подготовки по действиям в случае пожара.

*Выводы и перспективы дальнейших исследований.* В данной статье было рассмотрено всего одно направление по обеспечению безопасности людей при возникновении пожара, а именно – требования к эвакуационным путям. В результате исследования был предложен ряд изменений в нормативные

документы, которые способствуют повышению пожарной безопасности объектов с массовым пребыванием людей.

Разработка нормативной базы по пожарной безопасности требует кропотливого труда не только специалистов в сфере пожарной безопасности, а и специалистов других отраслей. Применение технических новшеств позволит избежать многих негативных факторов в случае возникновения пожаров, уменьшить материальный ущерб, и самое главное – избежать гибели и травматизма людей.

Разработка нормативной базы по пожарной безопасности, это не только мероприятия технического характера, а и мероприятия социального характера. И по некоторым вопросам, таким как наличие планов эвакуации, качества обучения и подготовки персонала, необходимо проведение социальных опросов с последующими выводами.

Каждый резонансный пожар заканчивается поиском виновных и указанием о дополнительных проверках объектов данного назначения. Но, выводов о том, что нормативная база несовершенна, требует переработки или внесения изменений не следует.

Доскональный анализ пожаров, с установлением причин пожаров и причин последствий этих пожаров, должен иметь выводы, в которых отображаются пути решения устранения причин. Нормы в Правилах [1, 2] должны иметь конкретную формулировку «разрешено или запрещено», формулировка «допускается, возможно» и т.д. дает возможность различной трактовки и исполнения.

Отделы нормативно-технической работы МЧС всех уровней, должны заниматься не только выдачей экспертных заключений по проектам строительства, а и постоянно вести работу по усовершенствованию нормативной базы.

Во многих странах мира, учебные заведения являются основой для разработки инноваций. Необходимо чтобы в учебных заведениях к проведению

занятий привлекались практические сотрудники МЧС, в особенности те практические сотрудники, которые занимаются научной работой.

Взаимная работа практических сотрудников МЧС, учебных заведений МЧС и других организаций приведет к разработке нормативной базы соответствующей современности и действительности.

#### Литература

1. «Правила пожарной безопасности в Луганской Народной Республике» утвержденные приказом МЧС ЛНР от 03 мая 2017 г. № 206.
2. Постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479 "Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации".
3. Анализ пожаров на объектах с массовым пребыванием людей на примере ночных клубов А.А. Задурова; А.В. Матвеев, кандидат технических наук, доцент; А.С. Смирнов, доктор технических наук, профессор. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России. URL: <https://vestnik.igps.ru/wp-content/uploads/V20201/5.pdf>.
4. Статистика пожаров в РФ. URL: <https://yandex.ua/turbo/pozharanet.com/s/pozhar/statistika-pozharov.html>

---

*Bugai Y.I., Senior Lecturer, Civil Protection Institute Vladimir Dahl Luhansk State University, Lugansk*

#### REGULATORY FRAMEWORK FOR FIRE SAFETY AND COMPLIANCE WITH ITS MODERNITY.

*Abstract: The article is devoted to the compliance of certain issues of the regulatory and legal framework of fire safety of our time. The causes of death of people in fires at objects with a mass presence of people are analyzed. The necessity of making changes to the regulatory framework in accordance with the technical capabilities of modern times is considered.*

*Keywords: fire safety, an object with a mass presence of people, evacuation exits, death of people in a fire.*

УДК 621.874

*Будиков Л.Я., доктор технических наук, профессор, ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» (г. Луганск).*

*Гусев В.В., магистрант, ГОУ ВПО ДНР «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» (г. Макеевка).*

*Шабельников К.В., магистрант, ГОУ ВПО ДНР «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» (г. Макеевка).*

## АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РАЗГОНА И ТОРМОЖЕНИЯ МОСТОВЫХ КРАНОВ

*Аннотация: выполнен сравнительный анализ динамики разгона и торможения мостовых крюковых кранов с учетом фактических пусковых и тормозных механических характеристик. Кран с грузом представлен в виде многомассовой динамической модели, изложен пример решения задачи формирования тормозных характеристик, обеспечивающих оптимальное (рациональное) торможение.*

*Ключевые слова: мостовые краны, пуско-тормозные процессы, многопараметрическая оптимизация.*

Введение. В настоящее время величина тормозного момента механизма передвижения грузоподъемного крана определяется из условия погашения кинетической энергии вращающихся и поступательно движущихся масс привода и крана за заданное время или на заданном тормозном пути. При определении тормозного момента рассматривается движение крана без груза, не учитываются упругие свойства элементов механизма и металлоконструкции, гибкий подвес груза [1].

Целью работы является анализ динамики разгона и торможения мостовых крюковых кранов г/п 10 т, рассматриваемых в виде многомассовой динамической модели. Ставится задача расчета и формирования тормозных характеристик, обеспечивающих оптимальное (рациональное) торможение.

Переходные процессы передвижения грузоподъемного крана всесторонне могут быть охарактеризованы только совокупностью параметров. В частности

“качество” тормозных процессов мостовых кранов достаточно полно характеризуется четырьмя параметрами: *временем торможения*  $t_T$ , *максимальной амплитудой отклонения груза после остановки крана*  $A^{\max}$ , *максимальными динамическими нагрузками металлоконструкции*  $P_M^{\max}$  *и привода*  $P_{пр}^{\max}$ .

Инерционные нагрузки металлоконструкции крана складываются из колебаний свободно подвешенного на канатах груза и колебаний металлической конструкции. Высокочастотные колебания привода практически не сказываются на низкочастотных колебаниях металлоконструкции и груза. Поэтому при определении инерционных нагрузок металлоконструкций и колебаний груза, возникающих при разгоне, мостовые краны могут быть представлены трехмассовой двухсвязной динамической моделью (рис. 1), движение которой описывается уравнениями (1).

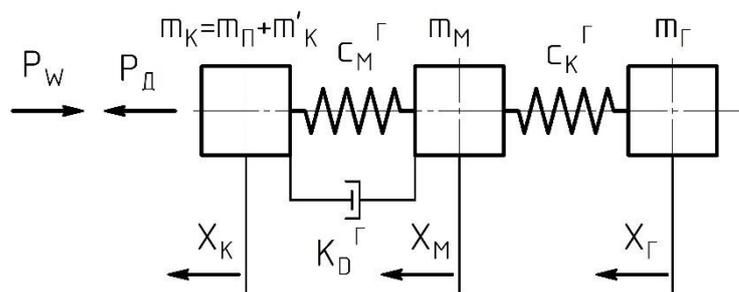


Рис. 1. Трехмассовая динамическая модель мостового крана при разгоне

$$\begin{aligned}
 m_k \cdot \ddot{x}_k + k_D^\Gamma \cdot (\dot{x}_k - \dot{x}_m) + c_m^\Gamma \cdot (x_k - x_m) - P_{dq} + P_w &= 0; \\
 m_m \cdot \ddot{x}_m - k_D^\Gamma \cdot (\dot{x}_k - \dot{x}_m) - c_m^\Gamma \cdot (x_k - x_m) + c_k^\Gamma \cdot (x_m - x_g) &= 0; \\
 m_g \cdot \ddot{x}_g - c_k^\Gamma \cdot (x_m - x_g) &= 0.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

На рис. 1 и в уравнениях (1) приняты следующие обозначения:

$m_\Pi$  - приведенная к ходовым колесам масса вращающихся частей механизма передвижения крана, кг;

$m'_k$  - масса моста, приведенная к перемещению концевых балок, кг;

$m_k$  - приведенная к ходовым колесам масса вращающихся частей привода (от ротора двигателя до ходового колеса включительно) и масса моста,

приведенная к перемещению концевых балок, кг;

$m_M$  - приведенная к середине пролета масса средних частей моста и порожней тележки, кг;

$m_\Gamma$  - масса груза, кг;

$P_{dq}$  - сила электродвигателя, приведенная к ободу приводных ходовых колес, Н;

$P_W$  - сила статического сопротивления передвижению крана, Н;

$c_M^\Gamma$  - коэффициент жесткости металлоконструкции крана в горизонтальной плоскости, Н/м;

$c_K^\Gamma = G/\ell$  - горизонтальная составляющая натяжения грузовых канатов при  $(x_M - x_\Gamma) = 1$  (при этом горизонтальная составляющая считается пропорциональной амплитуде отклонения груза), Н/м (здесь  $\ell$  - длина подвеса груза, м);

$E \cdot I_y$  - изгибная жесткость моста в горизонтальной плоскости, Н·м<sup>2</sup>;

$K_D^\Gamma$  - коэффициент затухания колебаний (демпфирования) металлоконструкции в горизонтальной плоскости, Н·с/м;

$x_K, x_M, x_\Gamma$  - пути, проходимые соответствующими массами от начала координат, м.

Уравнение приведенной силы привода в различных режимах работы крана имеет вид [2]:

- двигательный режим

$$P_{dq} = \frac{K_q \cdot (v_o - \dot{x}_K)}{B_q + (v_o - \dot{x}_K)^2}; \quad (2)$$

- режим противовключения электродвигателя

$$P_{пр} = - \frac{K_q \cdot (v_o + \dot{x}_K)}{B_q + (v_o + \dot{x}_K)^2}; \quad (3)$$

где  $K_q = 2 \cdot M_K \cdot S_{Kq} \cdot v_o \cdot u \cdot \eta / r_K$ ;  $B_q = S_{Kq}^2 \cdot v_o^2$ ;  $M_K = \lambda \cdot M_H$  - критический (опрокидывающий) момент двигателя;  $S_{Kq}$  - критическое скольжение на

механической характеристике  $q$ ;  $V_0 = V_K \cdot n_0 / n_H$  – скорость передвижения крана, соответствующая синхронной частоте вращения ротора двигателя;  $u$  – передаточное число привода;  $r_K$  – радиус ходового колеса;  $\dot{X}_K$  – текущее значение скорости передвижения крана.

На рис. 2 помещены графики механических характеристик механизма передвижения мостового крюкового крана г/п 10 т пролетом 28,5 м при "благоприятном" («пилообразная» характеристика 1-2-3-4-5) и "неблагоприятном" (характеристика 3-4-5) разгоне крана.

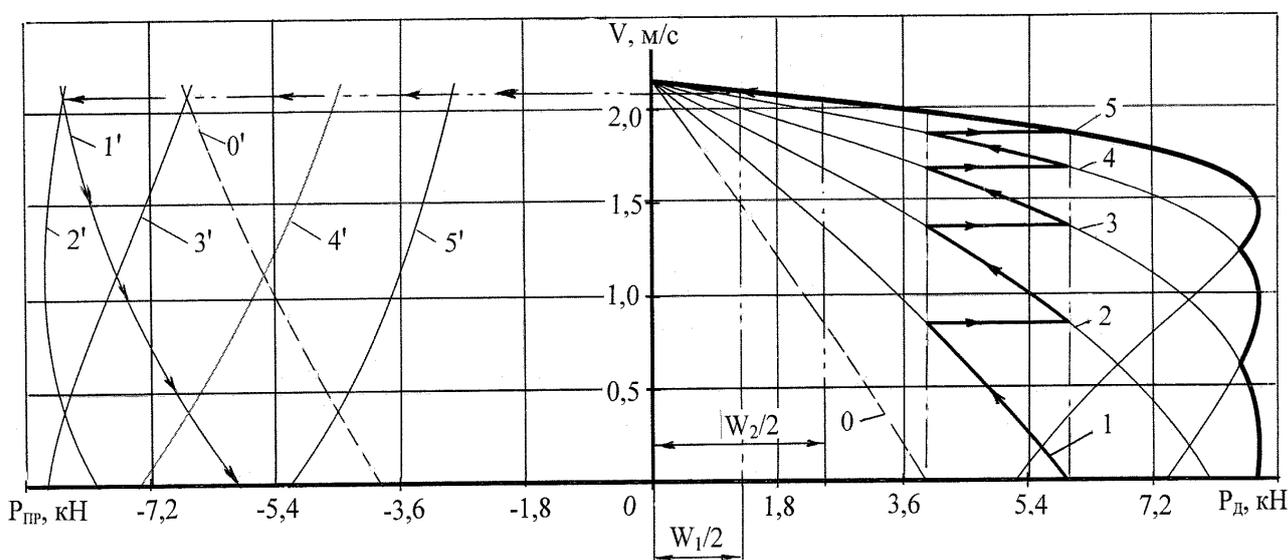


Рис. 2. Механические характеристики механизма передвижения мостового крюкового крана г/п 10 т пролетом 28,5 м

Сопротивление передвижению мостового крана складывается из сопротивлений трения качения ходовых колес по рельсам и трения в буксах ходовых колес  $W_{тр}$ , сопротивления трения реборд ходовых колес о головки рельсов (учитывается коэффициентом  $k_p$ ) и сопротивления от уклона подкранового пути  $W_y$ . Для кранов работающих в помещении суммарное сопротивление передвижению изменяется от  $W_1 = W_{тр} - W_y$  до  $W_2 = k_p \cdot W_{тр} + W_y$ . Для рассматриваемых кранов различных пролетов расчетные значения сопротивлений передвижению помещены в табл. 1. Как видно, сопротивление передвижению кранов одного пролета может изменяться почти в 2 раза, а разных пролетов – в 3 раза.

Таблица 1

Сопротивления передвижению мостовых крюковых кранов г/п 10 т

Пролет крана L, м	$W_{тр}$ , Н	$k_p \cdot W_{тр}$ , Н	$W_y$ , Н	$W_1$ , Н	$W_2$ , Н
22,5	1762	2643	261	1501	2904
28,5	2152	3228	319	1833	3547
34,5	2735	4103	405	2330	4508

На рис. 3 помещены графики: скоростей концевых балок  $V_k$ , середины пролетных балок с тележкой  $V_m$  и груза  $V_r$ ; приведенной к поступательному перемещению крана силы механизма передвижения крана  $P_d$ ; горизонтального усилия на металлоконструкцию  $S_m$ ; горизонтальной составляющей усилия в канатах  $S_k$  (амплитуды отклонения груза от вертикали  $A = S_k / c_k$ ) при “благоприятном” (рис. 2, характеристика 1-2-3-4-5) разгоне крана. Рассмотрена трехмассовая двухсвязная динамическая модель крана, движение которой описываются системой нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка (1).

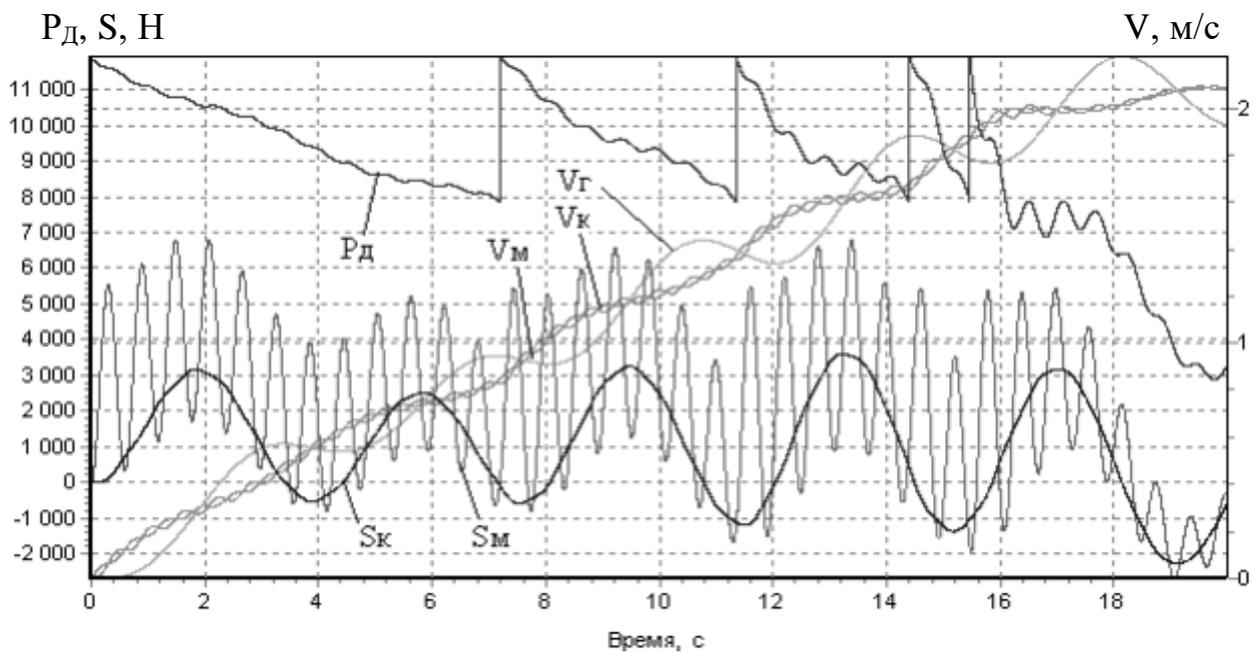


Рис. 3. “Благоприятный” разгон крана (г/п 10 т;  $W_2 = 4508$  Н;  $L = 34,5$  м)

Разгон крана пролетом  $L = 34,5$  м при длине подвеса груза  $l_n = 5$  м до скорости  $V_k = 2$  м/с в случае наличия трения реборд и движении на уклон произошел за  $t_p = 16,72$  с, при этом  $S_m^{(max)} = 6,79$  кН,  $S_k^{(max)} = 3,60$  кН (в случае отсутствия трения реборд и движении под уклон  $t'_p = 11,71$  с,  $S'_m^{(max)} = 10,66$  кН,

$$S'_k^{(\max)} = 4,44 \text{ кН}.$$

Разгон двигателя по “пилообразной” механической характеристике возможен, если отключение сопротивлений в цепи ротора электродвигателя осуществляется с помощью реле скорости. В противном случае разгон происходит по пилообразной характеристике с неодинаковыми значениями моментов (приведенных сил) переключения двигателей с одной механической характеристики на другую. В качестве самого неблагоприятного рассмотрен разгон двигателей по показанным на рис. 2 жирными линиями участкам механических характеристик 3, 4 и 5. В этом случае разгон крана пролетом  $L = 34,5$  м при наличии трения реборд и движении на уклон произошел за  $t_p = 7,67$  с, при этом  $S_M^{(\max)} = 13,18$  кН,  $S_K^{(\max)} = 6,06$  кН ( $t'_p = 6,97$  с,  $S'_M^{(\max)} = 15,69$  кН,  $S'_K^{(\max)} = 7,06$  кН).

Значения времени разгона (торможения) кранов  $t_p$  ( $t_T$ ), усилий  $S_M^{(\max)}$ ,  $S_K^{(\max)}$ , приведенной силы механизма  $P_d^{(\max)}$  для кранов разных пролетов, предназначенных для работы в помещении, рассчитаны решением соответствующих систем дифференциальных уравнений и помещены в табл. 2.

Сравнение “благоприятного” и “неблагоприятного” случаев разгона крана пролетом 34,5 м показывает, что во втором случае время разгона сократилось в 2,18 раза (1,68 раза), усилие  $S_M^{(\max)}$  увеличилось в 1,94 раза (1,47 раза), усилие  $S_K^{(\max)}$  - в 1,68 раза (1,59 раза).

Торможение крана противовключением электродвигателей с механической характеристики 5 на характеристику 1' (рис. 2) сопровождается значительным увеличением (броском) приведенной тормозной силы механизма (в рассматриваемом случае  $P_{d(\max)} = -16,78$  кН), что приводит к резкому торможению крана:  $t_T = 4,25$  с;  $S_M^{(\max)} = 21,28$  кН;  $S_K^{(\max)} = 9,73$  кН ( $t'_T = 4,77$  с;  $S'_M^{(\max)} = 19,14$  кН;  $S'_K^{(\max)} = 8,74$  кН) - см. табл. 2. В сравнении с “идеальным” разгоном  $S_M^{(\max)}$  увеличилось примерно в 2,0 раза,  $S_K^{(\max)}$  – в 2,2 раза.

В таблицу 2 помещены значения параметров переходных процессов разгона и торможения мостовых крюковых кранов г/п 10 т, полученные решением системы дифференциальных уравнений (1).

Таблица 2

Значения параметров переходных процессов  
(мостовые крюковые краны г/п 10 т для работы в помещении)

Вид переходного процесса	Разгон при изменении $P_d$ по "пилообразной" характеристике		Разгон при изменении $P_d$ по "огibaющей" кривой		Торможение противовключением э/д на характеристику 1'	
$L = 34,5 \text{ м}, \ell_{\Pi} = 5 \text{ м}$						
Соппротивление $W$	$W_1 = 2330 \text{ Н}$	$W_2 = 4508 \text{ Н}$	$W_1 = 2330 \text{ Н}$	$W_2 = 4508 \text{ Н}$	$W_1 = 2330 \text{ Н}$	$W_2 = 4508 \text{ Н}$
$S_{M(\max)}, \text{ Н}$	10655	6791	15685	13179	-19144	-21283
$S_{K(\max)}, \text{ Н}$ ( $A_{\max}, \text{ М}$ )	4436 (0,22)	3599 (0,18)	7057 (0,35)	6058 (0,30)	-8738 (0,44)	-9725 (0,49)
$P_{d(\max)}, \text{ Н}$	11938	11935	17412	17412	-16777	-16777
$t_p(t_T), \text{ с}$	11,71	16,72	6,97	7,67	4,77	4,25
$L = 28,5 \text{ м}, \ell_{\Pi} = 5 \text{ м}$						
Соппротивление $W$	$W_1 = 1833 \text{ Н}$	$W_2 = 3547 \text{ Н}$	$W_1 = 1833 \text{ Н}$	$W_2 = 3547 \text{ Н}$	$W_1 = 1833 \text{ Н}$	$W_2 = 3547 \text{ Н}$
$S_{M(\max)}, \text{ Н}$	9870	9934	17758	15594	-20190	-21918
$S_{K(\max)}, \text{ Н}$ ( $A_{\max}, \text{ М}$ )	5515 (0,28)	5108 (0,26)	9064 (0,45)	8047 (0,40)	-10471 (0,52)	-11420 (0,57)
$P_{d(\max)}, \text{ Н}$	11938	11935	17412	17412	-16777	-16777
$t_p(t_T), \text{ с}$	8,32	11,03	4,70	6,33	3,96	3,76
$L = 22,5 \text{ м}, \ell_{\Pi} = 5 \text{ м}$						
Соппротивление $W$	$W_1 = 1501 \text{ Н}$	$W_2 = 2904 \text{ Н}$	$W_1 = 1501 \text{ Н}$	$W_2 = 2904 \text{ Н}$	$W_1 = 1501 \text{ Н}$	$W_2 = 2904 \text{ Н}$
$S_{M(\max)}, \text{ Н}$	10023	8687	18192	16722	-19643	-21104
$S_{K(\max)}, \text{ Н}$ ( $A_{\max}, \text{ М}$ )	7144 (0,36)	5882 (0,29)	12387 (0,62)	11247 (0,56)	-13413 (0,67)	-14415 (0,72)
$P_{d(\max)}, \text{ Н}$	11936	11936	17412	17412	-16777	-16777
$t_p(t_T), \text{ с}$	6,56	7,37	3,48	3,74	3,29	3,15

В работе [3] изложена концепция метода расчета параметров оптимальных тормозных характеристик механизмов передвижения кранов. Ниже помещен пример расчета параметров оптимальной (рациональной) тормозной характеристики механизма передвижения мостового крюкового крана г/п 10 т конструкции ВНИИПТМАШ ( $V_{кр} = 2 \text{ м/с}$ , ПВ = 40 %,  $L = 28,5 \text{ м}$ , привод раздельный), тормозное устройство – устройство электродинамического

торможения (УДТ). Каждый привод механизма передвижения этих кранов, предназначенных для работы в помещении, состоит из двигателя МТФ 211-6 ( $N = 7,5$  кВт,  $PВ = 40 \%$ ,  $n_n = 930$  об/мин,  $M_{max} = 191$  Н·м), редуктора Ц2-300 ( $u = 9,8$ ), тормоза ТКГ-160 ( $M_{T(max)} = 100$  Н·м), ходового колеса радиусом  $r_k = 0,2$  м, соединенных между собой муфтами. Масса крана пролетом 28,5 м  $m_{кр} = 22500$  кг, масса тележки  $m_T = 2600$  кг; масса моста  $m_{мост} = 19900$  кг.

Исследование и оптимизация процессов торможения рассматриваемого мостового крана выполнено на дискретной трехмассовой двухсвязной динамической модели (рис. 1), движение которой при торможении описывается системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} m_k \cdot \ddot{x}_k + P_m - P_w - P_T(\tilde{z}_1, \tilde{z}_2, \tilde{z}_3) = 0; \\ m_m \cdot \ddot{x}_m - P_m + P_k = 0; \\ m_2 \cdot \ddot{x}_2 - P_k = 0, \end{cases} \quad (4)$$

где в дополнение к упомянутым ранее величинам  $P_m = c_m^r \cdot (x_m - x_k) + k_D^r \cdot (\dot{x}_m - \dot{x}_k)$  - текущее значение горизонтальной инерционной нагрузки на металлоконструкцию крана;  $P_k = c_k^r \cdot (x_\Gamma - x_m)$  - текущее значение горизонтальной составляющей натяжения канатов при отклонении груза от вертикали;  $\tilde{z}_1, \tilde{z}_2, \tilde{z}_3$  - натуральные значения независимых переменных (факторов), задающих вид тормозной характеристики привода (механизма).

Рассмотрен случай, когда механизм передвижения крана оснащен устройством динамического торможения (УДТ). При комбинированном торможении приведенная тормозная сила привода (5) однозначно задается с помощью трех факторов: максимального момента  $M_{k\xi}$ , критического скольжения  $s_{k\xi}$  электродвигателя и скорости крана  $v_{B\xi}$ , при которой отключается УДТ и срабатывает механический тормоз:

$$P_T(M_{k\xi}, s_{k\xi}, v_{B\xi}) = \begin{cases} \frac{K_\xi \cdot \dot{x}_k}{B_\xi + \dot{x}_k^2}, & \text{при } \dot{x}_k > v_{B\xi}; \\ M_T \cdot u \cdot \eta / r_k, & \text{при } \dot{x}_k \leq v_{B\xi}, \end{cases} \quad (5)$$

где  $K_{\xi} = 2 \cdot M_{K\xi} \cdot s_{K\xi} \cdot v_0 \cdot u \cdot \eta / r_K$ ;  $B_{\xi} = s_{K\xi}^2 \cdot v_0^2$ ;  $s_{K\xi}$  - критическое скольжение на механической характеристике  $\xi$ ;  $v_0 = v_K \cdot n_0 / n_H$  - скорость передвижения крана, соответствующая синхронной частоте вращения ротора двигателя, м/с;  $u$  - передаточное число привода;  $r_K$  - радиус ходового колеса, м;  $\dot{X}_K$  - текущее значение скорости передвижения крана, м/с.

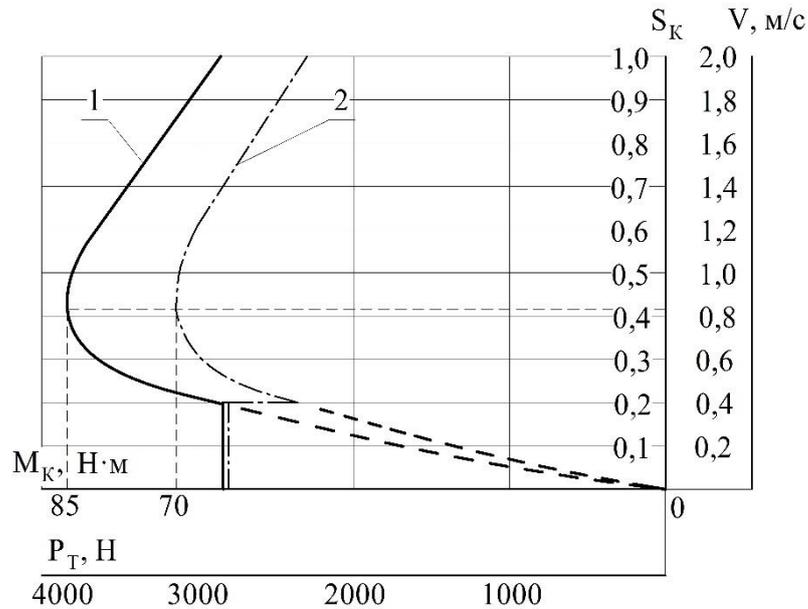


Рис. 4. Графики приведенной силы механизма при торможении крана по механическим характеристикам: 1 – рациональной; 2 – начальной

“Качество” тормозного процесса при торможении мостового крана по одной из тормозных характеристик достаточно полно характеризуются с помощью трех параметров:  $t_{Ti}$ ,  $P_{Mi}^{max}$ ,  $P_{Ki}^{max}$ . В качестве обобщенного критерия оптимизации использована обобщенная функция желательности Харрингтона. Для ее построения получены зависимости, позволяющие преобразовывать значения параметров  $t_{Ti}$ ,  $P_{Mi}^{max}$ ,  $P_{Ki}^{max}$  в значения безразмерных частных функций желательностей  $d_{1i} = f_1(t_{Ti})$ ,  $d_{2i} = f_2(P_{Mi}^{max})$ ,  $d_{3i} = f_3(P_{Ki}^{max})$  и значение обобщенной желательности  $D_i$  (здесь  $i$  – порядковый номер вычислительного эксперимента). Для этого характерным отметкам шкалы желательностей ( $d = 0,37$  и  $d = 0,95$ ) должны быть поставлены в соответствие значения предельно допустимых и желаемых значений соответствующих параметров.

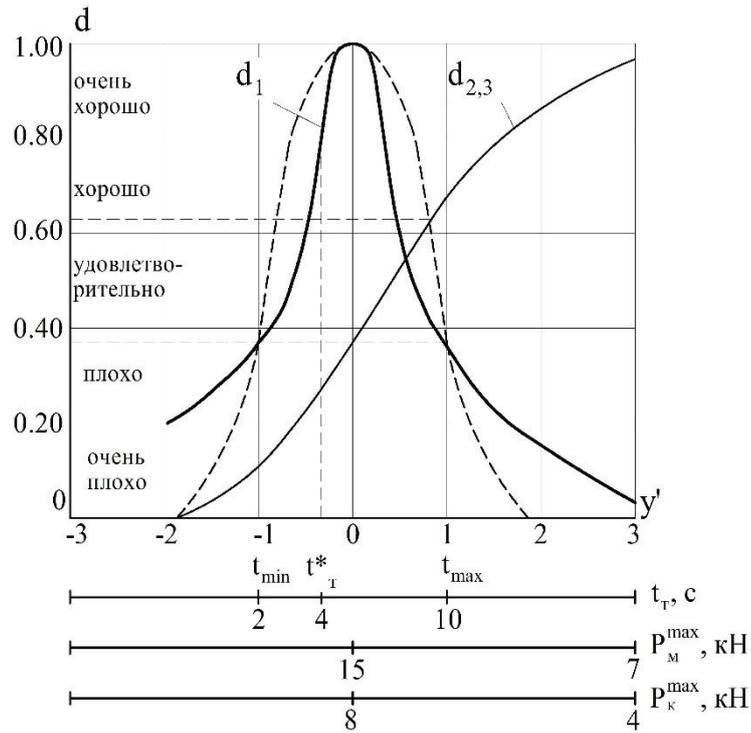


Рис. 5. Графики функций желательностей при комбинированном торможении крана

В результате анализа переходных процессов рассматриваемых кранов приняты следующие значения параметров, соответствующие  $d = 0,37$  (граница областей “удовлетворительно” и “плохо”):  $t_T = 2$  с и 10 с;  $P_M^{\max} = 15$  кН;  $P_K^{\max} = 8$  кН. Значению  $d_1 = 0,8$  поставлено в соответствие значение  $t_{T}^* = 4$  с, значениям  $d_2 = 0,95 - P_M^{\max} = 7$  кН и  $d_3 = 0,95 - P_K^{\max} = 4$  кН (рис. 5).

Время торможения мостовых кранов  $t_T$  ограничено с двух сторон. Для двухстороннего ограничения вида  $t_{\min} \leq t_T \leq t_{\max}$  преобразование значений  $t_T$  в шкалу  $d_1$  производится при помощи функции

$$d_1 = \exp[-(|y'|)^w], \quad (6)$$

где, для случая комбинированного торможения

$$w = \frac{\ln(\ln(1/d_1^*))}{\ln\left|(2 \cdot t_{Ti}^* - (t_{\max} + t_{\min})) / (t_{\max} - t_{\min})\right|} = \frac{\ln(\ln(1/0,8))}{\ln\left|(2 \cdot 4 - (10 + 2)) / (10 - 2)\right|} = 2,164;$$

$$y' = \frac{2 \cdot t_{Ti} - (t_{\max} + t_{\min})}{t_{\max} - t_{\min}} = \frac{2 \cdot t_{Ti} - (10 + 2)}{10 - 2}.$$

Окончательно выражение для частной функции желательности  $d_1$  имеет вид:

$$d_{1i} = \exp[-(|(2 \cdot t_{ii} - (10 + 2)) / (10 - 2)|)^{2,164}]. \quad (7)$$

Ограничения для параметров  $P_M^{\max}$ ,  $P_K^{\max}$  носят односторонний характер. Формой их преобразования в  $d_2$ ,  $d_3$  служит экспоненциальная зависимость

$$d_{2,3} = \exp[-\exp(-y'_{2,3})], \quad (8)$$

где  $y'_2 = a_{02} + a_{12} \cdot P_M^{\max}$ ,  $y'_3 = a_{03} + a_{13} \cdot P_K^{\max}$ .

Коэффициенты  $a_{02}$ ,  $a_{03}$ ,  $a_{12}$ ,  $a_{13}$  определяют задав значению 0,37 частных функций желательностей  $d_2$ ,  $d_3$  соответствующие им максимально приемлемые значения  $P_M^{\max}$  и  $P_K^{\max}$  (рис. 5, кривая  $d_{2,3}$ ), а значению 0,95 - желаемые значения этих параметров.

Рассмотрим определение коэффициентов  $a_{02}$ ,  $a_{12}$  в уравнении

$$d_{2i} = \exp[-\exp(-a_{02} - a_{12} \cdot P_{Mi}^{\max})], \quad (9)$$

Присвоим значениям  $d_{2i} = 0,37$  и  $d_{2i} = 0,95$  приемлемое и желаемое значения  $P_M^{\max}$  (рис. 5):

$$0,37 = \exp[-\exp(-a_{02} - a_{12} \cdot 15)],$$

$$0,95 = \exp[-\exp(-a_{02} - a_{12} \cdot 7)].$$

Решив эту систему уравнений, найдем  $a_{02} = +5,567$  и  $a_{12} = -0,371$ .

Окончательно для преобразования полученных при вычислительном эксперименте значений  $P_{Mi}^{\max}$  в значения  $d_{2i}$  получена зависимость

$$d_{2i} = \exp[-\exp(-5,567 + 0,371 \cdot P_{Mi}^{\max})]. \quad (10)$$

Для преобразования значений  $P_{Ki}^{\max}$  в  $d_{3i}$  получена зависимость

$$d_{3i} = \exp[-\exp(-5,934 + 0,741 \cdot P_{Ki}^{\max})]. \quad (11)$$

Значение обобщенной желательности  $D_i$  в  $i$ -ом эксперименте

$$D_i^3 = \sqrt[3]{d_{1i} \cdot d_{2i} \cdot d_{3i}}.$$

Расчет рациональной тормозной характеристики механизма передвижения крана выполнен методом крутого восхождения. Значения основного уровня факторов  $\tilde{z}_{j0}$ , интервалов их варьирования  $\Delta\tilde{z}_j$  выбраны исходя из априорной информации и помещены в табл. 3.

Таблица 3

Начальные условия опытов при комбинированном торможении

Факторы	$M_{кξ}, Н·м (\tilde{z}_1)$	$S_{кξ}, (\tilde{z}_2)$	$v_{вξ}, м/с (\tilde{z}_3)$
Основные уровни ( $\tilde{z}_{j0}$ )	70	0,4	0,4
Интервалы варьирования ( $\Delta\tilde{z}_j$ )	5	0,02	0,05
Верхние уровни ( $Z_j = +1$ )	75	0,42	0,45
Нижние уровни ( $Z_j = -1$ )	65	0,38	0,35

Для расчета коэффициентов линейного уравнения регрессии поставлен полный факторный эксперимент типа  $2^3$ , план (графы 2-4) и результаты (графы 5-7) которого помещены в табл. 4.

Таблица 4

План и результаты первой серии опытов

№	$M_{кξ},$ Н·м	$S_{кξ}$	$v_{вξ},$ м/с	$t_{Ti}, с$	$P_M^{max},$ кН	$P_K^{max},$ кН	$d_{1i}$	$d_{2i}$	$d_{3i}$	$D_i^э$	$D_i^P$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
1	75	0,42	0,45	8,23	9,058	4,739	0,753	0,896	0,915	0,852	0,856
2	75	0,42	0,35	8,25	9,058	4,739	0,749	0,896	0,915	0,850	0,849
3	75	0,38	0,45	8,42	9,116	4,731	0,714	0,894	0,916	0,836	0,838
4	75	0,38	0,35	8,44	9,116	4,731	0,709	0,894	0,916	0,934	0,831
5	65	0,42	0,45	9,05	8,305	4,304	0,573	0,920	0,938	0,791	0,782
6	65	0,42	0,35	9,27	8,305	4,304	0,524	0,920	0,938	0,768	0,775
7	65	0,38	0,45	9,34	8,223	4,239	0,508	0,923	0,941	0,761	0,765
8	65	0,38	0,35	9,36	8,223	4,239	0,503	0,923	0,941	0,759	0,758

В графах 8-10 табл. 4 помещены рассчитанные по формулам (7), (10), (11) значения частных функций желательностей, а в графе 11 – обобщенной функции желательности  $D_i^э$ .

По результатам проведенной серии опытов (вычислительных экспериментов) обработкой значений  $D_i^э$  методом наименьших квадратов

рассчитаны коэффициенты линейного уравнения регрессии

$$D^p = 0,807 + 0,037 \cdot Z_1 + 0,009 \cdot Z_2 + 0,004 \cdot Z_3. \quad (12)$$

Оценка точности аппроксимации уравнения регрессии (12) для рассматриваемого случая  $\rho = 0,01 < \alpha = 0,05$  Таким образом, гипотеза об адекватности уравнения (12) не отвергается.

Крутое восхождение начинается от основного уровня. Шаг крутого восхождения для первого фактора принят равным  $h_1 = 3 \text{ Н} \cdot \text{м}$ , а для второго и третьего рассчитан:

$$h_2 = h_1 \cdot \frac{b_2 \cdot \Delta s_{\kappa}}{b_1 \cdot \Delta M_{\kappa}} = 3 \cdot \frac{(0,009) \cdot 0,02}{0,037 \cdot 5} = 0,0029;$$

$$h_3 = h_1 \cdot \frac{b_3 \cdot \Delta v_{\text{в}}}{b_1 \cdot \Delta M_{\kappa}} = 3 \cdot \frac{(0,004) \cdot 0,05}{0,037 \cdot 5} = 0,0032 \text{ м/с}.$$

После округления:  $h_2 = 0,003$ ,  $h_3 = 0,003 \text{ м/с}$ .

В табл. 5 помещены план опытов крутого восхождения и полученные в результате вычислительного эксперимента значения параметров  $t_{\text{тi}}$ ,  $P_{\text{mi}}^{\text{max}}$ ,  $P_{\text{ki}}^{\text{max}}$ , а также соответствующие им значения  $d_{1i}$ ,  $d_{2i}$ ,  $d_{3i}$ ,  $D_i$ .

Таблица 5

План и результаты опытов крутого восхождения

№ опыта	$M_{\kappa\xi}$ , Н·м	$s_{\kappa\xi}$	$v_{\text{в}\xi}$ , м/с	$t_{\text{тi}}$ , с	$P_{\text{mi}}^{\text{max}}$ , кН	$P_{\text{ki}}^{\text{max}}$ , кН	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$D^{\text{э}}$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
1	73	0,403	0,403	8,49	8,953	4,657	0,6983	0,9004	0,9206	0,8334
2	76	0,406	0,406	8,21	9,156	4,782	0,7577	0,8931	0,9132	0,8518
3	79	0,409	0,409	8,10	9,320	4,895	0,7804	0,8867	0,9060	0,8559
4	82	0,412	0,412	7,89	9,447	4,998	0,8212	0,8816	0,8989	0,8666
<b>5</b>	<b>85</b>	<b>0,415</b>	<b>0,415</b>	<b>7,79</b>	<b>9,529</b>	<b>5,082</b>	<b>0,8394</b>	<b>0,8782</b>	<b>0,8928</b>	<b>0,8698</b>
6	88	0,418	0,418	7,70	9,837	5,149	0,8547	0,8644	0,8876	0,8688

Максимального значения обобщенный критерий оптимизации  $D_1^3 = 0,8698$  достиг в пятом опыте. В [2] оговорены возможные варианты дальнейших исследований. Учитывая полученный результат и ограниченный объем статьи, принято решение остановиться на достигнутом результате.

Графики параметров процесса торможения рассмотренного мостового крана по рациональной характеристике приводов (рис. 4, кривая 1) помещены на рис. 6.

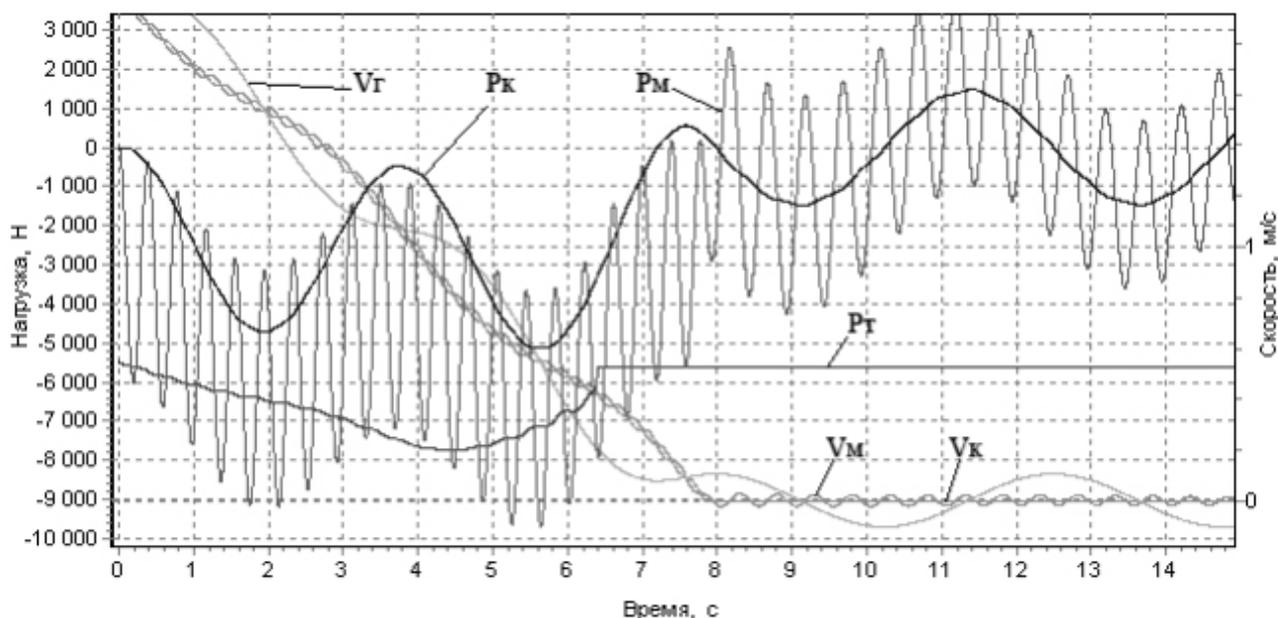


Рис. 6. Графики параметров при торможении крана г/п 10 т пролетом 28,5 м по рациональной характеристике

Выводы. 1. При исследовании динамики передвижения мостовой кран должен быть представлен в виде многомассовой динамической модели, учитывающей: фактические пусковые и тормозные механические характеристики привода, жесткости упругих элементов привода и металлоконструкции, гибкий подвес груза.

2. Для формирования оптимальных (рациональных) тормозных процессов грузоподъемных кранов необходимо уметь оценивать “качество” этих процессов, которое всесторонне можно охарактеризовать только совокупностью параметров (например, для мостовых кранов это  $t_t$ ,  $A^{\max}$ ,  $P_m^{\max}$ ,  $P_{пр}^{\max}$ ).

3. Одним из способов решения задачи оптимизации процессов с большим количеством откликов является использование в качестве обобщенного критерия оптимизации обобщенной функции желательности D.

#### Литература

1. РТМ 24.090.28-77 (действующий). Краны грузоподъемные. Механизм передвижения. Метод расчета.

2. Будиков Л.Я. Многопараметрические исследования динамики мостовых кранов. Учебное пособие. Луганск: изд-во Луганского национального университета имени В. Даля, 2017. – 236 с.

3. Будиков Л.Я. Концепция метода расчета оптимальных тормозных характеристик грузоподъемных кранов // Вестник Луганского национального университета имени В. Даля. - 2019. - № 6 [24]. С.35-39.

---

*Budikov L. Ya., doctor of technical sciences, professor, Vladimir Dahl Luhansk State University, Lugansk*

*Gusev V. V., undergraduate, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture ", Makeevka.*

*Shabelnikov K. V. ., undergraduate, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture", Makeevka.*

#### ANALYSIS OF ACCELERATION AND DECELERATION DYNAMICS OVERHEAD CRANES

*Abstract: A comparative analysis of the dynamics of acceleration and deceleration of motor hook cranes is performed, taking into account the actual starting and braking mechanical characteristics. A crane with a load is presented in the form of a multi-mass dynamic model, and an algorithm for solving the problem of forming torsional characteristics that provide optimal (rational) torsion is presented.*

*Keywords: overhead cranes, starting and braking processes, multi-parameter optimization.*

УДК 519.87

*Велигура А.В., кандидат технических наук, доцент, ГОУ ВО ЛНР Луганский государственный университет имени Владимира Даля*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ БОЛЬШИМИ СТОХАСТИЧЕСКИМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

*Аннотация: В работе предложен подход к разработке систем автоматического управления большими стохастическими динамическими системами на основе стохастической динамической модели линейной регрессии. Обоснована возможность использования многомерных уравнений линейной регрессии для построения систем управления большими динамическими стохастическими разомкнутыми системами. Показано, что стабилизационное управление такими системами следует рассматривать как динамический процесс, с определенными временными задержками между управляющим воздействием и реакцией объекта.*

*Ключевые слова: моделирование, стохастическая динамическая система, управление, регрессия, стабилизация*

В настоящее время в связи с ростом вычислительных мощностей современных ЭВМ, вновь возникает интерес к разработке систем автоматического управления большими стохастическими динамическими системами. Такие системы характеризуются большим количеством элементов с трудно выявляемыми связями. В качестве такого рода систем можно рассматривать, например, изменения климата, функционирование нейронных и популяционных систем, взаимодействие субъектов рыночной экономики и т.п.

Современная теория устойчивости и управления стохастическими динамическими системами формировалась в работах таких ученых как Н. Н. Красовский, И. Я. Кац, В. Б. Колмановский, А. Б. Кружанский, П. В. Пакшин, С. К. Рамазанов, Ф. Л. Черноусько и другие. Основным инструментом исследования таких систем является численное моделирование [1, 2], однако, в рамках данного метода чрезвычайно сложно получить параметрические описания различных стохастических режимов исследуемых систем.

Известно, что попытки применения замкнутых систем управления большими стохастическими динамическими объектами (БСДО) носят маргинальный характер. Так, существуют химико-технологические процессы, успешно моделируемые *in vitro*, попытки реализации которых в виде крупнотоннажных производств заканчивались авариями. Кроме того, известны военно-стратегические, финансово-экономические стратегические операции, проигранные из-за неосознания смысла БСДО.

Пусть имеется БСДО (рис. 1), на вход которого воздействуют случайные стационарные эргодические процессы  $X_1(t), X_2(t), X_3(t)...$  (внешние возмущающие факторы) и стационарные эргодические процессы  $U_1(t), U_2(t), U_3(t)...$  (внешние управляемые по своим характеристикам (математическому ожиданию, дисперсии) в соответствии с целью управления, факторы).



Рис. 1. – Схематическое изображение БСДО

Предполагается, что имеется «информационная предыстория» упомянутых выше процессов, из которой получены характеристики:

$Y(t): M(Y(t))$  – математическое ожидание (const или (и) стационарная детерминированная функция),  $D(Y), R_{YY}(\tau)$ ;

$X(t): M(X(t))$  – математическое ожидание (const или (и) стационарная детерминированная функция),  $D(X), R_{XX}(\tau)$ ;

$U(t): M(U(t))$  – математическое ожидание (const или (и) стационарная детерминированная функция),  $D(U), R_{UU}(\tau)$ .

В соответствии с [1] возможно создание стохастической динамической регрессионной модели:

$$Y(t) = k_0 + k_1 X_1(t - \tau_1) + k_2 X_2(t - \tau_2) + k_3 X_3(t - \tau_3) + \dots + k'_1 U_1(t - \tau'_1) + k'_2 U_2(t - \tau'_2) + k'_3 U_3(t - \tau'_3) + \dots \quad (1)$$

Здесь  $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots, \tau'_1, \tau'_2, \tau'_3, \dots$  – соответствующие лаги (задержки фактор-отклик  $Y(t)$ ).

Важно напомнить свойство регрессионной модели:

$$M(Y(t)) = k_0 + k_1 M(X_1(t - \tau_1)) + k_2 M(X_2(t - \tau_2)) + k_3 M(X_3(t - \tau_3)) + \dots + k'_1 M(U_1(t - \tau'_1)) + k'_2 M(U_2(t - \tau'_2)) + k'_3 M(U_3(t - \tau'_3)) + \dots \quad (2)$$

Свойство (2) сохраняется при любой адекватности «модель-объект».

Далее перейдем к анализу разомкнутой системы управления БСДО. Анализ (для сохранения наглядности) осуществим в виде последовательных переходов от упрощенных моделей к моделям, близким к реальности.

Пусть имеем стохастическую безынерционную (нединамическую) регрессионную модель (рис. 2)

$$Y = k_1 X + k'_1 U, \quad (3)$$

где  $X$  – случайный фактор внешних неуправляемых возмущений с плотностью распределения  $f(X)$ ;

$U$  – случайный фактор управляемых (изменением характеристик  $M(U), D(U)$ ) с плотностью распределения  $f(U)$ ;

$Y$  – случайная выходная величина (функция отклика цели БСДО);  
 $k_1, k_1'$  - коэффициенты регрессии.



Рис. 2. – Схематическое изображение безынерционной системы

Пусть факторы  $X, U$  имеют линейные ограничения, образуя область допустимых воздействий  $\Omega$ .

$$\begin{aligned} X_H &\leq X \leq X_K \\ U_H &\leq U \leq U_K \end{aligned} \quad (4)$$

Задачу в условиях (3), (4) рассмотрим как задачу стабилизации режима объекта, т.е. поддержания значения  $Y=\text{const}$  (например, 12).

Функция цели – отклик (3) в выбранном примере есть уравнение прямой  $12=2x+3u$  и на рис. 3 имеет вид прямой: при  $u=0$ ;  $x=6$ , при  $x=0$ ;  $u=4$ .

Сопоставление  $Y$  с областью  $\Omega$  приводит к заключению, что, во-первых, только совокупности координат  $x$  и  $u$ , принадлежащие отрезку  $[a, b]$  образуют стабилизационный режим  $Y=12$ ; во-вторых, если внешний неуправляемый фактор  $x$  примет значение  $x>a$ , то никаким изменением управляющего фактора  $u$  невозможно обеспечить стабилизацию  $Y=12$  в области  $\Omega$ . При равномерном распределении  $f(x)$  в диапазоне  $X_H \leq X \leq X_K$ , вероятность  $P(x > a)$  ситуации выхода объекта из стабилизационного режима  $Y=\text{const}=12$ .

$$P(x > a) = \frac{1}{X_K - X_H} (X_K - X(a)) = \frac{1}{5 - 2} (5 - 4,5) = \frac{1}{6} \approx 17\% \quad (5)$$

При нормальном распределении  $f(x)$  в диапазоне  $X_H \leq X \leq X_K$ , известном математическом ожидании  $M(X)$  и  $\sigma(X)$  вероятность выхода объекта из стабилизационного режима  $Y=\text{const}$ :

$$P(x > a) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{a-M(X)}{\sigma}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{a-M(X)}{\sigma}\right)^2} dx = 0,159 \approx 16\% \quad (6)$$

Решение в ситуации (2) сводится к принятию такого управляющего воздействия  $u$ , которое удовлетворяет (4) и минимизирует отклонение  $Y$  от стабилизационного режима  $Y=\text{const}=12$ .

Пусть имеем случайное сочетание координат  $x$  и  $u$  (например, точка с рис. 3 ( $u=2,7$ ;  $x=4,8$ )). Ему соответствует отклик  $Y_c=16,7$  (прямая  $Y_c=16,7$  рис. 3). Изменяя управление  $U = 2,7 \rightarrow 1$  (ограничение  $U_H = 1$ ) имеем координаты режима точки  $Z$  рис. 3 ( $u=1$ ;  $x=4,8$ ), ему соответствует отклик  $Y_Z = 12,6$  (прямая  $Y_Z = 12,6$  рис. 3).

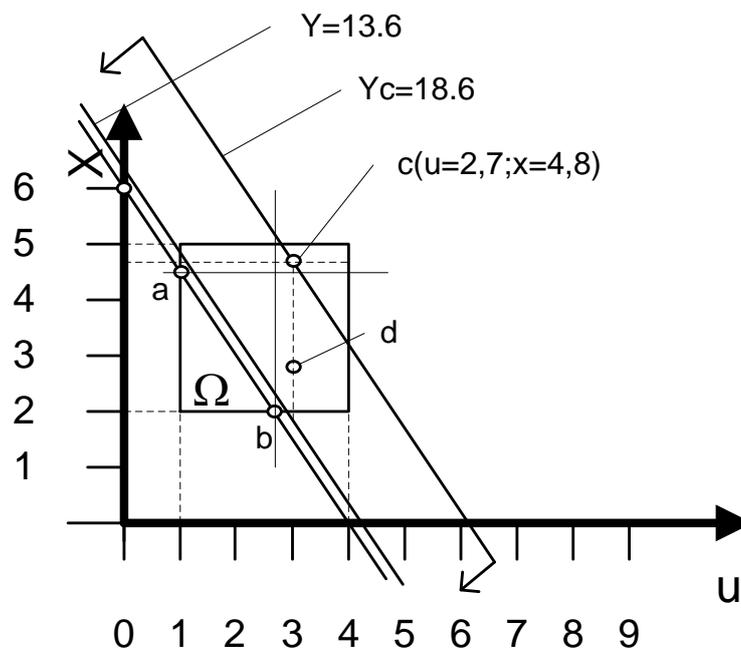


Рис. 3. – Управление безынерционной системой

Таким образом, становится очевидной возможность если не достижения заданного изначального стабилизационного режима, то приближение к нему. Подробнее о поиске приближенных решений – в монографии и библиографии [3]. Здесь только отметим возможность совместности анализа (3) и (4), т.е. совместного рассмотрения параметров  $Y=\text{const}$ ,  $k_1, k'_1, X_H, X_K, U_H, U_K, M(X), \sigma(X), M(U), \sigma(U)$ , сочетание которых определяет длину отрезка  $[a, b]$ , т.е. устойчивость стабилизационного режима. Упрощения, допущенные в вышеприведенном примере, допускают распространение изложенных соображений на многомерный вариант модели (1) и, соответственно, многомерность области  $\Omega$ . Переход к многомерной модели и ограничениям ставит задачу компенсационной стабилизации как оптимизационную задачу, решение которой посвящен огромный массив исследований.

Перейдем к рассмотрению упрощенной математической модели (3), придав ей динамические свойства в соответствии с (1) и [1], [2]. В этом случае упрощенная стохастическая динамическая регрессионная модель имеет вид

$$Y(t) = k_1 X(t + \tau_1) + k'_1 U(t + \tau'_1), \quad (7)$$

где  $\tau_1, \tau'_1$  - лаги (задержки) «фактор-отклик»  $Y$ , например,  $\tau_1 = 6\tau$ ,  $\tau'_1 = 2\tau$ , здесь  $\tau$  - шаг квантования времени (период отсчетов),  $Y(t)=12$ ;

$k_1, k'_1$  - коэффициенты регрессии, например  $k_1 = 2$ ,  $k'_1 = 3$ .

Область ограничений допустимых воздействий предположим линейной в виде, например,

$$\begin{aligned} (X_H(t) = 2) \leq X \leq (X_B(t) = 5) \\ (U_H(t) = 1) \leq U \leq (U_B(t) = 4) \end{aligned} \quad (8)$$

Геометрическая интерпретация совместного рассмотрения  $Y(t)$  при  $\tau = 0$ ,  $X(t - 6\tau)$ ,  $U(t - 2\tau)$  приведена на рис. 4.

Рис. 4 отображает тот тривиальный, но важный факт, что бесполезны попытки компенсации случайного возмущения  $X(t-k\tau)$  управляющим воздействием  $U(t-k\tau)$ , если  $k' > k$ , т.к. нарушалась бы причинно-следственная основа. Иными словами: сначала измеряй, потом компенсируй (с задержкой в разность лагов  $k - k' = |-6\tau - (-2\tau)| = 4\tau$  и только после этого (с задержкой  $2\tau$ ) наблюдай результат стабилизационного решения и сопоставляй этот результат с действительным реальным значением  $Y(t)$  объекта. Эти соображения действительны только в случае необходимости компенсации регулярных возмущений (суточных, сезонных колебаний). Это правило не является ограничением [4].

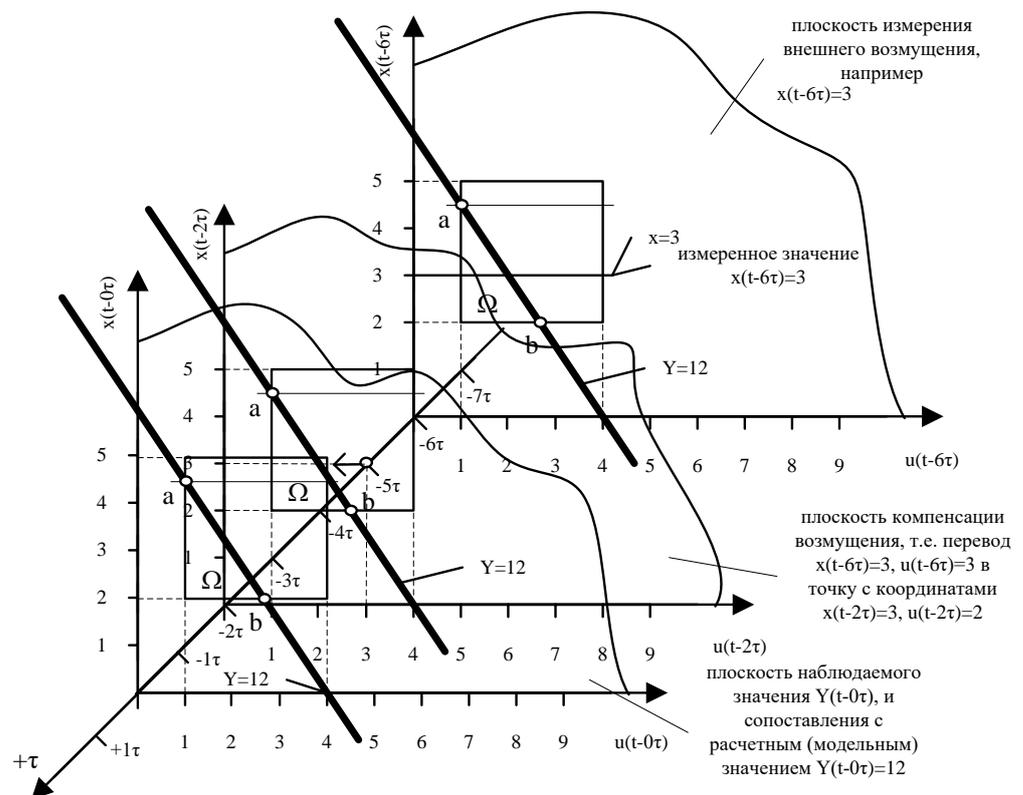


Рис. 4. – Геометрическая интерпретация управления БСДО

Производя мысленный плоскопараллельный перенос плоскостей  $(X, \Omega)$ ,  $(U, \Omega)$ ,  $(Y, \Omega)$  по итерациям  $+1\tau, +2\tau, +3\tau\dots$  становится более наглядным понимание прогнозирования изложенного в [3].

Практический смысл данной работы может заключаться, в частности, в осознании того, что стабилизационное управление БСДО – это динамический процесс, растянутый во времени, результат которого можно наблюдать только в будущем.

### Литература

1. Kloeden, P. E. Numerical Solution of Stochastic Differential Equations / P. E. Kloeden, E. Platen. — Berlin: Springer-Verlag, 1999. — 636 P.
2. Milstein, G. N. Stochastic Numerics for Mathematical Physics / G. N. Milstein, M. V. Tretyakov. — Berlin: Springer-Verlag, 2004. — 596 P.
3. Рамазанов С.К. Модели эколого-экономического управления производственной системой в нестабильной внешней среде. – Луганск: Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2004. – 384 с.
4. Молодцов Д. А. Устойчивость принципов оптимальности. – М.: Наука, 1987. – 280 с.

---

*Veligura A.V., candidate of technical Sciences, Associate Professor, Lugansk Vladimir Dahl State University, Lugansk*

### SIMULATION OF CONTROL OF LARGE STOCHASTIC DYNAMIC SYSTEMS

*Abstract. The paper proposes an approach to the development of automatic control systems for large stochastic dynamic systems based on a stochastic dynamic linear regression model. The possibility of using multidimensional linear regression equations for constructing control systems for large dynamic stochastic open-loop systems has been substantiated. It is shown that the stabilization control of such systems should be considered as a dynamic process with certain time delays between the control action and the reaction of the object.*

*Keywords: modeling, stochastic dynamic system, control, regression, stabilization*

УДК 629.113.004

*Верительник Е.А., кандидат технических наук, доцент, ГОУ ВО ЛНР Луганский государственный университет имени Владимира Даля*

*Бихдрикер А.С., кандидат технических наук, доцент, ГОУ ВО ЛНР Луганский государственный университет имени Владимира Даля*

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТЬЮ В ЗАПАСНЫХ ЧАСТЯХ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*Аннотация: рассматривается необходимость создания информационной системы поддержки принятия решений при управлении складом запасных частей автотранспортного предприятия. Представлена укрупнённая структура информационного обеспечения управления процессом принятия решений по формированию складского запаса запасных частей.*

*Ключевые слова: информационное обеспечение, система поддержки принятия решений, запас, вероятность отказа, запасные части, информационная система.*

**Введение.** Эффективность работы автотранспортного предприятия обеспечивается бесперебойной работой подвижного состава. Для проведения своевременных работ по поддержанию работоспособности и устранению возникших неисправностей парка автомобилей необходимо наличие требуемых запасных частей на складе автотранспортного предприятия, либо возможность доставить на предприятие нужную запасную часть в течение подготовительных работ.

Принятие решений по организации склада запасных частей с учетом экономической эффективности работы автопредприятия должно основываться не только на нормативных и вероятностных показателях ресурса работы узлов и агрегатов автомобилей, но и учитывать размер оборотных средств и логистические показатели [1, 2]. Расчет потребности для каждого наименования запасных частей с учетом всех факторов – задача трудоемкая и кропотливая. Для решения такой задачи необходимо создание информационной системы, позволяющей не только вести учет, но и принимать решение о планируемой закупке, моменте закупки и требуемом количестве запасных частей.

**Целью данной работы** является разработка структуры информационного обеспечения управления потребностью в запасных частях для автотранспортного предприятия.

Управление потребностью в запасных частях для автотранспортного предприятия предполагает наличие комплекса мер, направленных на поддержание подвижного состава в работоспособном состоянии при минимальном времени нахождения автомобиля в ремонте. Для этого необходимо создание информационного обеспечения при принятии оперативных и стратегических решений на основе системной оценки и мониторинга состояния складского фонда запасных частей.

При исследовании предметной области управления потребностью в запасных частях возникают трудности из-за отсутствия единого информационного пространства и непрозрачности информационных процессов [3]. С целью обеспечения рационального снабжения автотранспортного предприятия запчастями целесообразно разработать механизм управления информационными процессами.

Управление потребностью в запасных частях автотранспортного предприятия предполагает следующую цепочку информационных процессов:

- оперативный учёт фонда запасных частей;
- анализ экономических угроз и рисков, которые связаны с ошибками материально-технического снабжения;
- прогнозирование экономических угроз и рисков;
- оптимизационные расчёты;
- разработке мероприятий по рациональному обеспечению запасными частями автотранспортного предприятия.

Анализируя предметную область управления потребностью в запасных частях, можно сделать вывод, что склад автотранспортного предприятия представляет собой хранилище данных, которое можно использовать в качестве информационного центра для обеспечения доступа к данным с целью их анализа, систематизации, генерации отчётов, принятия решений и разработки алгоритмов.

Используемые сейчас, в связи с отсутствием достаточного количества оборотных средств, эмпирические методы управления потребностью в запасных частях автотранспортного предприятия не только не способствуют решению данной проблемы, но часто мешают ей.

Поэтому целесообразно изменить методы управления потребностью в запасных частях автотранспортного предприятия так, чтобы заработали такие факторы, как качество, глубина и адекватность планирования, своевременность и оперативность обратной связи, эффективность мониторинга и точность управляющих воздействий. А это возможно только на базе информационной системы поддержки принятия решений.

Для решения возникающих задач область управления потребностью в запасных частях автомобильного предприятия целесообразно рассматривать в качестве системы (рис. 1).

Рассмотрим элементы входных данных системы.

К внешним факторам, влияющим на управление потребностью в запасных частях автотранспортного предприятия, относятся:

- а) состояние рынка запасных частей;
- б) время доставки запасных частей;
- в) стоимость запасных частей.

К внутренним факторам, влияющим на управление потребностью в запасных частях автотранспортного предприятия, относятся:

- а) сумма доступных оборотных средств;
- б) имеющиеся на данный момент количество и номенклатура запасных частей;
- в) вероятности отказов;
- г) пробег автомобилей на планируемый период.



Рис. 1. Система управления потребностью в запасных частях

Определим выходные данные системы.

Номенклатура запасных частей включает в себя:

- а) запасные части, которые необходимо хранить на складе;
- б) запасные части, не нуждающиеся в хранении.

Система поддержки принятия решений (СППР) управления потребностью в запасных частях автотранспортного предприятия строится на основе системного подхода и состоит из следующих элементов:

- а) блока входных данных;
- б) базы данных и системы управления базой данных;
- в) базы математических моделей и системы управления базой математических моделей;
- г) модуля расчётов;
- д) системы управления интерфейсом.

Структурная схема системы поддержки решений управления потребностью в запасных частях автотранспортного предприятия состоит из следующих блоков: блока входных данных, база данных, система управления базой данных, модуль

расчётов, база математических моделей, система управления базой математических моделей, система управления интерфейсом.

К исходным данным относится следующая информация:

- а) наличие поставщиков запасных частей;
- б) скорость доставки запасных частей;
- в) стоимость запасных частей;
- г) информация о состоянии склада предприятия;
- д) информация о наличии оборотных средств;
- е) типовые управленческие решения.

Информация от блока входных данных поступает в базу данных.

В базе математических моделей и методов принятия решений хранится информация о математических и аналитических моделях и методах, которые позволяют осуществлять анализ и оценку данных.

Модуль расчётов обеспечивает взаимодействие между базой данных, эталонным вариантом (моделями) и осуществляет непосредственно обработку данных.

Система управления интерфейсом осуществляет взаимодействие между пользователем и остальными блоками системы и выдаёт результаты расчетов, полученных в ходе обработки информации, для анализа лицу, принимающему решения. Полученные результаты перемещаются в блок входных данных, таким образом, формируется единая база данных по типовым решениям.

Работа с СППР осуществляется следующим образом. Лицо, принимающее решение, вводит в СППР сведения о планируемых пробегах и ремонтах и формирует запрос на получение рекомендаций о подборе номенклатуры требуемых запасных частей на очередной период. На основе полученных сведений СППР определяет номенклатуру требуемых запасных частей и формирует соответствующие рекомендации. Если предложенные рекомендации утверждаются ЛПР, то изменения вносятся в систему.

Формирования рекомендаций может быть основано на совместном использовании механизмов вывода на основе правил и на основе прецедентов. Когда

решение не находится с помощью имеющихся правил, осуществляется поиск похожей ситуации в базе прецедентов. Если же поиск по базе прецедентов не даёт результата, то выдается соответствующее сообщение пользователю с предложением сформировать новый прецедент. Это позволяет осуществить обучение базы знаний.

Создание системы поддержки принятия решений управления потребностью в запасных частях автотранспортного предприятия основывается на системном моделировании. Для построения системных моделей целесообразно использовать методологию структурного анализа и моделирования SADT [4]. Контекстная диаграмма, отражающая основную целевую функцию системы, представлена на рис. 2.

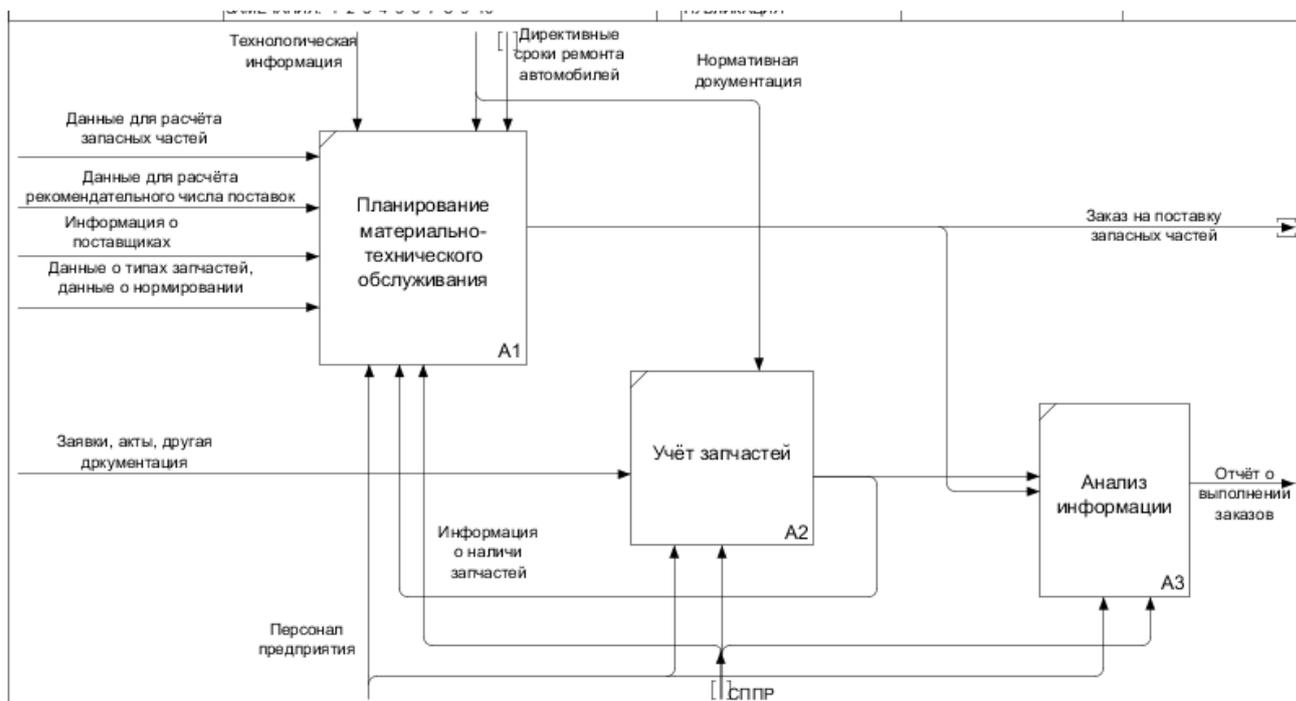


Рис. 2. Контекстная диаграмма системы управления запасными частями

На вход поступает следующая информация:

- а) данные для расчёта запасных частей – сведения о количестве и номенклатуре запасных частей, необходимых для планового обслуживания подвижного состава;

б) данные для расчёта рекомендательного числа поставок – сведения о планируемых пробегах подвижного состава, сроках поставок, количестве, стоимости и номенклатуре запасных частей в каждой поставке;

в) информация о поставщиках – сведения о количестве и номенклатуре запасных частей, предлагаемых поставщиками;

г) данные о типах запчастей, данные о нормировании – сведения о номенклатуре запчастей, необходимых для конкретного типа ремонта подвижного состава;

д) заявки, акты, другая документация – необходимы документы.

Выходом целевой функции системы является информация о заказе на поставку запасных частей и отчёт о выполнении заказа.

К управляющим воздействиям относится следующая информация: технологическая информация, директивные сроки ремонта автомобилей, нормативная документация. Исполнителями процесса являются сотрудники предприятия, а также система поддержки принятия решений.

Наиболее интересующим нас параметром является процесс «Планирование материально-технического снабжения». Результатом выполнения данного процесса является параметр «Заказ на поставку запасных частей». Этот параметр формируется следующим образом. На первом этапе определяется критерий необходимости хранения запасных частей, который рассчитывается по следующей методике [1]:

а) определяется время исправной работы автомобиля;

б) определяется время ремонта автомобиля;

в) осуществляется расчёт среднего время ожидания с момента заказа и до доставки запасной части на предприятие;

г) определяется вероятность отказа детали за пробег, соответствующий времени планирования на основе собранной статистики, набираемой в процессе работы склада.

На втором этапе осуществляется выделение запасных частей, нуждающихся в хранении. Для этого определяется интенсивность отказов конкретной детали и рассчитывается время работы детали.

На третьем этапе определяется целесообразность хранения запасной части на складе и количество хранимых запасных частей. Для этого необходимо учитывать время простоя автомобиля и объем средств, которые предприятие может израсходовать на закупку запасных частей для хранения на складе

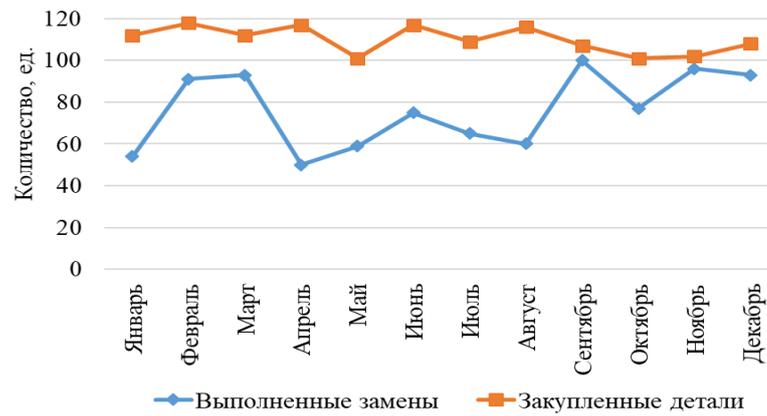
На основании описанной системной модели разработано программное обеспечение. Начальное окно программы представлено на рис. 3.



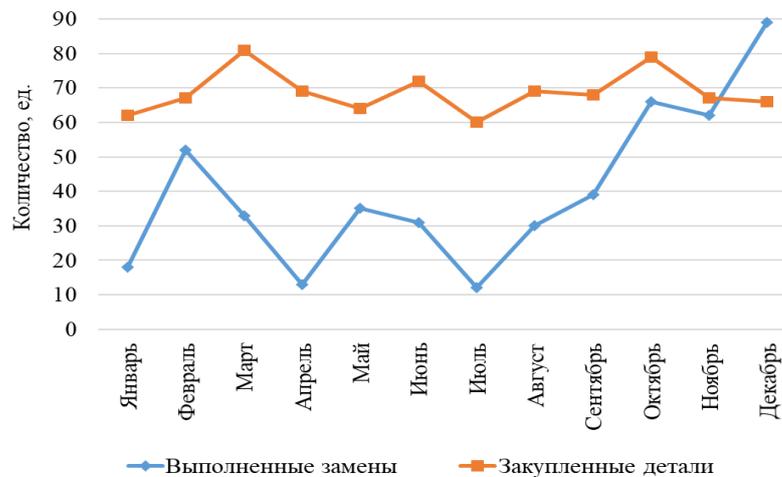
Рис. 3. Начальное окно программы

Для просмотра истории ремонта каждого автомобиля при нажатии кнопки «Автомобили» открывается окно в котором можно просмотреть и внести изменения в историю ремонтов автомобиля, нажав кнопку «Добавить ремонт». В данном окне программы содержится информация о деталях, установленных на данный автомобиль в процессе выполненных ремонтов, пробег, на котором была выполнена замена, а также время, затраченное на ожидание доставки и выполнение ремонтных работ.

На рис. 4 представлен один из отчетов программы.



а)



б)

Рис. 4. Использование запасных частей за текущий год.:  
а) Mercedes-Benz Actros 1844 LS; б) Volvo FH 1242

**Выводы.** Применение информационных технологий для управления потребностью в запасных частях автотранспортного предприятия включает информационную поддержку анализа и обработки информации, связанной с поддержанием подвижного состава в работоспособном состоянии при минимальном времени нахождения автомобиля в ремонте. Использование системы поддержки принятия решений в сфере управления потребностью в запасных частях автотранспортного предприятия позволит проследить все этапы, проводимые для выбора стратегии поддержания подвижного состава в работоспособном состоянии. Предлагаемые подходы могут использоваться для оптимизации механизмов хранения, анализа и дальнейшей обработки информации с целью построения эффективных алгоритмов функционирования

предложенной системы поддержки принятия решений в сфере управления потребностью в запасных частях автотранспортного предприятия.

### Литература

1. Верительник, Е.А. Оптимизация склада запасных частей автотранспортного предприятия с учетом финансовых возможностей предприятия / Е.А. Верительник // Автотранспортное предприятие. – М., 2016. – № 8. – С. 51-54.
2. Верительник, Е.А. Повышение эффективности работы автотранспортных предприятий путем повышения эффективности работы склада запасных частей / Е.А. Верительник // Мир транспорта и технологических машин. – Орел, 2018. – № 3 (62). – С.137-145.
3. Скузоватова, О.Г. Информационные технологии и информационно-технологические системы в управлении региональными экономическими комплексами [Текст] / О.Г. Скузоватова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2004. - № 10. – С. 94-98.
4. Черемных, С.В. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии [Текст] / С.В. Черемных, И.О. Семенов, В.С. Ручкин. – Учебник-практикум. — М.: Финансы и статистика, 2006. — 188 с.

---

*Veritelnik E. A., candidate of technical Sciences, Associate Professor, Lugansk Vladimir Dahl State University, Lugansk*

*Bikhdricker A. S., candidate of technical Sciences, Associate Professor, Lugansk Vladimir Dahl State University, Lugansk*

### INFORMATION SUPPORT OF MANAGING THE DEMAND FOR SPARE PARTS FOR A MOTOR TRANSPORT COMPANY

*Abstract: The author considers the need to create an information system to support decision-making when managing a warehouse of spare parts of a motor transport enterprise. An enlarged structure of information support for the management of the decision-making process on the formation of a stock of spare parts is presented.*

*Key words: information support, decision support system, store, probability of failure, spare parts, information system.*

УДК 658.382(075.8)

*Толстых А.С., кандидат технических наук, доцент, ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», e-mail: ast953@yandex.ru*

*Гладкая А.Д., кандидат технических наук, профессор, ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», e-mail: gladkaya\_alla@mail.ru*

### МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ЗАРАЖЕНИЯ МЕСТНОСТИ ПРИ АВАРИЯХ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

*Аннотация: В статье рассмотрены недостатки методики расчета химического заражения местности при авариях на химически опасных объектах, приведенной в РД 52.04.253-90. Сформулированы предложения по модификации РД 52.04.253-90, устраняющие присутствующие недостатки и значительно повышающие точность расчета. Произведен сравнительный расчетный анализ двух методик.*

*Ключевые слова: аварийно химически опасные вещества; масштаб заражения, глубина зоны заражения, ширина зоны заражения.*

Во всех развитых странах мира актуальна проблема аварий и катастроф на химически опасных объектах, связанная с попаданием аварийно химически опасных веществ (АХОВ) в окружающую среду, что может повлечь поражение населения и материальный ущерб.

К решению названной проблемы всегда подходят многогранно, что отражается в реализации разнообразных защитных мероприятий, одним из которых является – прогнозирование развития химических аварий.

В настоящее время существует ряд различных методик, позволяющих дать прогноз последствий химической аварии, с той или иной степенью достоверности. Из нескольких существующих, наибольший интерес представляет методика, представленная в РД 52.04.253-90 «Руководящий документ (далее Методика). Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на

химически опасных объектах и транспорте» [1], введенная в действие в СССР в 1990 г. на настоящее время имеет статус действующей.

Несмотря на «почтенный возраст» этого нормативного документа, данная Методика применяется до сих пор, без каких-либо изменений. Это объяснимо ее достаточной простотой, а также довольно точными результатами расчета. Однако, данная Методика, не лишена недостатков, и, по мнению авторов настоящей статьи, нуждается в уточняющей модификации.

В РД 52.04.253-90 при расчете масштабов химического заражения не учитывается ряд важнейших факторов, оказывающих значительное влияние на точность вычислений. Ниже рассмотрены неучтенные факторы, а также предложения по их уточнению.

1. В п. 1.5 Общих положений РД 52.04.253-90 указывается, какими исходными данными руководствоваться при заблаговременном и аварийном прогнозировании, однако в самой Методике четкое разделение отсутствует.

Представляется целесообразным вывести отдельно расчет заблаговременного и для аварийного прогнозирования. Это придаст методике более четкую направленность при производстве прогнозных расчетов.

2. При расчете количества выброшенного или разлившегося при аварии АХОВ ( $Q_0$ ), в Методике не учитывается нормативный коэффициент заполнения емкости, содержавшей аварийно химически вещество, что ведет к серьезным погрешностям в расчете. Такой коэффициент должен быть обязательно учитываться, так как на практике хранилища никогда не заполняют полностью, оставляя свободное пространство, на случай объемного температурного расширения вещества.

В Методике расчет производится по формуле:

$$Q_0 = d \times V_x, \quad (1)$$

где  $d$  – плотность АХОВ, т/м<sup>3</sup>;

$V_x$  – объем хранилища, м<sup>3</sup>.

Формулу (1) необходимо представлять в следующем виде[2]:

$$Q_0 = d \times V_x \times n, \quad (2)$$

где  $n$  - нормативный коэффициент заполнения емкости ( $n = 0,8 \div 0,9$ ).

3. Глубина зоны заражения в Методике может быть определена только для пересеченной местности. В реальности химически опасные объекты, как правило находятся вблизи населенных пунктов или непосредственно в населенных пунктах. То есть по пути следования облака зараженного воздуха может встречаться городская застройка (многоэтажная или малоэтажная), лесопарковые зоны и т. д, что создает препятствие к продвижению и значительно снижает реальную глубину зоны заражения. Неточность расчета ведет к необоснованным материальным расходам на реализацию защитных мероприятий. Учитывая сказанное, авторы статьи полагают, что определенные по Методике глубины заражения местности АХОВ должны учитывать поправочные коэффициенты, приведенные в таблице 1.

Таблица 1  
Коэффициенты уменьшения глубины заражения в условиях застройки и лесных насаждений

Степень вертикальной устойчивости атмосферы	Инверсия	Изотермия	Конвекция
Лесные массивы	1,8	1,7	1,5
Малоэтажная застройка	3	2,5	2
Многоэтажная застройка	3,5	3	3

4. В методике не определяется ширина зоны фактического заражения. Авторы полагают, что в практическом применении данный параметр

также представляет интерес, поэтому он должен быть внесен в модифицированную методику.

Данный параметр может быть определен в соответствии с уравнениями, приведенными в таблице 2.

Таблица 2

Ширина фактической зоны заражения

Инверсия	Изотермия	Конвекция
$\text{Ш} = 0,3 \times \Gamma^{0,6}$	$\text{Ш} = 0,3 \times \Gamma^{0,75}$	$\text{Ш} = 0,3 \times \Gamma^{0,95}$

5. При заблаговременном прогнозировании, необходимо акцентировать внимание на принимаемом стандартном расчетно времени, прошедшем после аварии (4 часа). В связи с этим уравнения (9, 10) в Методике можно представить в упрощенном виде, так как метеорологические условия остаются неизменными:

- возможная площадь зоны заражения ( $S_B$ ), км<sup>2</sup>

$$S_B = 1,57 \times \Gamma^2 \tag{3}$$

- фактическая площадь зоны заражения ( $S_\phi$ ), км<sup>2</sup>

$$S_\phi = 0,11 \times \Gamma^2, \tag{4}$$

где  $\Gamma$  – глубина заражения, км

С учетом изложенного выше, предполагается, что порядок прогнозирования должен иметь следующую последовательность.

1. Выполняется заблаговременное прогнозирование:

а) с учетом коэффициента заполнения вычисляется масса АХОВ, попавшего в окружающую среду:

б) рассчитывается эквивалентное количество вещества в первичном и во вторичном облаке;

в) с учетом понижающих коэффициентов на преодоление облаком шероховатой поверхности (застройка, лесополоса) определяется глубина зоны заражения АХОВ;

г) вычисляются площади возможного заражения и фактического заражения местности.

2. Совершается аварийное прогнозирование:

а) степень вертикальной устойчивости воздуха определяется исходя из метеорологических условий на момент аварии;

б) расчет осуществляется по фактическому количеству АХОВ, выброшенного в окружающую среду;

в) вычисляется эквивалентное количество вещества в первичном и во вторичном облаке;

г) с учетом понижающих коэффициентов на преодоление облаком шероховатой поверхности (застройка, лесополоса) определяется глубина зоны заражения АХОВ;

д) вычисляются площади возможного заражения и фактического заражения местности;

е) рассчитывается время испарения АХОВ;

ж) определяется время подхода зараженного воздуха.

3. На карты и схемы наносятся зоны заражения.

4. Рассчитывается количество пораженных людей.

### **Сравнительный анализ расчета гипотетической аварии, приближенной к реальным условиям по РД 52.04.253-90 и модифицированной методике**

Рассматривалась возможная авария на Верхнекальмиусской фильтровальной станции г. Донецк. На фильтровальной станции в контейнерах находится жидкий хлор в количестве 420 т. Максимальная вместительность одного контейнера составляет 57 т.

Постановка задачи следующая.

3 июня в 14.00 в результате минометно-артиллерийского обстрела, был разрушен контейнер, в результате чего 57 т жидкого хлора попало в окружающую среду. Нормативный коэффициент заполнения контейнера принимается – 0,9. Высота обвалования – 2 м. Температура воздуха - (+20 °С). Облачность – сплошная. Скорость ветра в момент аварии 3 м/с; направление – в сторону центра г. Донецк. Расстояние от станции фильтрования до центра города – 16 км. Путь следования облака зараженного воздуха: равнина – 8 км, малоэтажная застройка – 2 км, равнина – 3,6 км, многоэтажная застройка – 2,4 км. Расчетное время – через 3 часа после аварии.

Произвести сравнительную оценку масштабов заражения по РД 52.04.253-90 и модифицированной методике по следующим параметрам:

- определение глубины зоны заражения;
- определение ширины заражения;
- определение площади возможного заражения;
- определение площади фактического заражения;
- определение времени подхода облака зараженного воздуха до центра города;
- определение времени поражающего действия АХОВ.

Результаты расчетов представлены в таблице 3.

На основании сравнительного анализа можно сделать вывод о том, что расчет, проведенный по методике РД 52.04.253-90 имеет значительные отклонения по большинству рассчитываемых величин в сравнении с модифицированной методикой. Наблюдаемые отклонения дают основание полагать, что такие параметры как: глубина зоны заражения, площади зон заражения и прочие ведут к необоснованным экономическим затратам на проведение защитных мероприятий на объектах хозяйственной деятельности в действительности не попадающих в зону заражения. Поэтому необходимы изменения в действующую методику (РД 52.04.253-90), учитывающие существующие недостатки.

Таблица 3

Результаты сравнительного расчета масштабов химической аварии согласно  
РД 52.04.253-90 и предлагаемым дополнениям к указанной методике

№ п/п	Параметр	Результат расчета		Отклонение
		РД 52.04.253-90	РД 52.04.253-90 с дополнениями	
1	2	3	4	5
1	Количество выброшенного АХОВ, т	57	48,4	8,6
2	Время поражающего действия АХОВ, ч	53,8	53,8	-
3	Эквивалентное количество в первичном облаке, т	10,3	8,7	1,6
4	Эквивалентное количество во вторичном облаке, т	2,6	2,2	0,4
5	Глубина заражения, км	20	17,2	2,8
6	Площадь возможного заражения, км <sup>2</sup>	627	467	160
7	Площадь фактического заражения, км <sup>2</sup>	43	25	18
8	Ширина фактического заражения, км	не определяется	1,7	-
9	Время подхода облака, ч	3,2	3,2	-
<b>Аварийное прогнозирование</b>				
10	Количество выброшенного АХОВ, в аварийной ситуации, т	57	48,4	8,6
11	Время поражающего действия АХОВ, ч	32,2	32,2	-
12	Эквивалентное количество в первичном облаке, т	2,4	2	0,4
13	Эквивалентное количество во вторичном облаке, т	0,8	0,3	0,5
14	Глубина заражения, км	4,4	3,6	0,8
15	Площадь возможного заражения, км <sup>2</sup>	7,5	5,1	2,4
16	Площадь фактического заражения, км <sup>2</sup>	3,2	2,2	1
17	Ширина фактического заражения, км	не определяется	0,5	-
18	Время подхода облака, ч	0,9	0,9	-

## **Выводы и перспективы дальнейших исследований**

1. РД 52.04.253-90

1. Существующая Методика не отражает важные факторы, которые должны учитываться при прогнозировании.

2. Для устранения вышеуказанных недостатков необходимо сформировать рабочую группу для устранения выявленных недостатков.

3. На основании предложений рабочей группы Методику изложить в новой редакции, взамен уже существующих [1, 2].

### **Литература:**

1. РД 52.04.253–90. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте. – Введ. 01.07.90. - Л: Гидрометеоиздат, 1991. – 23 с.

2. Исаев В.С. Аварийно химически опасные вещества (АХОВ): Учеб. пособие. – М: Военные знания, 2003. – 56 с.

---

*Tolstykh A.S., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, e-mail: ast953@yandex.ru*

*Gladka A.D. Candidate of Technical Sciences, Professor, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, e-mail: gladkaya\_alla@mail.ru*

## **MODIFICATION OF THE FORECASTING METHOD CHEMICAL CONTAMINATION OF THE AREA IN ACCIDENTS AT CHEMICALLY HAZARDOUS FACILITIES**

*Abstract: The article considers the shortcomings of the methodology for calculating chemical contamination of the area in accidents at chemically hazardous facilities, given in РД 52.04.253-90. Proposals for the modification of РД 52.04.253-90 are formulated, which eliminate the existing shortcomings and significantly increase the accuracy of the calculation. A comparative calculation analysis of the two methods was performed.*

*Keywords: emergency chemical hazardous substances; scale of infection, depth of the infection zone, width of the infection zone.*

УДК 622.625.6

*Гутаревич В.О., доктор технических наук, доцент, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»,*

*Игнаткина Е.Л., старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Камчатский государственный технический университет».*

## ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ ПУТИ ШАХТНОЙ ПОДВЕСНОЙ МОНОРЕЛЬСОВОЙ ДОРОГИ

*Аннотация: В работе установлены зависимости, описывающие вертикальные возмущения монорельсового пути. Определены траектории смещения их центров масс. Полученные выражения позволяют более достоверно проводить моделирование движения подвижного состава и оценивать динамические качества подвесных монорельсовых дорог.*

*Ключевые слова: подвижной состав, колесная пара, подвесной монорельс, смещение, модель*

Постановка проблемы, ее актуальность. Формирующиеся во время движения подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги силы и деформации приводят к колебательным процессам и дополнительным нагрузкам, воздействующим на крепь горной выработки. Для исследования протекания этих процессов необходимо знать возмущающие факторы, а также закономерности их изменения в пространстве и во времени.

Анализ исследований и публикаций по теме. В работах [1,2] проведено математическое моделирование рельсовых транспортных средств. В научных исследованиях [3-6] рассматриваются динамические процессы, возникающие во время движения экипажа по рельсовому пути, расположенному на почве. Отличия подвесного монорельсового пути и особенности его эксплуатации [7,8] не позволяют в полной мере использовать ранее полученные результаты.

Постановка задачи. Настоящая работа является продолжением указанных исследований. Цель статьи заключается в установлении зависимостей, описывающих вертикальные возмущения монорельсового пути, необходимых для исследования динамики движения шахтной подвесной монорельсовой дороги.

Изложение материала и результаты. Монорельсовый путь состоит из отрезков двутавровых балок, шарнирно соединенных между собой и подвешиваемых в местах соединений к кровле горной выработки (рис.1).

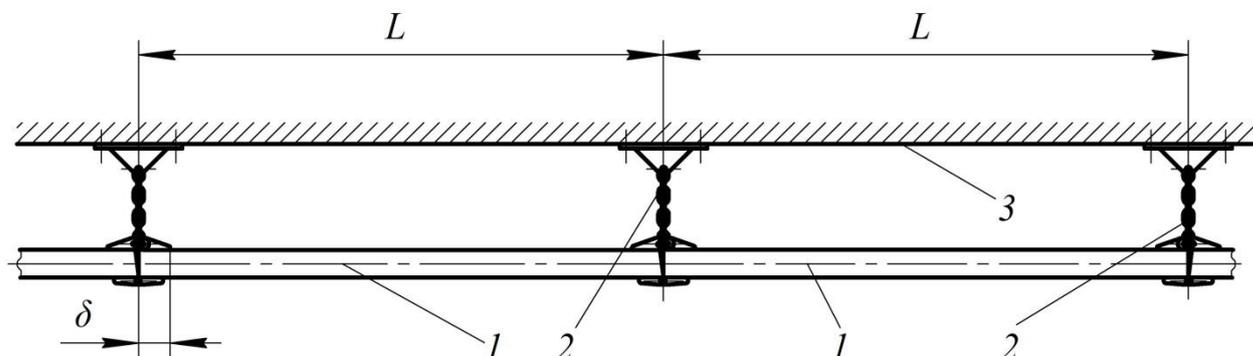


Рис. 1 Схема подвески монорельсового пути:  
1 – отрезок монорельса; 2 – подвес; 3 – кровля горной выработки

Длина отрезков монорельса  $L$  не превышает 3 м. Для снижения бокового раскачивания в начале монорельсового пути и через каждые десять отрезков, как правило, его фиксируют в горизонтальном направлении. Монорельс изготавливают из двутаврового профиля высотой 160 мм или усиленного профиля 155 мм, а также с полками, имеющими дополнительные ребра, общей высотой 200 мм.

При движении колесной пары по монорельсу возникают периодические, единичные и случайные возмущения. Периодическими возмущениями являются вертикальные, горизонтальные и волнообразные неровности поверхностей качения, стыки, имеющие зазоры и перекосы, дефекты и неуравновешенность колесных пар. Единичные возмущения повторяются не периодически, возникают на впадинах и выступах, стрелочных переводах или съездах монорельсового пути. Случайные возмущения появляются беспорядочно, как суммарное их действие с неопределенностью во времени.

Траектория центра тяжести колесной пары во время движения повторяет форму неровностей монорельса. Установив закономерности влияния и их изменчивости вдоль трассы, возможно найти перемещения и ускорения колесных пар, подвижного состава, а также динамические характеристики.

В зависимости от длины отрезков двутавра и шага их подвески (крепления) образуются повторяющиеся неровности, показанные на рис. 2.

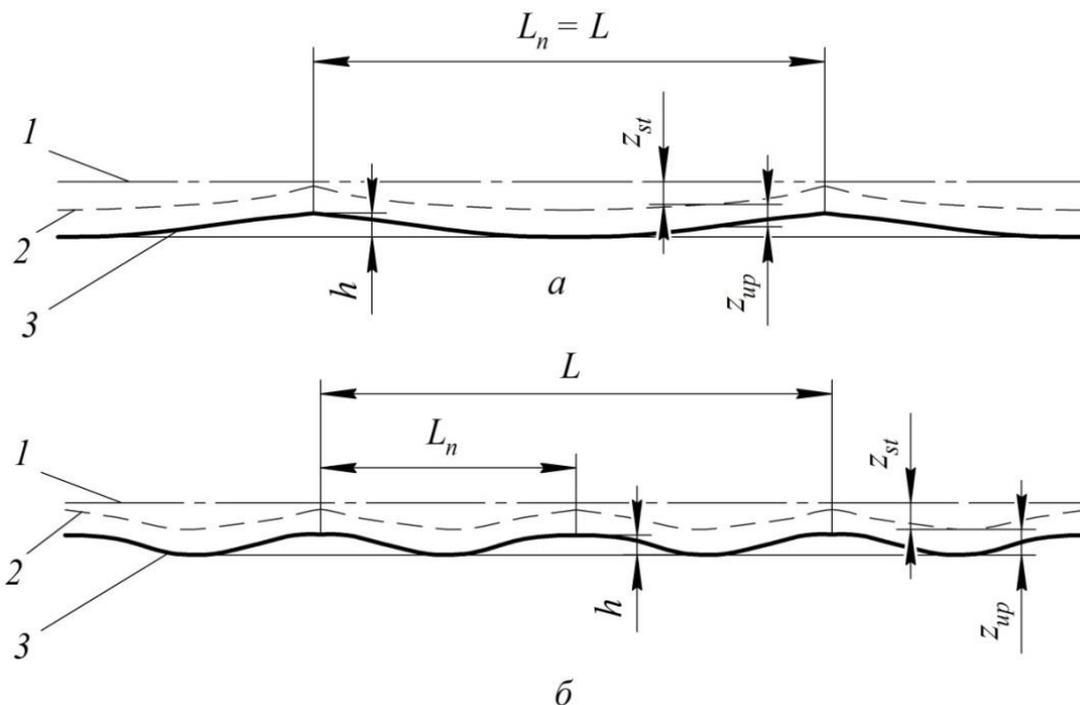


Рис. 2. Схема образования неровности монорельса:  
а – однопролетная подвеска; б – двухпролетная подвеска

На этом рисунке линия 1 соответствует идеальному профилю монорельсового пути, 2 – профилю перед началом движения и без нагрузки, 3 – траектории точек взаимодействия колес с монорельсом во время движения под нагрузкой;  $h$  – высота неровности;  $L_n$  – длина неровности.

Для математического моделирования неровности рельсовых нитей железнодорожного и шахтного транспорта обычно описывают функциями  $\sin \chi$  или  $\cos \chi$ , где аргумент  $\chi$  соответствует координатам, расположенным вдоль оси пути  $X$  [1, 4, 5, 6].

Неровности монорельсового пути, показанные на рис. 2,а, можно аппроксимировать непрерывной периодической функцией  $\eta = -h|\sin \chi|$ , где аргумент  $\chi = \pi x / L_n$ .

Тогда

$$\eta = -h \left| \sin \frac{\pi x}{L_n} \right|. \quad (1)$$

В выражении (1) знак «минус» учитывает смещение профиля монорельса ниже оси пути. Зона монорельсового стыка описывается скачком первой производной.

Приведенные на рис. 2,б неровности монорельсового пути можно заменить функцией вида  $\eta = h/2(\cos \chi - 1)$ , где аргумент  $\chi = 2\pi x / L_n$  и

$$\eta = \frac{1}{2} h \left( \cos \frac{2\pi x}{L_n} - 1 \right). \quad (2)$$

Выражение (2) также принимает в расчет смещение профиля монорельса ниже точек его подвеса. Его рекомендуется использовать для моделирования неровностей монорельсового пути, имеющего шарнирные стыки соседних отрезков с помощью болтового соединения или подвеску каждого отрезка на трех и более опорах. В последнем случае необходимо длину неровности монорельса принимать равной шагу установки опор.

Стыки монорельса имеют проушины или захваты, которые увеличивают его поперечное сечение, снижая смещение профиля, что влияет на форму кривых, описываемых выражениями (1) и (2). Кроме того, стыки выполняют с определенными допусками, которые приводят к образованию превышений поверхностей качения. С учетом этого подвесной монорельсовый путь может быть аппроксимирован функцией, представляющей собой сумму полуволн синусоид (рис.3)

$$\eta = \frac{\eta_0}{2} \left( \left| \sin \frac{2\pi x}{L_n} + \frac{\delta_m}{L_n} \right| + \left| \sin \frac{2\pi x}{L_n} - \frac{\delta_m}{L_n} - \frac{2\delta_m}{L_n} \right| \right) + \eta_m \left| \sin \frac{2\pi x}{L_n} \right|, \quad (3)$$

где  $\eta_0$  – наибольший прогиб монорельса;  $\delta_m$  – длина стыка монорельса (см. рис. 1);  $\eta_m$  – высота неровности (превышения) стыка соседних отрезков монорельса.

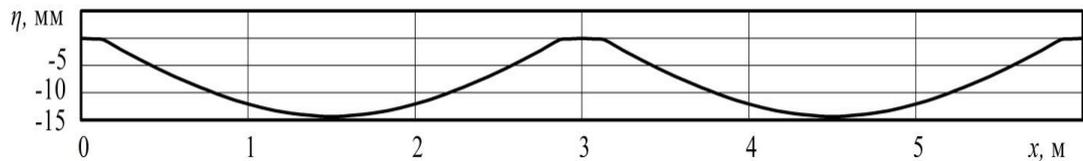


Рис. 3. Вертикальные возмущения подвешенного монорельсового пути при:  
 $L = 3 \text{ м}$ ;  $\eta_0 = -15 \text{ мм}$ ,  $\eta_m = -1,5 \text{ мм}$ ,  $\delta_m = 0,1 \text{ м}$

Для определения траекторий движения колесных пар во времени  $t$ , когда колесные пары перемещаются со скоростью  $V_n = x/t$ , аргумент можно представить в виде

$$\chi = \frac{2\pi V_n}{L_n} t = \omega_\tau t,$$

где  $\omega_\tau$  – частота возмущения от неровностей монорельса с длиной волны  $L_n$ .

Тогда выражение (3) можно записать

$$\eta(t) = \frac{\eta_0}{2} \left( \left| \sin \omega_\tau t + \frac{\delta_m}{L_n} \right| + \left| \sin \omega_\tau t - \frac{\delta_m}{L_n} \right| - \frac{2\delta_m}{L_n} \right) + \eta_m |\sin \omega_\tau t|.$$

Каждая единица подвижного состава шахтной подвешенной монорельсовой дороги, как правило, имеет по две тележки с двумя парами колес (рис. 4). Во время движения по неровностям монорельса центры масс колесных пар описывают траектории неровностей, но со сдвигом по времени.

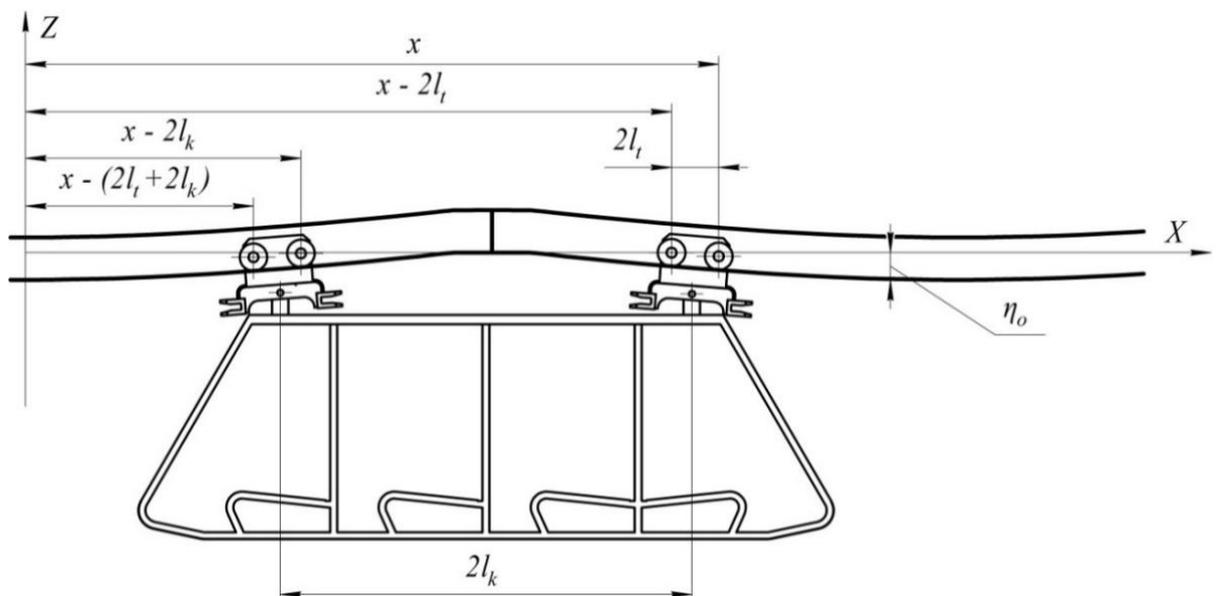


Рис. 4. Положение колесных пар на неровностях монорельсового пути

Если для первой по ходу движения тележки неровности монорельсового пути в месте контакта передней колесной пары обозначить  $\eta_1(t) = \eta(t)$ , то в месте контакта задней колесной пары, установленной на расстоянии  $2l_t$ , перемещение с учетом запаздывания будет равно

$$\eta_2(t) = \eta_1 \sin \omega_\tau \left( t - \frac{2l_t}{V_n} \right).$$

Для передней и задней колесных осей второй по ходу движения тележки, расположенной на расстоянии  $2l_k$ , траектории движения имеют вид:

$$\eta_3(t) = \eta_1 \sin \omega_\tau \left( t - \frac{2l_k}{V_n} \right); \eta_4(t) = \eta_1 \sin \omega_\tau \left( t - \frac{2(l_t + l_k)}{V_n} \right).$$

Следует отметить, что приведенные зависимости относятся к идеализированному пути, когда движение колес происходит без отрыва от направляющих поверхностей качения. Однако они дают возможность выполнять оценку динамических качеств подвижного состава и устанавливать дополнительные нагрузки на монорельс и крепь горной выработки.

Выводы. Полученные выражения, описывающие неровности монорельсового пути, позволяют более достоверно проводить моделирование движения подвижного состава и обоснованно определять параметры ходовой части для усовершенствования существующих и вновь проектируемых монорельсовых дорог.

#### Литература

1. Вершинский С.В. Динамика вагона / С.В.Вершинский, В.Н.Данилов, В.Д.Хусидов; ред. С.В.Вершинский. – М.: Транспорт, 1991. – 360 с.
2. Зиборов К.А. Применение компьютерного моделирования при проектировании механических систем шахтного рельсового транспорта / К.А. Зиборов, В.В. Процев, С.Е.Блохин, С.А. Федоряченко // Научный вестник НГУ. – 2013. – №6. – С.55-59.

3. Бирюков И.В. Механическая часть тягового подвижного состава / И.В. Бирюков, А.Н.Савоськин, Г.П. Бурчак и др.; ред. И.В. Бирюков. – М.: Транспорт, 1992. – 440 с.
4. Шахтарь П.С. Рудничные локомотивы– М.: Недра, 1982. – 296 с.
5. Губачева Л.А. Перспективы использования фрикционных гасителей колебаний / Л.А. Губачева, А.А. Андреев, А.М. Панфилов // Инфраструктурные отрасли экономики: проблемы и перспективы развития. – 2016. – 16. – С.132-140.
6. Новиков Е.Е. Теоретические исследования движения подвижного состава по рельсовому пути с вертикальными и горизонтальными неровностями / Е.Е.Новиков, В.В.Говоруха, Р.Г.Павленко, Н.Т.Чернобривец // Шахтный и карьерный транспорт / под ред. А.О.Спиваковского. – М.: Недра, 1978. – Вып.4. – С.221-225.
7. Гутаревич В.О. Математическое моделирование движения ходовых тележек по подвесному монорельсу // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2014. – №3. – С.102-105.
8. Gutarevych V. Mathematical Model Study of Suspended Monorail // *Transport Problems*. – 2012. – Vol. 7.– Iss. 3. – P. 61-66.
9. Игнаткина Е.Л. Динамические характеристики подвесного пути монорельсовой дороги // *Вестник Донецкого национального технического университета*. – 2016. – №6(6). – С. 3-6.

---

*Gutarevych V. O., doctor of technical Sciences, assistant professor, Donetsk National Technical University,*

*Ignatkina E.L., senior lecturer, Kamchatka State Technical University.*

#### VERTICAL GUIDEWAY DISTURBANCES OF MINING SUSPENDED MONORAIL

*Abstract: In this work were studied the interaction of wheelset and monorail when they driving over bumps. Defined trajectory offset their centers of mass. Obtained expressions allow more reliably carry out simulation of the motion of the rolling stock and assess the dynamic properties of suspended monorail.*

*Keywords: rolling stock, wheelset, suspended monorail, offset, model*

УДК 622.692

*Донченко А.С., старший преподаватель Института гражданской защиты ГОУ ВО «Луганский государственный университет им. В.Даля».*

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В СИСТЕМАХ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

*Аннотация: Проведены исследования современных методов предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в системах газоснабжения населенных пунктов. Методы исследования основаны на разработках Плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций и аварий на примере ГП «Луганскгаз». На основании анализа условий возникновения и развития аварийных ситуаций в системах газоснабжения ЛНР выявлены возможные аварийные ситуации трех уровней: А, Б, В. Предложены мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации ЧС в газовом хозяйстве.*

*Ключевые слова и определения: Авария; объект повышенной опасности; газоснабжение; ликвидация последствий чрезвычайной ситуации; опасные режимы функционирования объекта; вредные вещества.*

Главной ценностью человеческого общества является человек, его жизнь и здоровье. Опасность для человека в равной мере несут все чрезвычайные ситуации (далее – ЧС). Защита населения и территорий при ЧС техногенного и природного характера и от опасностей, возникающих при военных действиях – является актуальной проблемой государства и общества [1].

Для обеспечения реализации государственной политики в сфере гражданской защиты в Луганской Народной Республике (далее – ЛНР) создана Единая государственная система гражданской защиты [2] (далее – ЕГС ГЗ), в состав которой входят силы гражданской защиты. Одними из составляющих этих сил являются специализированные службы ГЗ, к которым относятся и структурные подразделения Государственного предприятия «Луганскгаз» [2], [3].

ГП «Луганскгаз» является промышленной и экономической составной частью Луганской Народной Республики и выполняет функции по предоставлению населению, бюджетным организациям, промышленным и

коммунальным предприятиям, а также другим субъектам предпринимательской деятельности услуг по распределению природного, нефтяного газа (метана) угольных месторождений и поставки природного газа, газа (метана) угольных месторождений и сжиженного газа, выполнению работ по строительству газовых сетей и сооружений, разработке проектной документации, разработке и осуществлению текущего и перспективных планов развития систем газоснабжения региона и другое, что предусмотрено нормативно-правовыми документами ГП «Луганскгаз».

Вся система газового хозяйства с ее газовыми сетями, сооружениями инфраструктурой является объектом повышенной опасности. В системах газоснабжения ЛНР ГП «Луганскгаз» используется природный газ газовых месторождений с давлением не более 12 кгс/см кв. Природный газ — это газообразное топливо в том виде, в котором оно было получено при добыче.

Природный газ не имеет цвета, запаха, вкуса и имеет следующие показатели: состав, теплота сгорания, удельный вес, температура горения и воспламенения, границы взрываемости, скорость распространения пламени. Природные газы газовых месторождений состоят из метана (82-98 %) и других углеводородов. В состав любого газообразного топлива входят горючие и негорючие вещества. К горючим веществам относятся водород, углеводороды, сероводород, окись углерода; к негорючим – углекислый газ, кислород, азот, водяной пар [4 - 8].

Актуальностью темы данной работы является то, что при нарушении правил эксплуатации газовых сетей, оборудования и приборов происходят процессы и реакции, вызывающие горение и взрывы газа, неполное сгорание продуктов горения, что приводит к гибели людей, тяжелым отравлениям продуктами горения, а также к разрушениям жилых строений, объектов инфраструктуры, социально-культурной сферы [5].

Целью данной работы является разработка методов и мероприятий по предупреждению, локализации и ликвидации ЧС в газовом хозяйстве.

Система распределительных и внутренних газопроводов спроектирована и построена, как комплекс газопроводов и объектов, обеспечивающих транспортировку природного газа до потребителей и населению.

Сеть распределительных газопроводов имеет рабочее давление от 0,05 до 12 кгс/см<sup>2</sup>, в т.ч. высокого (от 3 до 12 кгс/см<sup>2</sup>), среднего (от 0,05 до 3 кгс/см<sup>2</sup>) и низкого давления (до 0,05 кгс/см<sup>2</sup>).

В сети распределительных и внутренних газопроводов природного газа имеются объекты газового хозяйства, к которым относятся промышленные и сельскохозяйственные предприятия, коммунально-бытовые объекты, административные учреждения, жилые дома и общежития, котельные, а также объекты ГП «Луганскгаз», обеспечивающие безаварийную работу всей системы газоснабжения ЛНР [9].

Система распределительных газопроводов имеет пересечения с железными дорогами, водными преградами (реками, озерами, водохранилищами) и автомобильными дорогами республиканского и государственного значения. При этом система газопроводов имеет схемы как надземных, подземных, подводных так и воздушных трасс.

К сожалению, учитывая обстановку, сложившуюся на части территорий ЛНР, угрозы террористических актов в отношении стратегических объектов, объектов повышенной опасности (к которым относятся и объекты ГП «Луганскгаз»), информация о количестве газифицированных населенных пунктов ЛНР, предприятий, организаций и учреждений, а также о протяженности распределительных газопроводов, количестве и местах нахождения объектов ГП «Луганскгаз» носит конфиденциальный характер и в данной работе не может быть представлена.

Главными задачами ГП «Луганскгаз» являются:

- бесперебойное газоснабжение объектов промышленности, коммунально-бытовых объектов, населения Республики природным и сжиженным газом;
- постоянный контроль за состоянием газового хозяйства региона, строительством и вводом в эксплуатацию новых газовых сетей и объектов;

– предупреждение, локализация и ликвидация аварийных и чрезвычайных ситуаций в газовом хозяйстве ЛНР.

Система распределительных и внутренних газопроводов спроектирована и построена в соответствии с ДБН В.2.5. – 20 – 2001 как комплекс газопроводов и объектов, обеспечивающих транспортировку природного газа до потребителей – бытовых, коммунальных и промышленных предприятий, а также населению.

Сеть распределительных газопроводов имеет рабочее давление от 0,05 до 12 кгс/см<sup>2</sup>, из них:

- высокого давления (от 3 до 12 кгс/см<sup>2</sup>);
- среднего давления (от 0,05 до 3 кгс/см<sup>2</sup>);
- низкого давления (до 0,05 кгс/см<sup>2</sup>).

В сети распределительных и внутренних газопроводов природного газа имеются объекты газового хозяйства, к которым относятся:

- промышленные предприятия;
- сельскохозяйственные объекты;
- коммунально-бытовые объекты (КБО);
- общежития;
- котельные;
- газорегуляторные пункты (ГРП);
- шкафные газорегуляторные пункты (ШГРП);
- комбинированные домовые регуляторы давления газа (КДРД);
- установки катодной защиты;
- установки дренажной защиты;
- протекторные установки;
- контрольно-измерительные пункты (КИП);
- изолирующие фланцевые соединения (ИФС);
- газовые колодцы;
- задвижки на линейной части газопроводов;
- конденсатосборники;

- компенсаторы;
- средства молниезащиты;
- газовые приборы [10].

Система распределительных газопроводов имеет:

- пересечения с железными дорогами общей протяженностью;
- пересечения с водными преградами общей протяженностью;
- пересечения с автомобильными дорогами республиканского значения.

Газоснабжение объектов промышленности и сельского хозяйства, коммунально – бытовых, социально – культурных объектов, жилищного фонда и населения Республики осуществляется от системы магистральных газопроводов, которая проходит по территории региона в составе таких основных:

- Ставрополь – Москва;
- Краснодарский Край – Серпухов;
- Новопсков – Моздок;
- Луганск – Лисичанск – Рубежное.

В ЛНР эксплуатируются два подземных хранилища газа: Вергунское, объемом 1,5 млрд. куб. м и выдачей 990 тыс. куб. м в сутки и Краснопоповское, объемом 1,0 млрд. куб. м и выдачей до 400 тыс. куб. м в сутки, а также газоконденсатные месторождения общей продуктивностью 855 тыс. куб. м в сутки.

При этом, газоснабжение объектов хозяйствования, предприятий, учреждений, организаций, а также жилищного фонда осуществляется от автоматизированных газораспределительных станций (далее – АГРС) и газораспределительных станций (далее – ГРС), а также конденсатных месторождений.

Газовая распределительная сеть представляет собой систему трубопроводов и оборудования, служащих для транспортирования и распределения газа внутри населенного пункта. Все газопроводы, входящие в распределительную сеть, делятся на транзитные, распределительные и ответвления. Транзитные

газопроводы выполняют функции передачи газа из одного района (например – в городе), а распределительные – обеспечивают подачу газа непосредственно потребителям [11].

Различают две основные схемы сетей: замкнутые или кольцевые, разветвленные или тупиковые. Основным преимуществом кольцевых сетей является высокая надежность газоснабжения, не нарушающая даже при выключении отдельных участков сети. В тупиковой сети концы ответвлений не соединяются между собой, поэтому при отключении отдельного участка сети без газоснабжения остается целый район.

Контроль и управление всеми технологическими процессами по противоаварийной защите объектов газового хозяйства осуществляется по месту проведения процесса.

На каждом предприятии (объекте) должно быть разработано и утверждено руководителем положение-инструкция по организации и проведению контроля за безопасной эксплуатацией газового хозяйства, в котором должно быть предусмотрено:

- периодичность и объем проводимых проверок;
- порядок выявления и устранения нарушений;
- определение состояния газопроводов, газового оборудования и приборов;
- анализ причин допущенных нарушений;
- проверку деятельности руководителей служб, цехов и других подразделений по обеспечению ими условий для соблюдения на рабочих местах требований ПБСГУ, а также выполнение ими предписаний органов Госнадзора и службы охраны труда предприятия.

На каждом предприятии должен выполняться комплекс мероприятий, включая систему технического обслуживания и ремонта, обеспечивающих поддержание системы газоснабжения в исправном состоянии и с соблюдением требований, изложенных в ПБСГУ.

Профилактическое обслуживание путем обхода трасс подземных газопроводов осуществляется в соответствии с требованиями ПБСГУ.

Профилактическое обслуживание путем обхода дворовых вводов и отключающих устройств на вводах в здания:

- подземных газопроводов – 1 раз в месяц;
- надземных газопроводов – 1 раз в год.

Проверка плотности надземной части вводов газопроводов осуществляется пневмоиспытанием или приборным методом - 1 раз в 3 года.

Установленные на газопроводах запорная арматура и компенсаторы подвергаются ежегодному техническому обслуживанию и при необходимости - ремонту.

Обход распределительных надземных газопроводов производится 1 раз в 3 месяца.

Производятся работы по обследованию подводных переходов 1 раз в 5 лет.

Техническое обслуживание КДРД (прибор, предназначенный для снабжения горючим газом низкого давления одного или нескольких жилых домов и других потребителей при давлении газа до 0,6 МПа и расходе не более 10м куб./час) производится 1 раз в 3 года.

Техническое обслуживание внутридомовых газопроводов и газового оборудования жилых домов, общественных зданий, общежитий, предприятий бытового и коммунального назначения, отопительных котельных производится в соответствии с требованиями ПБСГУ.

Обслуживание газопроводов и оборудования газонаполнительных станций, газонаполнительных пунктов, автомобильных газозаправочных станций и пунктов производится в соответствии с ПБСГУ [12].

Для своевременного предупреждения и ликвидации ЧС в системах газоснабжения ЛНР разработаны и неукоснительно выполняются задачи и обязанности руководящего состава ГП «Луганскгаз», руководителей и персонала его структурных подразделений.

Кроме того, в каждом структурном подразделении ГП «Луганскгаз» разработаны и утверждены карточки опасности объектов системы газораспределительных газопроводов и ситуационный анализ аварийных ситуаций

и аварий, в которых определены стадии аварийной ситуации, ее распознавательные признаки и последствия аварийной ситуации, а также способы и средства предупреждения и локализации аварийной ситуации [12].

Анализ условий возникновения и развития аварийной ситуации (аварии) в системах газоснабжения ЛНР, а также современные методы предупреждения и ликвидации ЧС в газовом хозяйстве представлены в ниже приведенной таблице.

Таблица 1  
Анализ условий возникновения и развития аварийных ситуаций в системах газоснабжения и современные методы предупреждения и ликвидации ЧС в газовом хозяйстве

№	Наименование стадии развития аварийной ситуации (аварии)	Основные принципы анализа условий возникновения аварийной ситуации (аварии) и ее последствий	Способы и средства предупреждения, локализация аварии
1	2	3	4
1	Уровень «А», «Б» Разгерметизация г/проводов и оборудования, неисправность запорной арматуры, приборов и оборудования котельной.	а) Установление причин возникновения утечки газа: - нарушение герметичности резьбовых и фланцевых соединений; - неисправность газовых счетчиков; - неисправность газовых фильтров; - неисправность задвижек; - неисправность клапанов; - неисправность газовых блоков горелок;	1. Своевременное и качественное ремонтно-профилактическое обслуживание оборудования котельной в соответствии с п.4.6. ПБСГУ.
2	Уровень «А», «Б» Нарушение режима работы котельной: отклонение уровня входного давления от установленных нормами параметров.	- ошибки ремонтно-обслуживающего персонала; б) Оценка технического состояния запорной арматуры, приборов, газопроводов котельной в соответствии с разделом 4.6. ПБСГУ.	2. Проведение разъяснительной работы с обслуживающим персоналом по правилам поведения в аварийных ситуациях и обеспечению безопасности при пользовании газом.
3	Уровень «Б» Нарушение режима газоснабжения котельной: - повышение входного давления на котельной до 500 мм вод.ст и более;	в) Оценка качества проведения ремонтно-профилактических работ на котельной обслуживающим персоналом. г) Анализ состояния газовой воздушной среды в помещении котельной. д) Выяснение причин отказа работы оборудования котельной, анализ неисправностей.	3. Своевременное отключение объектов от газоснабжения при возникновении угрозы взрыва, пожара, несчастного случая. 4. Тщательное проветривание,

4	<p>- понижение входного давления на котельной ниже 20-30 мм.вод.ст.; - прекращение подачи газа на котельную.</p> <p>Уровень «В»</p> <p>Взрыв, взрывное горение газа (концентрация 5-15% объемн.)</p>	<p>е) Установление причин появления искрообразования, открытого огня в загазованной зоне.</p> <p>ж) Оценка степени опасности загазованности газифицированного объекта.</p> <p>з) Анализ возможности развития аварии (взрыв, пожар) в</p>	<p>вентиляция газифицированных объектов.</p> <p>5. Исключение загромождения проходов в котельных, и применения источников открытого огня.</p> <p>6. Своевременное привлечение к локализации и ликвидации аварий спец.</p>
5	<p>Уровень «В»</p> <p>Пожар на газифицированном объекте (концентрация газа 15-65% объем)</p>	<p>зависимости от дислокации котельной.</p> <p>и) Оценка достаточности технических средств, личного состава спецслужб города для обеспечения тушения огня, ликвидации последствий взрыва, эвакуации и спасения людей, материальных ценностей и восстановления экологической безопасности.</p>	<p>формирований города.</p>
6	<p>Уровень «В»</p> <p>Переброс пламени на соседние объекты</p>		
7	<p>Уровень «В»</p> <p>Ухудшение здоровья людей, удушье углеводородными газами.</p>		

Основываясь на результатах анализа опасности природного газа, оборудования и параметров технологического процесса в газовом хозяйстве ГП «Луганскгаз», а также количественной оценки аварийных ситуаций и аварий на распределительных газопроводах и объектах на них, в зависимости от масштаба, возможны аварийные ситуации трех уровней: А, Б, В.

1. Аварийные ситуации уровня «А» характеризуются развитием аварий в границах одного производства (цеха, производственного участка), которые являются структурными подразделениями предприятия и могут быть ликвидированы силами и средствами АДС аварийно-диспетчерской службы) межрайонного управления по эксплуатации газового хозяйства.

2. Аварийные ситуации уровня «Б» характеризуются переходом за границу структурного подразделения и развитием ее в границах предприятия и предусматривают привлечение к аварийно-восстановительным работам персонала смежных производственно-эксплуатационных подразделений межрайонного управления по эксплуатации газового хозяйства.

К аварийным ситуациям уровней «А» и «Б» относятся:

Запах газа на ГРП (ГРП закольцован, ГРП тупиковый).

Запах газа в подвале жилого дома (утечка газа из подземного газопровода).

Запах газа в подъезде жилого дома.

Запах газа в квартире жилого дома.

Запах газа в газовом колодце.

Запах газа на улице, во дворе жилого дома, в местах массового скопления людей.

Утечка газа из подземной газовой сети.

Запах газа в котельной или коммунально-бытовом предприятии (загазованность помещений до 1% объема).

Повышение давления в газопроводе низкого давления.

Понижение давления в газопроводе низкого давления.

Прекращение подачи газа потребителям вследствие срабатывания ПЗК на ГРП.

Утечка газа из газобаллонной установки.

3. Аварийные ситуации уровня «В» характеризуются развитием и переходом за границы предприятия, возможностью влияния поражающих факторов аварии на население, расположенных вблизи населенных районов и другие предприятия (объекты), а также на окружающую среду, требующие

привлечения к ее локализации и ликвидации руководства местных органов исполнительной власти или органов местного самоуправления, сил и средств структурных подразделений ГП «Луганскгаз», аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных подразделений МЧС ЛНР в Луганск, органов Госгорпромнадзора, подразделений МВД и ГИБДД, органов санитарного надзора и охраны окружающей среды, здравоохранения, коммунальных служб города (района), военизированных частей, органов массовой информации и связи.

К аварийным ситуациям уровня «В» относятся:

Утечка газа в системе ВДГО с наличием загазованности выше 1% объема.

Пожар в газифицированном жилом доме (объекте), который связан (не связан) с утечкой газа.

Взрыв газовоздушной смеси в жилом доме (на объекте).

Запах газа в котельной или коммунально-бытовом предприятии (загазованность помещений выше 1% объема).

Повреждение газопровода строительными машинами.

Повреждение газопровода среднего или высокого давления.

Отравление угарным газом. Удушье углеводородным газом.

Выводы основываются:

- на карточках опасности объектов исследования;
- на прогнозировании сценариев возникновения аварий;
- на поэтапном анализе сценариев развития аварий и масштабов их последствий;
- на оценке достаточности выполняемых мероприятий по предупреждению возникновения и развития аварийных ситуаций и аварий, а также технических средств локализации аварий
- на анализе действий производственного персонала и специальных подразделений

– количественная оценка аварийных ситуаций и аварий на распределительных газопроводах и объектах на них и результаты проведенных расчетов.

Выводы:

Проведенные исследования и результаты анализа условий возникновения и развития аварийных ситуаций в системах газоснабжения ЛНР позволили:

1. Выявить три уровня А, Б и В аварийных ситуаций и аварий на распределительных газопроводах и объектах на них.

2. Предложить современные методы (методики) предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в системах газоснабжения населенных пунктов.

3. Рекомендовать для внедрения на ГП «Луганскгаз» результаты полученных исследований по предупреждению, локализации и ликвидации ЧС в газовом хозяйстве и использовать их при решении практических и проектных задач.

#### Литература

1. Кодекс гражданской защиты Луганской Народной Республики (Закон) от 24 июня 2016 года № 103-11.

2. Постановление Совета Министров Луганской Народной Республики № 51/17 от 07 февраля 2017 года «Об утверждении Положения о единой государственной системе гражданской защиты».

3. Постановление Совета Министров Луганской Народной Республики № 120/17 от 21 марта 2017 года «Об утверждении Положения о порядке образования и функционирования специализированных служб гражданской защиты на территории Луганской Народной Республики».

4. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

5. СН и П 2.0408-87. Газоснабжение. Сборник изменений В.

6. Общие правила взрывобезопасности для взрывоопасных, химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. ПБ 09-540-03, Москва, 2006г.

7. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. ДНАОП 0.00-1.07-94.

8. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования.

9. В.А. Багдасаров, «Аварийная служба городского газового хозяйства», Изд. «Недра», 1975г., 407с.

10. В.А. Багдасаров «Техника безопасности и организация работ в городском газовом хозяйстве». Изд. «Недра», 1979г., 360с.

11. К.Г. Кязимов «Эксплуатация и ремонт подземных газопроводов», Изд. Стройиздат, г. Москва, 1987г., 428с.

12. К. Г. Кязимов «Городское газовое хозяйство», Изд. Стройиздат, г. Москва, 1988г., 462с.

---

*Donchenko A.S., Senior lecturer, Institute of Civil Protection, State Educational Institution of the LPR «Vladimir Dahl Luhansk State University».*

#### MODERN METHODS OF PREVENTION AND ELIMINATION OF EMERGENCY SITUATIONS IN THE GAS SUPPLY SYSTEMS OF INHABITED LOCALITY

*Abstract: Research of modern methods of prevention and elimination of emergencies in the gas supply systems of settlements has been carried out. The research methods are based on the development of the Plan for the localization and elimination of emergencies and accidents using the example of SE «Luganskgaz». Based on the analysis of the conditions for the occurrence and development of emergencies in the LPR gas supply systems, possible emergencies of three levels were identified: A, B, C. Measures for the prevention, localization and elimination of emergencies in the gas sector were proposed.*

*Key words and definitions: Accident; object of increased danger; gas supply; liquidation of the consequences of an emergency; dangerous modes of operation of the facility; harmful substances.*

УДК 630\*432.32

*Елисеев А.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Высшая инженерная школа ФГАОУ ВО "Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова", г. Архангельск*

*Тарасова В.А., студентка 4 курса, Высшая инженерная школа ФГАОУ ВО "Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова", г. Архангельск*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОРВАРДЕРА JOHN DEERE ДЛЯ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

*Аннотация: предлагается использовать форвардер John Deere для тушения пожаров. На его базе создается съемный универсальный противопожарный модуль. Модуль также может использоваться для тушения пожаров в сельских местностях.*

*Ключевые слова: лесной пожар; тушение лесных пожаров; форвардер; противопожарный модуль.*

Лесные пожары являются одним из основных факторов, оказывающим негативное воздействие на экологический и ресурсный потенциал лесов. Они наносят существенный вред экологии, экономике, а иногда приводят и к человеческим жертвам. Пожары - мощный природный и антропогенный фактор, существенно меняющий функционирование и состояние лесов, восстановление которых требует, как минимум, несколько десятков лет.

В последние годы количество лесных пожаров и их площади, как в России, так и мире в целом, очень существенно возросли. Во многих странах (Россия, США, Австралия), лесные пожары уже много лет являются национальной проблемой, а наносимый ущерб экономике, исчисляется десятками миллионов долларов в год. В отдельные годы сумма ущерба может значительно возрасти.

В 2020 году на территории России произошло более 6 тысяч лесных пожаров, общая площадь которых превышает 990 тысяч гектаров. С начала пожароопасного периода 2020 года наибольшее количество зафиксированных лесных пожаров пришлось на Республику Бурятия, Забайкальский,

Красноярский, Приморский, Хабаровский края, а также Брянскую, Иркутскую, Смоленскую, Кемеровскую и Еврейскую автономную области.

Проблема массовых лесных пожаров комплексна и определяется многими факторами. Так в 2020 году в лесах Сибири, по данным Всероссийского научно-исследовательского института по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций, сложилась напряженная санитарная обстановка из-за массового повреждения насаждений вредителями и пожарами. Массовое распространение вредителей в свою очередь существенно увеличивают риски пожаров в лесах [1].

Нередко пожары возникают в местах лесозаготовок, причем в труднодоступных районах, где стоимость тушения превышает размер возможного ущерба. Борьба с огнем здесь идет только в случае угрозы населенным пунктам либо объектам инфраструктуры [2].

При обнаружении лесного пожара, даже в зоне применения наземных сил и средств, существует определенная проблема доставки лесопожарной техники к месту пожара из-за отдаленности района лесного пожара. Также для большинства колесной техники место лесного пожара может быть просто недоступно, а гусеничную технику трудно и затратно по времени доставлять к удаленным местам пожара. Все это определяет время начала тушения пожара, а, следовательно, увеличение площади пожара и возрастание силы.

В Архангельской области общая обслуживаемая площадь лесов составляет 28 940 925,8 га, имеется 10 ПХС 3 типа. Совокупная площадь района применения наземных сил и средств для тушения лесных пожаров составляет 7745042,2 га, район применения авиационных сил и средств - 21195883,6 га (рис. 1).

Следует отметить и то, что пожарная (лесопожарная) техника является специализированной и не может быть использована по другому назначению, а ее стоимость достаточно высока.

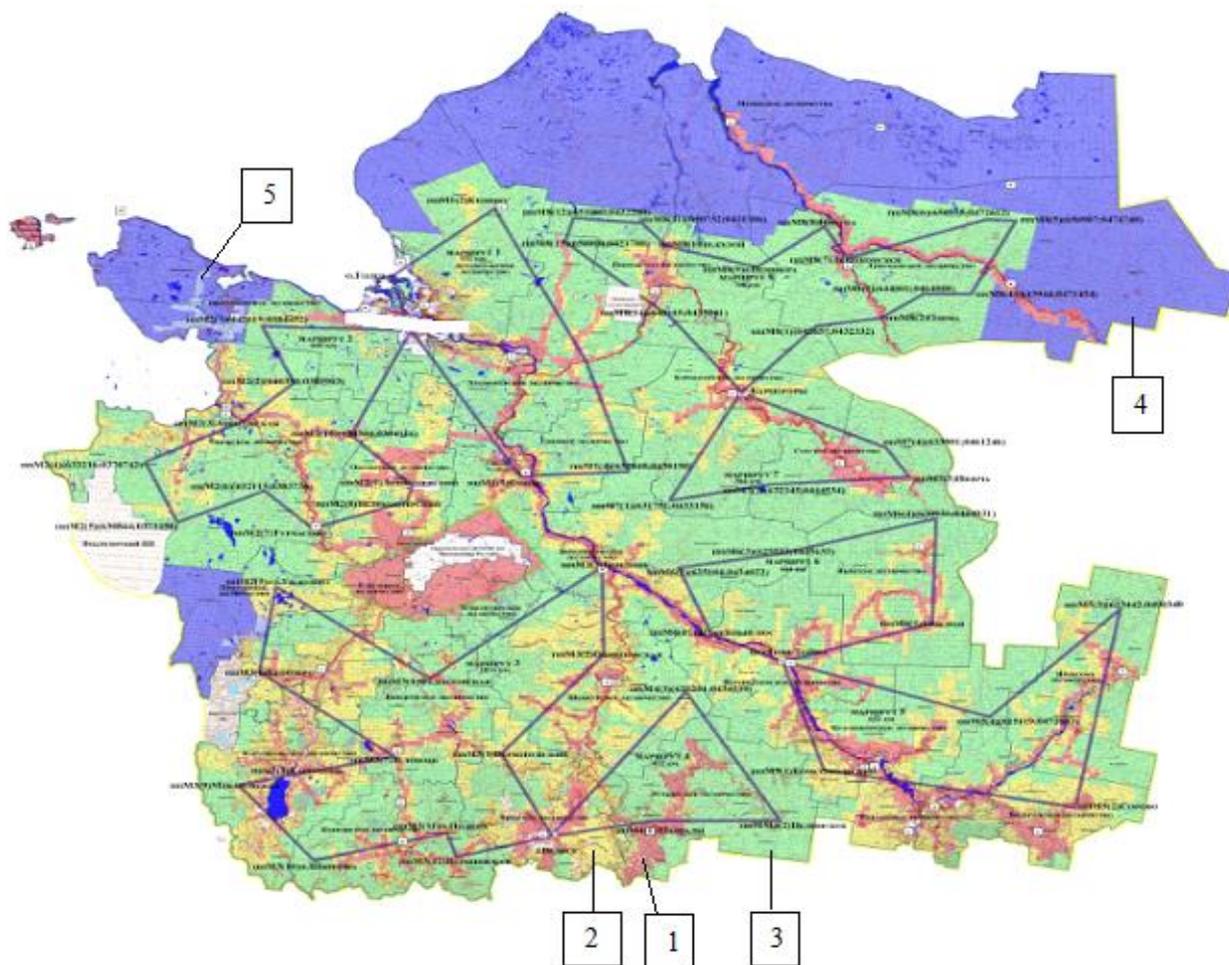


Рис. 1. Карта-схема распределения земель лесного фонда расположенных на территории Архангельской области по зонам мониторинга и применения сил и средств для ликвидации лесных пожаров: 1 - зона наземного мониторинга, район применения наземных сил и средств; 2 - зона авиационного мониторинга, район применения наземных сил и средств; 3 - зона авиационного мониторинга, район применения авиационных сил и средств; 4 - зона контроля лесных пожаров, район применения авиационных сил и средств; 5 - зона контроля лесных пожаров, район применения наземных сил и средств.

Частичным решением данных проблем может стать разработка быстросъемного, универсального недорогого противопожарного модуля, который бы могла бы нести на себе лесозаготовительная техника.

За базовую машину был принят форвардер John Deere 1510G (рис. 2). Это позволит использовать модуль в труднодоступных местах.

Форвардеры John Deere очень популярная техника в сфере лесозаготовки. Сочлененная рама и большой дорожный просвет определяют высокую проходимость. Большая грузоподъемность дает возможность нести на себе цистерны с водой и пожарно-техническим вооружением. Наличие манипулятора

дает возможность загружать и снимать противопожарный модуль в машину без участия другой техники.



Рис. 2. Форвардер John Deere 1510G [3]

Данная машина обладает следующими основными техническими характеристиками:

- мощность двигателя: 164 кВт при 1700–1900 об/мин;
- максимальный вылет манипулятора: 7.2 - 10 м;
- максимальная грузоподъемность: 15 000 кг.

Модуль будет состоять из двух независимых цистерн скрепляемых друг с другом (рис. 3, 4). Цистерны крепятся к щиту и коникам форвардера. Сверху на цистернах имеется арматура в виде сваренных труб для захвата и погрузки цистерны манипулятором, а также предусмотрено место для размещения пожарных рукавов, мягких резервуаров для воды и другого пожврно-технического вооружения. Также можно оборудовать верхнюю площадку для размещения пожарной команды. На второй цистерне с торца машины будет

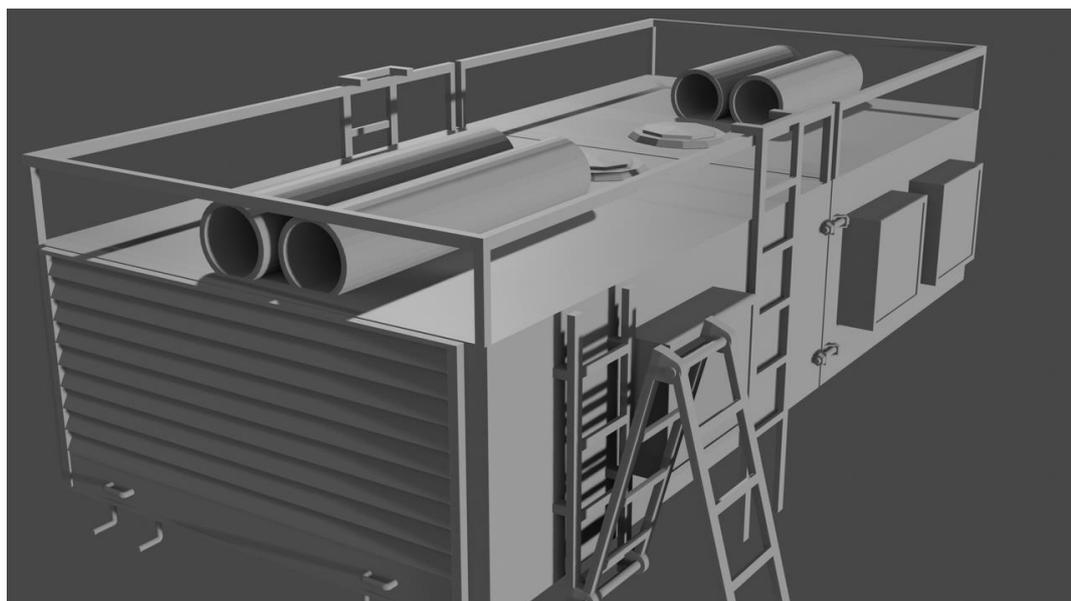


Рис. 3. Модель цистерн противопожарного модуля. Моделирование выполнено в программе трехмерного моделирования Blender

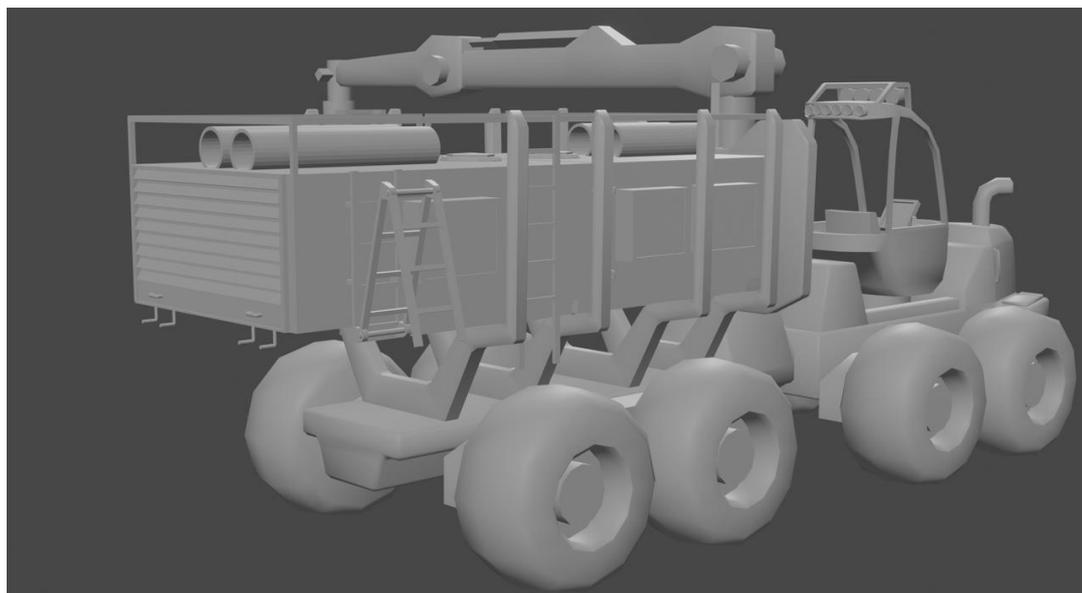


Рис. 4. Противопожарный модуль, установленный на форвардере.

Моделирование выполнено в программе трехмерного моделирования Blender оборудована откидывающаяся платформа в виде решетки для установки и крепления мотопомп - до 6 штук (на рисунке не показано). Снизу обеих цистерн (в пространстве от днища цистерны, лежащей на кониках, до рамы) будут крепиться съемные навесные ящики для скаток пожарных рукавов (на рисунке не показаны). С боков цистерн также будут предусмотрены съемные навесные ящики для противопожарного инвентаря (ранцевых лесных огнетушителей, гидроэлеватора и

др.), а также предусмотрены места крепления различного инструмента - лопат, пожарных хлопушек, торфяных стволов и др.

Для того, чтобы цистерна устойчиво и надежно стояла на кониках, а также чтобы металл цистерны не был продавлен ее весом о коники, под днищем цистерн предусмотрен опорный деревянный брус, который крепится к днищу с помощью направляющих (приваренных металлических профилей - уголков) (рис. 5).

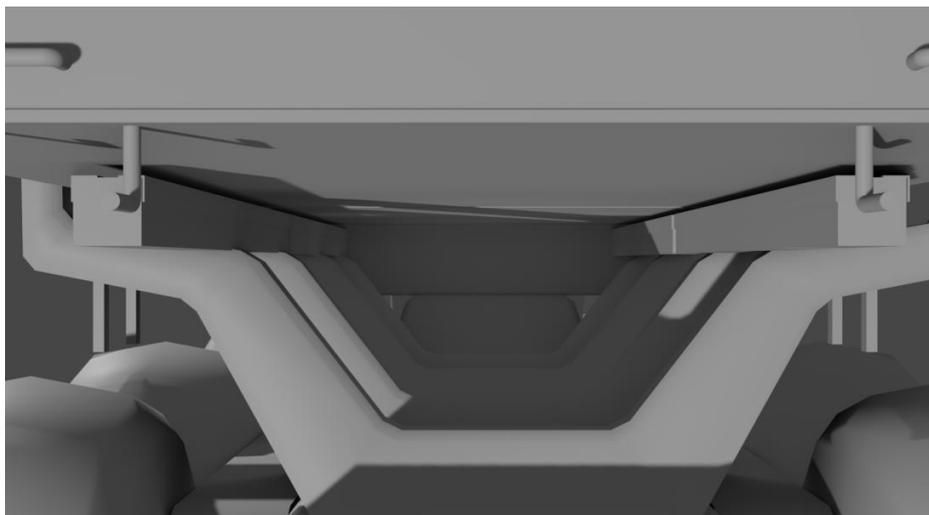


Рис. 5. Цистерна противопожарного модуля с опорным брусом, стоящая на кониках.  
Моделирование выполнено в программе трехмерного моделирования Blender

У данного модуля имеется ряд существенных плюсов:

- нет необходимости в разработке специальной противопожарной техники. Форвардер используется по своему прямому назначению и только при возникновении лесного пожара, погрузив модуль с помощью манипулятора на платформу, будет выполнять задачи противопожарной техники;
- простота в производстве и невысокая стоимость модуля;
- с модулем может работать персонал лесозаготовительной бригады;
- возможна прокладка рукавной линии из естественных водоисточников и подача воды в перекачку на значительные расстояния;
- простота в обслуживании;
- возможность использовать модуль как источник воды для санитарно-гигиенических и других нужд в местах лесозаготовок и иных, там, где водоисточники находятся на удаленном расстоянии.

При удалении очага пожара от водоисточника возможна подачи воды на значительные расстояния способом "в перекачку" (рис. 6). С машины на определенном расстоянии снимается первая (задняя) цистерна и первая мотопомпа подает в нее воду от источника воды. Вторая мотопомпа подает воду из первой цистерны во вторую снятую цистерну, а третья мотопомпа – из второй цистерны к месту пожара. Модуль можно оснастить шестью мотопомпами - в этом случае на заполнение каждой цистерны и на подачу воды к месту пожара можно использовать по две мотопомпы. Кроме того, противопожарный модуль можно укомплектовать мягкими резервуарами (РДВ-1500), тогда дальность подачи воды в перекачку может быть еще увеличена.

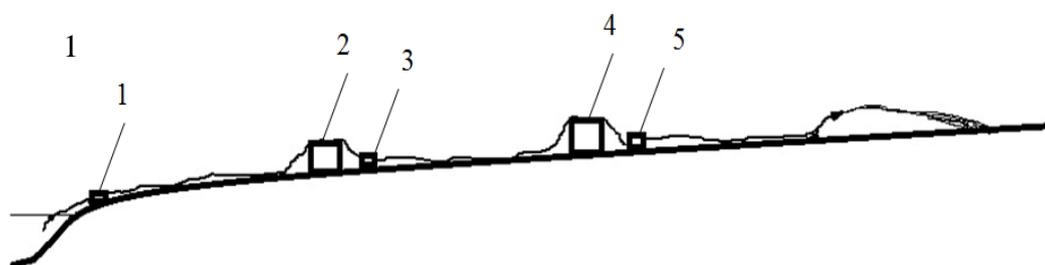


Рис. 6.

Схема развертывания при тушении пожара на удалении от водоисточника при подаче воды в перекачку: 1, 3, 5 – мотопомпы; 2, 4 – цистерны противопожарного модуля

Кроме использования для тушения лесных пожаров данный противопожарный модуль можно использовать для защиты от пожаров отдельных объектов и в сельских населенных пунктах. Модуль может устанавливаться на территории населенного пункта стационарно, его цистерны служить резервуаром с водой, из которых с помощью мотопомпы вода будет оперативно подаваться к месту пожара. Такая система позволит быстро реагировать на возгорания и ликвидировать пожары в начальной стадии самим населением.

В этом случае будет необходимо предусмотреть защиту от возможного вандализма и хищений. Ящики модуля, располагаемые при транспортировке под цистерной будут стационарно закрепляться на цистерне: в одном из них будет размещаться мотопомпа, в другом - скатки пожарных рукавов со стволом. Ящики должны будут закрываться на замок.

Таким образом, создание данного универсального противопожарного модуля позволит при небольших финансовых и материальных затратах решить ряд проблем, в особенности сократить время доставки воды к месту лесного пожара, а также использоваться модуль стационарно для противопожарной защиты объектов, особенно в сельской местности.

#### Литература

1. Эксперты: риск пожаров в лесах Сибири возрастает из-за появления новых видов вредителей [Электронный ресурс] // сайт Федерального государственного унитарного предприятия «Информационное телеграфное агентство России (ИТАР-ТАСС)». – Режим доступа: <https://tass.ru/sibir-news/9515939> (дата обращения: 27.01.2021);
2. Эксперт считает, что лесные пожары в Красноярском крае начинаются в местах лесозаготовок [Электронный ресурс] // сайт Федерального государственного унитарного предприятия «Информационное телеграфное агентство России (ИТАР-ТАСС)». – Режим доступа: <https://tass.ru/sibir-news/6696728> (дата обращения: 27.01.2021);
3. John Deere [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании John Deere в России. - URL: <https://www.deere.ru/ru/> (дата обращения: 27.12.2021).

---

*Eliseev Anatoly Arkadievich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Higher Engineering School of the Northern (Arctic) Federal University named after MV Lomonosov, Arkhangelsk.*

*Tarasova Valeria Alekseevna, 4th year student, Higher Engineering School of the Northern (Arctic) Federal University named after MV Lomonosov, Arkhangelsk.*

#### USING A JOHN DEERE FORWARDER TO EXTINGUISH FOREST FIRES

*Abstract: It is proposed to use a John Deere forwarder to extinguish fires. A removable universal fire-fighting module is created on its basis. The module can also be used to extinguish fires in rural areas.*

*Keywords: forest fire; forest fire extinguishing; forwarder; fire fighting module.*

УДК 629.4.027.4

*Воробьев А.А., доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»*

*Урушев С.В., доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»*

*Иванов И.А., доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»*

*Алексеев А.С., аспирант, магистр, ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ ГРУЗОВОГО ВАГОНА В ПРОЦЕССЕ ТОРМОЖЕНИЯ**

*Аннотация. Расчет колесной пары на термическую нагрузку производился методом конечных элементов и выполнялся в два этапа: на первом этапе решалась задача определения напряженно-деформированного состояния колеса, а на втором - температурных полей, возникающих в колесе при торможении. Был рассмотрен процесс экстренного (короткого) и длительного торможения (движение по затяжному спуску) для грузового вагона. При расчете оценивалось напряженно-деформированное состояние в контакте колесной пары РУ1-950 (профиль поверхности катания по ГОСТ 10791-2011) с рельсом Р65(ГОСТ Р 51685-2013)*

*Ключевые слова: колесо; рельс; напряженно-деформированное состояние; термическая нагрузка; торможение.*

### **Введение**

Изнашивание и образование выщербин в системе колесо-рельс - сложные процессы, зависящие от большого количества факторов, связанных с экипажем, путем, а также условиями их взаимодействия. Значительное влияние на состояние поверхности катания колес и работоспособность колесных пар в эксплуатации оказывают процессы торможения.

Целью работы являлось исследование напряженно-деформированного состояния колесной пары грузового вагона в процессе торможения с учетом возникающей термической нагрузки.

## **1. Нагрузки в системе «колесо-рельс»**

При моделировании системы «вагон-путь» определялись вертикальные силы, действующие в контакте «колесо – рельс». Значения действующих нагрузок от максимальных до минимальных разбивались на 6 диапазонов. Силы в контакте «колесо – рельс» определялись через промежуток времени равный 0,05 с. Полученные в ходе моделирования значения сил распределялись по диапазонам, и производился расчет их количества, попавших в данный диапазон. Определялось отношение количества действующих сил в данном диапазоне к их общему количеству, что показывало частоту появления силы в данном диапазоне. Далее рассчитывалось среднее значение действующей нагрузки для каждого диапазона [1].

Значения вертикальных нагрузок, действующих в контакте «колесо – рельс» и частота их появления для грузового вагона при различных условиях эксплуатации (тяжелые, нормальные, благоприятные) [1], полученные в результате численного моделирования системы «вагон – путь», приведены в таблице 1.

По приведенным в таблице 1 нагрузкам можно определить напряжения, возникающие в зоне контакта колеса и рельса. Для расчета напряжений можно воспользоваться теорией Герца [2, 3]. Недостатком теории Герца является то, что в ней рассматриваются деформации только в зоне контакта тел, реальная форма и размеры контактирующих тел не учитываются. Контактующие тела в этой теории представляются в виде упругих полубесконечных пространств. Допущения, определяемые теорией Герца, обосновываются тем, что зона контакта имеет размеры намного меньше, чем размеры контактирующих тел [3].

Таблица 1

Нагрузки и максимальные контактные давления в системе  
«колесо – рельс» для грузового вагона

№, п/п	Нагрузка					
Обозначение	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Для тяжелых условий эксплуатации						
Величина, кН	221,60	192,96	164,32	135,68	107,04	78,40
Частота появления	0,005	0,040	0,146	0,556	0,195	0,058
Макс. контактные напряжения, МПа	1341,5	1281,0	1214,2	1139,1	1052,6	948,8
Для нормальных условий эксплуатации						
Величина, кН	211,60	182,96	154,32	125,68	97,04	68,40
Частота появления	0,003	0,032	0,153	0,559	0,19	0,063
Макс. контактные напряжения, МПа	1321,0	1258,5	1189,1	1110,4	1018,7	906,6
Для благоприятных условий эксплуатации						
Величина, кН	212,85	184,21	155,57	126,93	98,29	69,65
Частота появления	0,002	0,03	0,15	0,567	0,191	0,06
Макс. контактные напряжения, МПа	1323,6	1261,4	1192,3	1114,1	1023,1	912,1

Теория Герца позволяет определить напряжения в контакте тел по достаточно простым аналитическим зависимостям, что позволит значительно упростить расчет ресурса. С точки зрения этой теории контакт колеса и рельса может быть представлен как контакт двух цилиндров со скрещивающимися осями.

Альтернативой использованию теории Герца является решение конструкционной контактной задачи контакт “колесо – рельс” [4-6], где учитываются не только местные, но и общие деформации контактирующих тел, а также их реальные форма и размеры. Решение такой задачи гораздо сложнее, чем при использовании теории Герца, и возможно только численными методами (например, методом конечных элементов) [3].

Для оценки возможности использования теории Герца произведен расчет напряжений в контакте “колесо – рельс” при нагрузках, приведенных в таблице

1, как по теории Герца, так и численно, с использованием метода конечных элементов, и выполнено сравнение полученных результатов.

## **2. Определение напряженно-деформированного состояния колеса в контакте «колесо-рельс» методом конечных элементов**

Для расчета была создана объемная конечно-элементная модель колесной пары с участками рельсов с помощью конечного элемента типа десяти узловой тетраэдр (показан на рисунке 1), который имеет три степени свободы (перемещения вдоль осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ) в каждом узле. Данный конечный элемент имеет квадратичную функцию формы, что необходимо для описания высокоградиентного напряженного состояния, которое имеет место в контакте «колесо – рельс». Кроме этого, такой элемент хорошо подходит для аппроксимации криволинейных поверхностей, которые образуют «контакт колесо – рельс». Для описания контактного взаимодействия колеса и рельса использовался конечный элемент типа «зазор трения», описывающий контакт двух криволинейных поверхностей. В соединении ступица колеса-подступичная часть оси контактное взаимодействие не описывалось. При расчете принималось, что ось жестко связана с колесом.

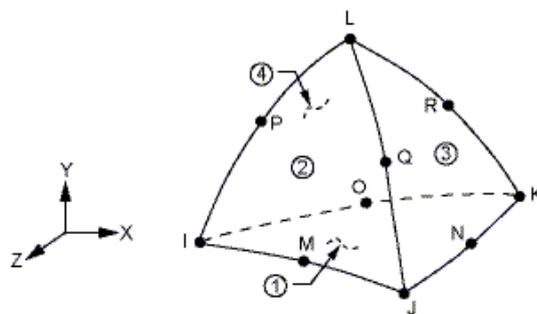


Рис.1. Конечный элемент типа десяти узловой тетраэдр

Конечно-элементная модель колесной пары с участками рельсов показана на рисунке 2. Как видно из рисунка 2, на модель нанесена неравномерная сетка конечных элементов. Вне зоны контакты сетка крупная, в зоне контакта имеет место сгущение сетки конечных элементов (размер конечных элементов в зоне контакта колеса и рельса составляет 1 мм).

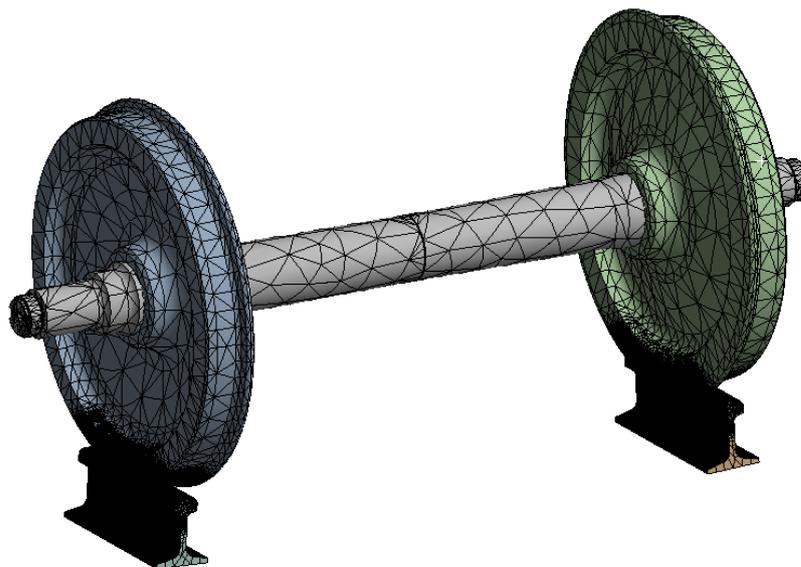


Рис. 2. Конечно-элементная модель колесной пары и участка рельсов

В результате расчета были определены контактные давления и напряжения в зоне контакта колеса с рельсом. Распределение контактных давлений в пятне контакта при максимальной нагрузке на колесо (221,6 кН) показано на рисунке 3.

Эквивалентные касательные напряжения, определяемые на основе критерия Данг Вана  $\tau_{DV}$ , определяются по формуле:

$$\tau_{DV} = \tau_{\max} + a_{DV} \cdot \sigma_0, \quad (1)$$

$$\tau_{\max} = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)}{2}, \quad (2)$$

$$\sigma_0 = \frac{(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)}{3}, \quad (3)$$

где  $\tau_{\max}$  - максимальные касательные напряжения;

$\sigma_0$  - среднее (гидростатическое) напряжение;

$a_{DV}$  - коэффициент значение, которого зависит от предела прочности материала, для колесных сталей принимался 0,1.

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  - главные напряжения.

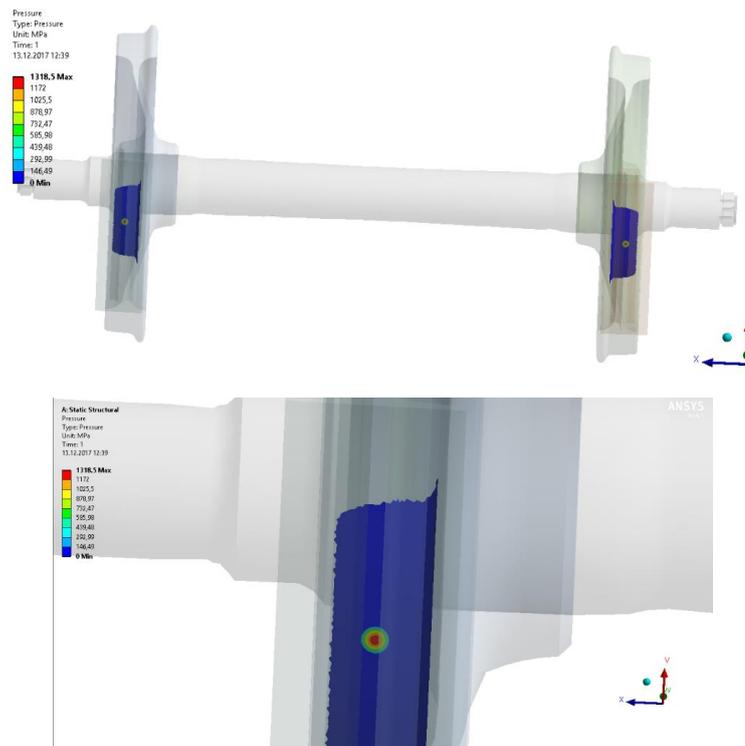


Рис. 3. Распределение контактных давлений при максимальной нагрузке на колесо 221,6 кН

Подставляя выражения 2 и 3 в 1, получим формулу для определения эквивалентных касательных напряжений по критерию Данг Вана непосредственно через главные напряжения:

$$\tau_{DV} = \frac{(\sigma_1 - \sigma_3)}{2} + a_{DV} \cdot \frac{(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)}{3}, \quad (4)$$

Сравнение значений контактных давлений в системе “колесо – рельс” определенных расчетом с применением метода конечных элементов и определенных по теории Герца приведено в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Сравнение величин контактных давлений в системе “колесо – рельс” определенных расчетом с применением метода конечных элементов и рассчитанных по теории Герца

Нагрузка, кН	221,6	164,3	78,4
Контактное давление, рассчитанное по теории Герца, МПа	1341,5	1214,2	948,8
Контактное давление, определенное МКЭ, МПа	1318	1189,6	940
Расхождение, %	1,75	2,02	0,92

Как видно из таблицы 1.2, контактное давление в системе “колесо – рельс”, определенное по теории Герца, незначительно отличается от их значений, полученных методом конечных элементов. Пятно контакта имеет круглую форму, что хорошо согласовывается с теорией Герца, так радиус колеса, использованного при расчете, составляет 475 мм, а радиус головки рельса у рельса Р65 - 500 мм. При практически совпадающих радиусах кривизны контактирующих тел, в случае контакта цилиндров со скрещивающимися осями, теория Герца дает круглое пятно контакта. Эквивалентные напряжения по теории Мизеса составляют в среднем 0,65 от максимального контактного давления, что также хорошо согласовывается с теорией Герца (в случае круглой формы пятна контакта эквивалентные напряжения по теории Мизеса составляют 0,64 от максимального контактного давления [2]).

Поэтому в дальнейшем при разработке методики расчета ресурса колеса контактные напряжения в системе “колесо – рельс” будем определять по теории Герца, что значительно упростит расчетные исследования, так как не потребует использования специализированных пакетов прикладных программ и ресурсоемких численных методов.

Максимальные эквивалентные напряжения по теории Мизеса и Данг Вана, а также максимальные касательные напряжения наблюдаются в точке, расположенной на глубине 4,5-5,3 мм под поверхностью катания. Именно в этой точке, с наибольшей вероятностью, будет происходить процесс зарождения усталостной трещины, которая при дальнейшем развитии в направлении поверхности катания приведет к образованию откола части металла (к образованию выщербины).

### **3. Определение напряженно-деформированного состояния колесной пары при термической нагрузке, возникающей в процессе торможения**

В настоящее время все грузовые вагоны оборудованы колодочным тормозом, где тормозная сила возникает за счет воздействия тормозной колодки на поверхность катания колеса. Под действием сил трения на поверхности

катания происходит неравномерный нагрев колеса, сопровождающийся возникновением значительных напряжений[9,10].

Расчет колесной пары на термическую нагрузку произведён методом конечных элементов. Расчет выполнялся в два этапа: на первом этапе решалась задача определения температурных полей, возникающих в колесе при торможении, на втором этапе по ранее определенным температурным полям производился расчет напряженно-деформированного состояния. Созданная для расчета конечно элементная модель колесной пары показана на рисунке 4, из которого видно, что на поверхности катания и в местах изменения геометрии колеса сетка конечных элементов сгущается, что дает возможность более точно описать напряженно-деформированное состояние. На ось и ступицу колеса нанесена более крупная сетка конечных элементов, что позволяет снизить требуемые для расчета ресурсы.

Созданная конечно-элементная модель содержит 261381 узлов и 172785 конечных элементов. При решении задачи определения поля температур на поверхности катания задавался тепловой поток равный мощности сил трения действующих на одно колесо при торможении (граничные условия второго рода), на остальных поверхностях колеса задавался теплообмен с окружающей средой путем теплоотдачи (граничные условия третьего рода) определяемый коэффициентом теплоотдачи равным  $30 \text{ Вт/м}^2$ . Температура колесной пары до начала процесса торможения принималась равной  $0^\circ\text{C}$ .

Был рассмотрен процесс экстренного (короткого) и длительного торможения (движение по затяжному спуску) для грузового вагона.

При экстренном торможении принималось, что мощность теплового потока на поверхности катания равна максимально допустимой мощности, приходящийся на одну колодку при экстренном торможении, которая согласно «Нормам для расчета и проектирования вагонов» [11] при использовании композиционных колодок равен 70 кВт. Время экстренного торможения с максимально допустимой для грузового вагона скорости 90 км/ч [12] до остановки поезда принималось равным 60 с.

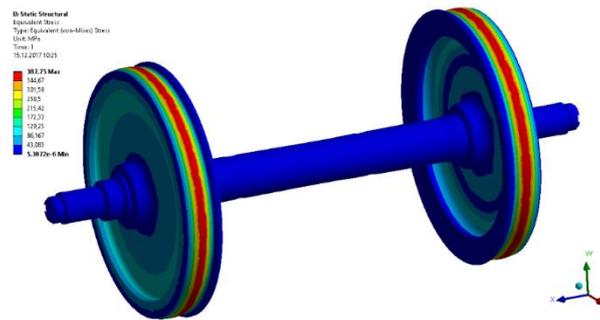


Рис.4. Распределение эквивалентных напряжений по теории Мизеса в конце экстренного торможения

При длительном торможении, которое может иметь место при движении поезда по затяжному спуску, принималось, что тормозная мощность составляет 37 кВт на одно колесо, время торможения 25 минут (1500 с). Данный режим предусматривается ГОСТ 33783-2016 для определения показателей прочности колесных пар [13].

Максимальная температура при экстренном торможении возникает на поверхности катания и составляет 204,7 °С. При экстренном (коротком) торможении максимальные эквивалентные напряжения по теории Мизеса возникают на поверхности катания, их величина составляет 387,7 МПа, в других элементах колеса значительных напряжений при данном режиме не наблюдается.

Поле температур, возникших в колесной паре в конце длительного торможения, показаны на рисунке 5.

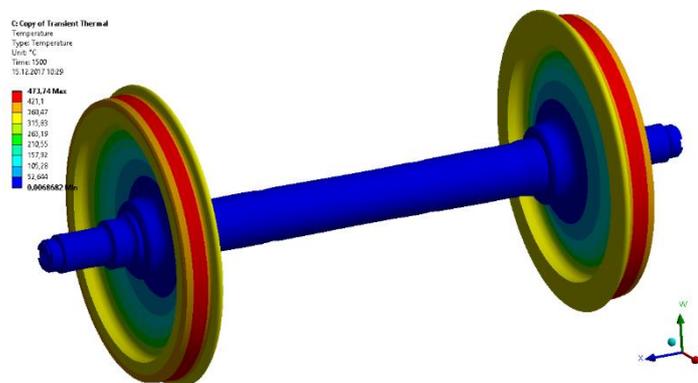


Рис. 5. Поле температур, возникающих в колесной паре в конце длительного торможения

Как видно из рисунка 5, максимальные температуры в конце режима длительного торможения возникают на поверхности катания колеса и составляют  $473^{\circ}\text{C}$ , максимальные эквивалентные напряжения по теории Мизеса при данном режиме возникают в месте перехода от диска к ободу с внутренней стороны колеса, величина напряжений достигает значения  $936,5 \text{ МПа}$  (величина данных напряжений в 2,5 раза выше, чем при режиме экстренного торможения). Ввиду высоких напряжений в месте перехода от диска к ободу при данном расчётном режиме, можно утверждать, что режим длительного торможения гораздо опаснее режима экстренного торможения.

Из проведенных расчетов можно сделать вывод, что при коротких торможениях максимальные напряжения имеют место на поверхности катания колеса, при длительном торможении максимальные эквивалентные напряжения имеют место в месте перехода от диска к ободу с внутренней стороны колеса.

#### **4. Заключение**

1. Произведенный расчет напряженного состояния в системе “колесо – рельс” показал, что максимальные эквивалентные напряжения по теории Мизеса и Данг Вана, а также максимальные касательные напряжения наблюдаются в точке, расположенной на глубине 4,5-5,3 мм под поверхностью катания.

2. Контактные давления, рассчитанные с применением метода конечных элементов, и с использованием теории Герца отличаются не более чем на 2 %.

3. Форма пятна контакта, полученная при расчете методом конечных элементов, совпадает с формой пятна контакта, определенной по теории Герца.

4. Максимальные эквивалентные напряжения по теории Мизеса составляют в среднем 0,65 от максимальных контактных давлений, что также хорошо согласовывается с теорией Герца, согласно которой эквивалентные напряжения по теории Мизеса составляют 0,64 от максимальных контактных давлений.

5. При экстренном (коротком) торможении максимальные напряжения имеют место на поверхности катания колеса. При длительном торможении (движение поезда по затяжному спуску) максимальные напряжения возникают в месте перехода от диска к ободу с внутренней стороны колеса, причем величина данных напряжений в 2,5 раза выше, чем при режиме экстренного торможения.

#### Литература

1. Орлова А.М., Воробьев А.А., Саидова А.В., Керенцев Д.Е. Определение параметров контакта колеса с рельсом для различных условий эксплуатации полувагона // Известия ПГУПС.- Санкт-Петербург, 2015.- №2.- С. 74-84.
2. Сакало, В.И. Контактные задачи железнодорожного транспорта/ В. И. Сакало, В. С. Коссов. – М.: Машиностроение, 2004. – 496 с.
3. Биргер, И.А., Расчет на прочность деталей машин. Справочник / И.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. - 3-е изд., перераб. и доп. -М.: «Машиностроение», 1979, 702 с.
4. Сладковский, А. Контактное взаимодействие колес и рельсов. Луганск: Русь. 2005. 189 p. ISBN 966-8051-19-X. [In Russian: Sladkowski, A. Contact interaction of wheels and rails].
5. Śladkowski, A. (ed.) Rail vehicle dynamics and associated problems. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. 2005. 188 p. ISBN 83-7335-239-2.
6. Śladkowski, A. (ed.) Finite element method for transport applications. Gliwice: Politechnika Śląska. 2011. 212 p. ISBN 978-83-7335-876-8.
7. ГОСТ 10791-2011 «Колеса цельнокатаные. Технические условия» – М.: Стандартинформ, 2011. – 27 с.
8. Рельсы железнодорожные. Общие технические условия: ГОСТ Р 51685-2013 – Введ. 2013-14-10 – М.: Стандартинформ. – 2014. – 101 с.
9. Сакало, А. В. Контактно-усталостная прочность колесной стали / А. В.Сакало // Вестник БГТУ. - Брянск: БГТУ, 2011. – вып.2 –С. 35-41.

10. Конструирование и расчет вагонов: учебник / В.В. Лукин [и др.] – М.: ФГОУ «УМЦ ЖДТ», 2011. – 688 с.
11. Нормы расчета и проектирования вагонов, железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных) с изменениями и дополнениями. - М.: ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. - 346 с.
12. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. - утв. приказом Минтранса России от 21.12.2009 г. № 286 с изменениями, утв. приказом Минтранса России от 04.06.2012 г. № 162.
13. Колесные пары железнодорожного подвижного состава. Методы определения показателей прочности: ГОСТ 33783-2016 - Введ. 2017-01-05 – М.: Стандартиформ. – 2017. – 61 с.

---

*Vorobev A.A., doctor of technical sciences, professor, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University*

*Urushev S.V., doctor of technical sciences, professor, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University*

*Ivanov I.A., doctor of technical sciences, professor, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University*

*Alekseenko A.S., graduate student, master's degree, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University*

#### RESEARCH OF THE STRESSED-DEFORMED STATE OF THE WHEEL PAIR OF A CARGO WAGON IN THE BRAKING PROCESS

*Abstract. Calculation of wheel couple on thermal loading was made by method of final elements and carried out in two stages: at the first stage the problem of definition of the intense deformed condition of a wheel, and on the second - the temperature fields arising in a wheel when braking was solved. Process of the emergency (short) and long brake application (the movement on long descent) for the freight car was considered. When calculating the intense deformed state in contact of wheel couple of RU1-950 with a profile of a surface of driving in accordance with GOST 10791-2011 with P65 rail was estimated.*

*Keywords: wheel, rail, stress-strain state, thermal load, braking.*

УДК 681.324

*Бойко А.Д., заведующий лабораторией кафедры «Сервис Транспортных Систем», Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», email: boykoaleksey94@gmail.com*

*Кривоногова А.Е., студент 1 курса, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», email: web.programmer2001@gmail.com*

## «ПРИМЕНЕНИЕ HTML5 ТЕГОВ ДЛЯ ИНДЕКСАЦИИ ВЕБ-СТРАНИЦЫ СЕРВИСНОГО ЦЕНТРА»

*Аннотация: В начале 2021 года вступают новые правила, согласно которым будет проходить индексация веб-проектов. Для того, чтобы оставаться конкурентоспособным, необходимо привести сайт в соответствии с требованиями поисковых систем. В данной статье рассмотрен процесс повышения рейтинга сайта в поисковой выдаче, основывающийся на замене тегов разметки сайта сервисного центра современными HTML5 тегами.*

*Ключевые слова: HTML5, тег, вёрстка, автосервис, индексация, поисковая система, современные теги.*

Грамотная семантика – залог продуктивного продвижения любого web-проекта, будь то интернет-магазин, крупный интернет-портал, посадочная страница (лендинг), сайт-визитка, web-приложение или персональный сайт (блог). Сайты сервисных центров не исключение для данного правила. Чем грамотнее веб-разработчик сверстает проект, тем лучше этот проект индексируется поисковыми системами. Под вёрсткой веб-сайта подразумевается процесс структурирования HTML документа (с использованием HTML5, CSS3, JavaScript), при котором конечный результат выглядит в браузере идентично макету.

Во время индексации любого web-проекта поисковые системы стараются вычлениить важный контент, отделяя его от лишней информации. Осуществляется данный процесс при помощи определенного алгоритма, который скрыт не только от пользователей, но и от web разработчиков. Однако, существуют способы, при помощи которых разработчик может

помочь поисковому роботу индексировать содержимое сайта. Одним из таких способов является вёрстка документа при помощи современных тегов.

Во-первых, использование современных тегов подсказывает поисковой системе, что документ свежий, не устаревший, а, следовательно, представленная в нём информация является актуальной. Во-вторых, корректно использованные языки разметки позволяют разработчику акцентировать внимание на важных для продвижения вещах, или наоборот – сбрасывать акценты с невыгодной информации (например, сторонняя реклама на сайте, ссылки на внешние ресурсы). В-третьих, при равных условиях, веб-проекты, использующие современные теги, значительно выигрывают в поисковой выдаче, что позволяет экономически выигрывать в конкуренции за счёт снижения затрат на рекламу и продвижение. Этот пункт при современной нестабильности рынка можно считать весьма значимым.

Основной ошибкой web-разработчиков является то, что они пытаются создавать проекты с использованием шаблонов, в которых отсутствуют современные теги. В роли главного контейнера при вёрстке гипертекстового документа у web-дизайнеров всего мира и по сей день выступает `<div>`. Если мы прочтем описание тега `<div>`, то увидим, что это элемент разделения и группировки контента HTML, абсолютно ничего не значащий, который ни о чем не говорит, а служит лишь основой разметки. Теги ориентированы на браузеры и поисковых роботов, интерпретирующих html код, для которых `<div>` — это типовой тег разметки. В качестве примера, рассмотрим популярный фреймворк bootstrap. Он включает в себя настройки стилей вида `class='main'`, которые, впоследствии, применяют разработчики к «безликому» тегу `<div class='main'>` при создании html5 документа, тогда как уместнее было бы написать `<main class='main'>`.

В спецификации html5 появились новые теги, которыми разработчики не торопятся пользоваться, хотя этот «немой» тег `<div>` можно и даже нужно заменить более значимыми для поисковых роботов тегами.

В данной статье умышленно упускаются теги `<b>`, `<i>`, `<br>`, `<u>`,

`<strong>`, `<em>`, которые отвечают за оформление текста. Но стоит отметить, что и там существуют приёмы оптимизации, позволяющие усиливать акценты при индексации контента. Вместо вышеизложенных, разберём теги `<header>`, `<main>`, `<nav>`, `<section>`, `<article>`, `<figure>`, `<aside>`, `<footer>`, `<hgroup>`, позволяющие не только обойти тег `<div>`, но и структурировать, оптимизировать современный html5 документ под поисковые системы. Рассмотрим каждый из них по отдельности:

1. `<header>`. В контейнере `<header>` размещают вводную часть документа, логотип, контактные данные, навигацию, слайдер с актуальной информацией (например, скидках или обновлениях). Иногда разработчики называют его «шапкой». Может включать меню, но не обязательно. Здесь не размещается основной контент, это, скорее, повторяющийся элемент для всех страниц веб-проекта, который носит вспомогательный характер.

Таблица 1.

Оптимизация «шапки»: замена тега `<div>` на `<header>`.

Было	Стало
<pre>&lt;div&gt;   &lt;div class='topnav' id='myTopnav'&gt;     &lt;a href='./'&gt;home&lt;/a&gt;     &lt;a href='#id_1'&gt;about me&lt;/a&gt;     &lt;a href='#id_2'&gt;services&lt;/a&gt;     &lt;a href='#id_3'&gt;skills&lt;/a&gt;     &lt;a href='#id_4'&gt;portfolio&lt;/a&gt;     &lt;a href='#id_5'&gt;contacts&lt;/a&gt;   &lt;/div&gt; &lt;/div&gt;</pre>	<pre>&lt;header&gt;   &lt;div class='topnav' id='myTopnav'&gt;     &lt;a href='./'&gt;home&lt;/a&gt;     &lt;a href='#id_1'&gt;about me&lt;/a&gt;     &lt;a href='#id_2'&gt;services&lt;/a&gt;     &lt;a href='#id_3'&gt;skills&lt;/a&gt;     &lt;a href='#id_4'&gt;portfolio&lt;/a&gt;     &lt;a href='#id_5'&gt;contacts&lt;/a&gt;   &lt;/div&gt; &lt;/header&gt;</pre>

2. `<hgroup>`. Тег `<hgroup>` содержит группу заголовков. Это удобно при оформлении «шапки» сайта, где требуется указать название проекта и слоган (девиз). Вместо банального `<div>` мы получим блок, который прекрасно поймёт любая поисковая система.

3. <nav>. В контейнере <nav> принято размещать навигацию (меню) web-проекта. Если вы обратили внимание, то иногда при поиске выводится не только ссылка на ресурс, но и навигация по сайту. Это происходит за счет грамотной вёрстки меню html документа при помощи тега <nav>, что позволяет уже в поисковой выдаче переходить в любой раздел сайта непосредственно со страницы поиска.

Таблица 2.

Оптимизация меню: замена тега <div> на <nav>.

Было	Стало
<pre>&lt;header&gt; &lt;div class='topnav' id='myTopnav'&gt; &lt;a href='./'&gt;home&lt;/a&gt; &lt;a href='#id_1'&gt;about me&lt;/a&gt; &lt;a href='#id_2'&gt;services&lt;/a&gt; &lt;a href='#id_3'&gt;skills&lt;/a&gt; &lt;a href='#id_4'&gt;portfolio&lt;/a&gt; &lt;a href='#id_5'&gt;contacts&lt;/a&gt; &lt;/div&gt; &lt;/header&gt;</pre>	<pre>&lt;header&gt; &lt;nav class='topnav' id='myTopnav'&gt; &lt;a href='./'&gt;home&lt;/a&gt; &lt;a href='#id_1'&gt;about me&lt;/a&gt; &lt;a href='#id_2'&gt;services&lt;/a&gt; &lt;a href='#id_3'&gt;skills&lt;/a&gt; &lt;a href='#id_4'&gt;portfolio&lt;/a&gt; &lt;a href='#id_5'&gt;contacts&lt;/a&gt; &lt;/nav&gt; &lt;/header&gt;</pre>

4. <footer>. Тег <footer> содержит в себе «подвал» нижнюю часть web-документа. Как правило, это неизменяемая часть web-сайта (этим он похож на <header>). Как и в «шапке», здесь размещают навигацию, ссылки на социальные сети, информацию об авторстве, копирайт, ссылки на партнёров.

Таблица 3.

Оптимизация «подвала» сайта: замена тега <div> на <footer>.

Было	Стало
<pre>&lt;body&gt; ... &lt;div&gt; &lt;p&gt;&lt;small&gt;Copyright © 2020 Krivonogova A.E.&lt;/small&gt;&lt;/p&gt; &lt;/div&gt; &lt;/body&gt;</pre>	<pre>&lt;body&gt; ... &lt;footer&gt; &lt;p&gt;&lt;small&gt;Copyright © 2020 Krivonogova A.E.&lt;/small&gt;&lt;/p&gt; &lt;/footer&gt; &lt;/body&gt;</pre>

5. <main>. Контейнер <main> содержит в себе основной контент страницы, её изменяемую часть. Здесь располагается основное содержание, заголовок, подзаголовки, разделы, статья (или несколько статей), иллюстрации. Поисковый робот, встретив данный тег, оперативно идентифицирует информацию в контейнере и корректно индексирует страничку для последующего ранжирования в рейтинге. Чем лучше оптимизирован html-код, тем выигрышнее будет выглядеть веб-проект в поисковой выдаче.

Таблица 4.

Оптимизация основного контента страницы сайта: замена тега <div> на <main>.

Было	Стало
<pre>&lt;body&gt; ...     &lt;div&gt; &lt;h1&gt;Сайт-портфолио&lt;/h1&gt; &lt;h2&gt;Кривоноговой А.Е.&lt;/h2&gt; &lt;/div&gt; ... &lt;/body&gt;</pre>	<pre>&lt;body&gt; ...     &lt;main&gt; &lt;h1&gt;Сайт-портфолио&lt;/h1&gt;     &lt;h2&gt;Кривоноговой А.Е.&lt;/h2&gt; &lt;/main&gt; ... &lt;/body&gt;</pre>

6. <section>. Дословно тег переводится с английского как «раздел». Это автономный блок с любым наполнением и функционалом, но обязательно содержащий заголовок. В своей практике используем данный контейнер при разделении посадочной страницы на разделы, связанные с навигацией по лендингу. Это необязательно блок с текстовой информацией. Может в себя включать собственный <header> и <footer>, а также <article>. Очень похож по функции с <div>, так как предназначен для разметки документа на блоки, но в современной интерпретации.

Таблица 5.

Оптимизация разделов сайта: замена тега <div> на <section>.

Было	Стало
<pre> &lt;main&gt; &lt;h1&gt;Сайт-портфолио&lt;/h1&gt;   &lt;h2&gt;Кривоноговой А.Е.&lt;/h2&gt;   &lt;div id="intro"&gt; ...   &lt;/div&gt; &lt;div id="about"&gt; ... &lt;/div&gt; &lt;div id="services"&gt; &lt;/div&gt; &lt;/main&gt; </pre>	<pre> &lt;main&gt; &lt;h1&gt;Сайт-портфолио&lt;/h1&gt;   &lt;h2&gt;Кривоноговой А.Е.&lt;/h2&gt;   &lt;section id="intro"&gt; ...   &lt;/section &gt; &lt; section id="about"&gt; ... &lt;/section &gt; &lt; section id="services"&gt; &lt;/section &gt; &lt;/main&gt; </pre>

7. <article>. Тег переводится с английского дословно «статья» со всеми вытекающими аналогиями. Может представлять собой газетную или журнальную статью, текстовую информацию в виде записи на форуме или блоге, обязательно с заголовком. Может включать собственный <header> и <footer>, изображения, текст, интерактивные элементы, видео. Основа контента любой страницы.

Таблица 6.

Оптимизация «статей» веб-страницы: замена тега <div> на <article>.

Было	Стало
<pre> &lt;section id="skills"&gt;   &lt;h3&gt;skills&lt;/h3&gt;   &lt;div&gt;     &lt;h4&gt;HTML5&lt;/h4&gt;     &lt;div&gt;       &lt;img class="pict" src="./img/01.svg" alt="HTML5"&gt;     &lt;/div&gt;   &lt;/div&gt; &lt;/div&gt; &lt;div&gt; </pre>	<pre> section id="skills"&gt;   &lt;h3&gt;skills&lt;/h3&gt;   &lt;article&gt;     &lt;h4&gt;HTML5&lt;/h4&gt;     &lt;div&gt;       &lt;img class="pict" src="./img/01.svg" alt="HTML5"&gt;     &lt;/div&gt;   &lt;/article&gt; &lt;/div&gt; &lt;article&gt; </pre>

8. `<section>` и `<article>`. Данные теги при проверке на валидность показали, что они могут являться контейнерами друг друга. То есть `<section>` может содержать в себе вложенные `<article>`, в свою очередь `<article>` может являться родительским элементом для вложенных `<section>`. Главное условие – наличие заголовков. Практика также показала, что `<section>` вполне уживается без `<article>` и прекрасно индексируется поисковыми системами.

9. `<figure>`. Тег для работы с изображениями. Может содержать внешние изображения и даже встроенную SVG графику. Это контейнер, который объединяет в себя как непосредственно само изображение с тегом `<img>` и обязательным атрибутом `alt`, а также заголовок этого самого изображения. Поисковому роботу очень удобно идентифицировать и индексировать подобного рода связку.

Таблица 7.

Оптимизация разметки изображения: замена тега `<div>` на `<figure>`

Было	Стало
<pre>&lt;section id="about"&gt;   &lt;h3&gt;about me&lt;/h3&gt;   &lt;div&gt; &lt;img src="/photo.jpg" alt="Описание картинки в alt"&gt; &lt;div&gt; &lt;p&gt;Описание картинки в alt&lt;/p&gt;   &lt;/div&gt; ... &lt;/section&gt;</pre>	<pre>&lt;section id="about"&gt;   &lt;h3&gt;about me&lt;/h3&gt;   &lt;figure&gt; &lt;img src="/photo.jpg" alt="Описание картинки в alt"&gt; &lt;div&gt; &lt;p&gt;Описание картинки в alt&lt;/p&gt;   &lt;/figure&gt; ... &lt;/section&gt;</pre>

10. `<figcaption>`. Тег `<figcaption>` входит в контейнер `<figure>`, являясь его дочерним элементом – это элемент подписи (заголовка) иллюстрации или легенду родительского контейнера. Фактически перекликается с атрибутом `alt` тега `<img>`.

Таблица 8.

Оптимизация разметки описания изображения: замена тега <div> на <figcaption>.

Было	Стало
<pre> &lt;section id="about"&gt;   &lt;h3&gt;about me&lt;/h3&gt;   &lt;figure&gt; &lt;img src="/photo.jpg" alt="Описание картинки в alt"&gt;   &lt;div&gt; &lt;p&gt;Описание картинки в alt&lt;/p&gt;   &lt;/div&gt;   &lt;/figure&gt; ... &lt;/section&gt; </pre>	<pre> &lt;section id="about"&gt;   &lt;h3&gt;about me&lt;/h3&gt;   &lt;figure&gt; &lt;img src="/photo.jpg" alt="Описание картинки в alt"&gt;   &lt;div&gt; &lt;figcaption&gt;Описание картинки в alt&lt;/figcaption&gt;   &lt;/div&gt;   &lt;/figure&gt; ... &lt;/section&gt; </pre>

11. <aside>. Блок <aside> традиционно включает в себя информацию, косвенно связанную (или не связанную) с основным содержимым документа. Часто им обозначается боковая панель web-проектов.

Таблица 9.

Оптимизация боковой панели веб-сайта: замена тега <div> на <aside>.

Было	Стало
<pre> &lt;body&gt; ... &lt;div&gt; &lt;div class="banner_1"&gt; &lt;iframe src="banner.html" width="468" height="60"&gt; &lt;/iframe&gt; &lt;/div&gt; &lt;/div&gt; ... &lt;/body&gt; </pre>	<pre> &lt;body&gt; ... &lt;aside&gt; &lt;div class="banner_1"&gt; &lt;iframe src="banner.html" width="468" height="60"&gt; &lt;/iframe&gt; &lt;/div&gt; &lt;/aside&gt; ... &lt;/body&gt; </pre>

Опираясь на вышеизложенное, можно сделать вывод, что поисковые системы не обращают внимание ни на привлекательный дизайн, ни на красивые иллюстрации, ни на интерактивные элементы, ни на изобилие анимации, а ориентируются только лишь на валидную верстку и контент документа. Правильность кода всегда можно проверить с помощью онлайн-валидатора. Оптимизация html5 документа позволяет web-проекту сервисного центра быть более конкурентоспособным, экономить материальные средства и ресурсы.

Литература:

1. Онлайн-валидатор. URL: <https://validator.w3.org/nu/> (дата обращения: 12.10.2020).
2. MDN web docs. HTML5. URL: <https://developer.mozilla.org/ru/docs/HTML/HTML5> (дата обращения: 12.10.2020).
3. HTML Semantic Elements. URL: [https://www.w3schools.com/html/html5\\_semantic\\_elements.asp](https://www.w3schools.com/html/html5_semantic_elements.asp) (дата обращения: 12.10.2020).
4. Фреймворк Bootstrap. URL: <https://getbootstrap.com/> (дата обращения: 12.10.2020).
5. Фрэйн Б. HTML5 и CSS3. Разработка сайтов для любых браузеров и устройств. 2-е изд. — СПб.: Питер, 2017. — 272 с.: ил.
6. Дакетт Д. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов / Джон Дакетт; [пер. с англ. М. А. Райтмана]. – М.: Эксмо, 2013. – 480 с.: ил. + 1 CD.
7. Робсон Э., Фримен Э. Изучаем HTML, XHTML и CSS. 2-е изд. — СПб.: Питер, 2019. — 720 с.: ил.
8. Макфарланд Д. Новая большая книга CSS. — СПб.: Питер, 2016. — 720 с.: ил.

---

*Boyko A.D., head of the laboratory of the department  
Transport Systems Service, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan (Volga Region) Federal  
University, email: boykoaleksey94@gmail.com;*

*Krivosnogova A.E., 1st year student, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan (Volga Region)  
Federal University, email: web.programmer2001@gmail.com.*

«APPLYING HTML5 TAGS TO INDEXING THE SERVICE CENTER WEB PAGE»

*Abstract: At the beginning of 2021, new rules come into effect, according to which the indexing of web projects will take place. In order to stay competitive, it is necessary to bring the site in line with the requirements of the search engines. This article discusses the process of increasing the ranking of a site in search results, based on replacing the markup tags of the service center site with modern HTML5 tags.*

*Keywords: HTML5, tag, layout, car service, indexing, search engine, modern tags.*

УДК 004.4

*Ромашка Е.В., старший преподаватель, ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. В. Даля»*

*Кремененко И.Ю., студент IV курса, ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. В. Даля»*

## ОБЗОР ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОПАРКА

*Аннотация: Своевременное техническое обслуживание автотранспорта является залогом его долгой и безопасной работы и как следствие, помогает предотвратить непредвиденные расходы, связанные с выходом техники из строя. Современные информационные системы, используемые на автопредприятиях, помогают следить за техническим состоянием транспорта и могут давать рекомендации относительно того, когда производить очередное ТО. Статья включает в себя обзор некоторых существующих на данный момент решений для учета и обслуживания транспорта на автопредприятии. Приведена сравнительная таблица.*

*Ключевые слова: техническое обслуживание; автотранспорт; автопредприятие; автопарк; информационная система.*

Современные информационные системы позволяют эффективно решать широкий спектр задач, связанных с вычислениями, мониторингом и документооборотом. Применительно к автотранспортным предприятиям информационные системы решают следующие задачи: управление заказами, диспетчеризация, учет путевых листов, учет ГСМ, технического обслуживания, ДТП, штрафов и т.д. Если говорить отдельно о техническом обслуживании, то проверка транспортного средства должна осуществляться по возвращении ТС на место постоянной стоянки, а также перед выездом на линию и при смене водителей на линии.

Обычно, в ходе процедуры осмотра транспортного средства, осматривающий механик заполняет лист учета, в котором фиксируются все обнаруженные повреждения и неисправности. При необходимости выполнения каких-либо ремонтных работ заполняет ремонтный лист, который потом предъявляется на ремонтном участке. Процедура

технического осмотра является ответственной и требует высокой квалификации механика, так как он будет нести уголовную ответственность в случае ДТП, произошедшего из-за выхода автомобиля из строя. Для того чтобы упростить работу механика и снизить влияние человеческого фактора могут применяться соответствующие программные или программно-аппаратные комплексы.

Внедрение таких систем в предприятие позволит руководству иметь доступ к актуальным данным, что окажет положительное влияние при принятии решений. Некоторые системы также способны давать рекомендации относительно того, как следует поступать в той или иной ситуации. Для механиков такая система позволила бы удобно организовать информацию об автомобилях и их техническом состоянии, которая обычно представлено в виде набора документов (путевой лист, сервисная книжка и т.п.), работа с которыми требует дополнительных усилий и концентрации. Также такая система может снизить вероятность допущения ошибок при заполнении информации за счет проверки корректности вводимых данных. Также такие системы позволяют создавать резервные копии данных, что существенно снижает риск потери информации при любых сбоях и внештатных ситуациях.

Рассмотрим существующие решения.

### **1С-Предприятие. Управление Автотранспортом.**

Имеет 4 версии: стандарт, проф, модуль для 1С:ERP, корп. Решение предназначено для автоматизации управленческого и оперативного учета в автотранспортных предприятиях и организациях, а также в автотранспортных подразделениях торговых, производственных и прочих предприятиях, использующих автотранспорт для собственных нужд.

Программа "1С:Управление автотранспортом Стандарт" состоит из следующих основных подсистем: управление автопарком, управление заказами и диспетчеризация, учет путевых листов, учет ГСМ и технических жидкостей, учет ремонтов и агрегатов, учет ДТП и штрафов, складской учет

запчастей и расходных материалов, учет работы водителей, взаиморасчеты с контрагентами, учет доходов и расходов, обмен данными с типовыми конфигурациями 1С. Модуль 1С ERP дополнительно включает в себя следующие подсистемы: контроль выполнения рейсов, работа с привлеченными перевозчиками, бюджетирование, учет пассажирских перевозок, картографические сервисы, интеграция с системами спутникового мониторинга, загрузка данных из системы Платон, терминал приема/выдачи путевых листов. Проф версия расширяет функционал добавлением мобильного приложения для водителя, АРМ Контроль перевозок, поддержкой картографических сервисов и работой с привлеченными перевозчиками. Версия Корп имеет самый широкий функционал и является самой дорогостоящей из всех версий. Она включает в себя весь функционал других версий и дополнительно: АРМ Логиста, автоматическую маршрутизацию, оптимизацию подбора перевозчика, организацию тендеров между перевозчиками складской учет грузов, учет рекламаций.

Все версии обладают возможностью учета ремонтов и агрегатов. Эта возможность позволяет вести учет заявок на ремонт, учет плановых ТО автомобилей и выполненных ремонтов в собственной ремонтной зоне и в сторонних автосервисах, производить печать унифицированной формы М-11, выполнять планирование загрузки ремонтных зон, вести учет агрегатов, вести учет фактов установки и замен шин, аккумуляторов и прочей дополнительной комплектации. Для планирования оптимальной загрузки собственной ремонтной зоны предусмотрен инструмент: "Планирование загрузки ремонтных цехов".

Программа позволяет детально проанализировать информацию по всем предстоящим и выполненным ТО и ремонтам транспорта.

Есть отчеты для анализа всех использованных при ремонтах расходных материалов и запчастей, есть возможность составить рейтинг автомобилей по затратам на ремонт. Для удобной работы механика в ремонтном листе предусмотрен мастер установки шин, который позволяет быстро и наглядно,

используя макеты ТС, производить следующие операции: устанавливать, менять шины, проверять информацию по имеющимся на автомобиле шинам, переносить подобранные со склада шины в ремонтный лист. В программе фиксируется информация о дате и месте установки каждой конкретной шины. На основании данных по пробегу ТС программа рассчитывает текущий износ шин, установленных в данный момент на автомобиле, что позволяет заранее спрогнозировать сроки их замены. Схема работы программы представлена на рис. 1.

### **Вывод по 1С-Предприятие. Управление Автотранспортом:**

Данная система включает в себя широкий функционал, позволяющий осуществлять эффективное управление транспортом предприятия. Функционал, предусмотренный для технического обслуживания, позволяет увидеть, какой вид ремонта производился для конкретного автомобиля, его дату и стоимость. Для механика данная система предоставляет такой модуль как «Мастер шин», позволяющий схематично увидеть, в какой позиции установлена конкретная шина и при необходимости её замены, выбрать новую подходящую шину со склада. Также имеется функционал для планирования ремонтных работ. Однако данная система не лишена недостатков. Её интеграция в предприятие является сложной и дорогостоящей задачей, которую должны выполнять соответствующие специалисты. Также потребуется потратить время и средства на обучение сотрудников использованию новой системы. В контексте задачи обслуживания автотранспорта система имеет излишний функционал, а значит, и стоимость. Так же, как и любая другая система, 1С имеет свои ограничения и для адаптации её под бизнес-логику конкретного предприятия могут потребоваться услуги специалистов.

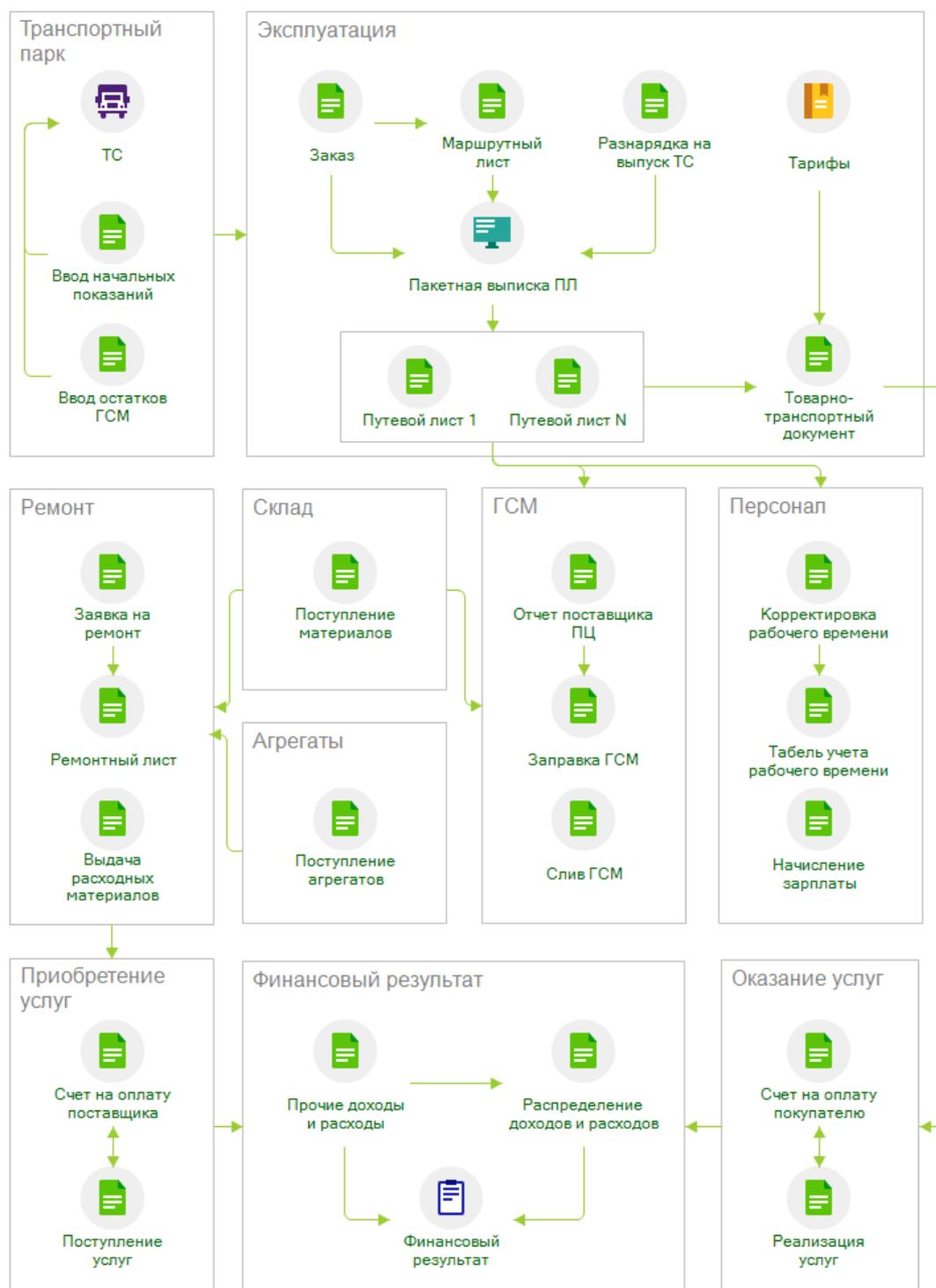


Рис. 1. Схема взаимодействия разных частей программ

### **Программа «НПО Сапир - Механик КТП»**

Предназначена для учета ремонтов, простоев, сходов автотранспорта с последующей обработкой данных. Возможности программы: Справочник неисправностей автомобилей, который заполняется по видам агрегатов, моделям, узлам с указанием нормы времени на устранение неисправности, ввод ремонтов, простоев, сходов машин с указанием неисправности производится по

каждой машине с учетом даты и времени начала и окончания ремонта, фамилии исполнителя, перенос незавершенных ремонтов на следующий день, выпуск машин на линию с отражением фактического времени выхода и захода в парк, выдача сопроводительного листа на ремонт и на ТОЮ, суточный отчет механика КТП, отчет диспетчера ЦУП, отчет контролера технического состояния, ремонты, анализ неисправностей за период по видам агрегатов, показ ремонтов в лицевой карте автомобиля, отчет по повторяющимся ремонтам, журнал сходов, ремонты после ТО-2 с учетом ввода гарантийного пробега, расчет коэффициентов выпуска и тех.готовности машин, отчет по исполнителям с указанием планового и фактического времени ремонта. Входит в состав ПО «КомПАС-Автопарк».

### **Вывод по Программе «НПО Сапир - Механик КТП»**

Данная программа может помочь механику автопарка контролировать техническое состояние автомобилей путем предоставления отчетов о том, какие ремонтные действия производились, производятся или будут производиться с автомобилем, находится ли он сейчас в рейсе, на стоянке или ожидает ремонта. Программа также может предоставить анализ неисправностей за определенный период, что позволит механику сделать вывод о том, какие агрегаты конкретного автомобиля часто выходят из строя, что может быть свидетельством их ненадежности или неправильной эксплуатации. Однако на данный момент компания НПО Сапир занимается поддержкой другого программного продукта – ПО «КомПАС ЦДС», что может означать, что программа «Механик КТП» больше не поддерживается компанией.

### **Программа «Автопарк»**

Данная программа была разработана компанией ABC Develop Group. Она позволяет вести учет транспортных средств, расходов на топливо, ремонт и сервисное обслуживание автомобиля, а также страховку и пр. Программа будет полезна как частным автовладельцам, так и крупным компаниям, имеющим собственный парк транспортных средств. Программа позволяет выполнять Учет транспортных средств, сотрудников и контрагентов, учет затрат на приобретение

любых типов топлива, учет ремонта и сервисного обслуживания, учет запчастей и материалов, аналитическая информация в виде графиков и отчетов, расписание проведения сервисного обслуживания, печать отчетов. Данная программа предоставляет бесплатный тестовый период в 30 дней. Для дальнейшего использования её необходимо приобрести.

### **Вывод по программе «Автопарк»**

Данная программа ориентирована на учет затрат на содержание автопарка. В ней есть функционал, позволяющий учитывать ремонты и сервисное обслуживание, а также составить график предстоящих сервисных работ. Главным недостатком программы является то, что в последний раз её обновляли в 2013 году, что говорит о том, что компания прекратила её поддержку.

### **Сравнение программ**

Сравнительная таблица программ с точки зрения функционала, необходимого для обслуживания автомобилей представлена в табл. 1. Исходя из этой таблицы можно сделать вывод о том, что единственным ПО, решающим большинство задач обслуживания автомобилей является «1С:Предприятие 8. Управление автотранспортом». Однако обслуживание автомобилей - не единственная её задача, вследствие чего программа имеет более высокую стоимость, чем её аналоги. Другие программы – «Механик КТП» и «Автопарк» имеют не такой широкий функционал, как 1С:Предприятие 8. Управление автотранспортом и не поддерживаются разработчиками.

Таблица 1

Сравнение функционала программ

	1С:Предприятие 8. Управление автотранспортом	НПО Сапир «Механик КТП»	ABC Develop Group «Автопарк»
Учет ремонтов	Да	Да	Да
Учет расходов	Да	Нет	Да

	1С:Пердприятие 8. Управление автотранспортом	НПО Сапир «Механик КТП»	ABC Develop Group «Автопарк»
Планирование ТО	Да	Нет	Да
Доработка функционала под конкретное предприятие	Да	Нет	Нет
Учет запчастей	Да	Нет	Да
Генерация ремонтного листа	Да	Да	Нет
Поддержка	Да	Нет	Нет
Цена*	8,5тыс.р.– 2,2млн.р.**	___***	530р.****
<p><b>Примечания:</b> * Цены актуальны на март 2021г.</p> <p>** В зависимости от версии программы и поставщика</p> <p>*** Компания не указывает цену программы</p> <p>**** Имеется бесплатная версия, выдающаяся на 30 дней.</p>			

Анализ функционала программ и их сравнение показал, что на сегодняшний день нет поддерживаемого решения, которое предоставляло бы функционал учета обслуживания автотранспорта, было способным к адаптации под конкретное предприятие и не содержало дополнительного функционала, увеличивающего его стоимость.

### Литература

1. 1С:Предприятие 8. Управление Автотранспортом. Стандарт. [Электронный ресурс] // Решения фирмы 1С. Режим доступа: <https://solutions.1c.ru/catalog/autotransport-standart> (дата обращения: 05.03.2021)
2. НПО Сапир – Программа «Механик КТП». [Электронный ресурс] // НПО Сапир. Режим доступа: <https://npo-sapir.nethouse.ru/page/1083025> (дата обращения: 06.03.2021)
3. Программы системы ПО "КомПАС-Автопарк". [Электронный ресурс] // Сайт компании НПО Сапир. Режим доступа: <http://sapir.ru/autopark> (дата обращения: 06.03.2021)
4. Инструкция по программе КТП. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://s.siteapi.org/e08c54116aae3bd/docs/3d495b2d1726ae34f31d60a88a1a41d4009267f2.pdf> (дата обращения: 07.03.2021)
5. Программа Автопарк. [Электронный ресурс] // Проект Софтпортал. Режим доступа: <https://www.softportal.com/software-24642-avtopark.html> (дата обращения: 08.03.2021)

---

*Romashka E.V. Senior Lecturer, Lugansk State University named after V. Dahl*

*Kremenenko I.Y. Student, Lugansk State University named after V. Dahl*

### ACCOUNTING AND MAINTENANCE OF FLEET EQUIPMENT WITH THE HELP OF INFORMATION TECHNOLOGIES

*Abstract: Timely maintenance of vehicles is the key to its long and safe operation and, as a result, helps to prevent unforeseen costs associated with equipment failure. Modern information systems used at auto enterprises help to monitor the technical condition of vehicles and can give recommendations as to when to carry out the next maintenance. The article includes an overview of some of the currently existing solutions for accounting and maintenance of vehicles at a car company. Comparative table is provided.*

*Keywords: Maintenance; vehicles; car company; car park; Information system.*

УДК 621.983

*Рябичева Л.А., доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой, ГОУ ВО «Луганский государственный университет им. В. Даля»*

*Решетняк Д.В., старший преподаватель, ГОУ ВО «Луганский государственный университет им. В. Даля»*

## ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ДОРНОВАНИИ ОТВЕРСТИЙ В ТОНКОСТЕННОЙ ПОРОШКОВОЙ ПОРИСТОЙ ЗАГОТОВКЕ

*Аннотация: В статье методом моделирования исследовано влияние исходной пористости порошковой заготовки на величину и распределение остаточных напряжений и деформаций, возникающих в деталях с отверстием после свободного дорнования. Показано, что величина остаточных напряжений и деформаций зависит от исходной пористости. Наибольшую величину имеют окружные напряжения и деформации, которые обеспечивают как уплотнение, так и упрочнение внутренней поверхности полой заготовки.*

*Ключевые слова: порошковая пористая заготовка; свободное дорнование; остаточные напряжения; деформация.*

В современном автомобилестроении для повышения износостойкости деталей применяются методы поверхностной пластической деформации, к которым относятся дорнование и редуцирование. Дорнование предназначено для калибровки и улучшения качества отверстия детали.

При дорновании отверстий в деталях возникают значительные остаточные напряжения [1, 2]. Наибольшими по абсолютной величине являются окружные остаточные напряжения, которые определяют важнейшие эксплуатационные свойства деталей [3, 4]. Для компактных материалов при отношениях наружного диаметра цилиндрической детали к диаметру отверстия  $D/d = 1,3-3$ , 0 в зависимости от натяга дорнования у внутренней поверхности возникают как сжимающие, так и растягивающие окружные остаточные напряжения [3-5]. Абсолютная величина окружных остаточных напряжений может быть близка к пределу текучести материала детали.

С позиций механики сплошной среды внутренний слой материала цилиндрической детали с отверстием можно рассматривать как слой, в котором

механические свойства отличаются от свойств основного материала, из которого сделана деталь. С физической точки зрения это различие объясняется различной структурой, фазовым и химическим состав. Толщина и состояние внутреннего слоя могут изменяться в зависимости от состава материала, метода обработки, условий эксплуатации. Одной из самых важных характеристик состояния внутреннего слоя отверстия детали после дорнования являются остаточные напряжения. Остаточные напряжения – это упругие напряжения, которые остаются в детали после обработки.

Остаточные напряжения и деформации, возникающие при дорновании, в значительной степени определяют точность деталей и качество их поверхностного слоя. Для оценки остаточных напряжений выполнено моделирование распределения напряжений и деформаций в детали с отверстием. Для моделирования использована модель жесткопластического тела.

Целью работы является исследование влияния исходной пористости заготовки на величину и распределение остаточных напряжений, возникающих в деталях с отверстием после свободного дорнования.

При моделировании использовали термин «полый цилиндр». Рассматривали свободное дорнование порошкового полого цилиндра по схеме сжатия. Размеры цилиндра: исходный внутренний диаметр  $d_0 = 9,8$  мм, наружный диаметр  $D_0 = 28$  мм, длина  $L_0 = 20$  мм, исходная пористость 6, 15 и 24 %. Материал – медь марки ПМС-1.

Для моделирования использовали вариант теории пластичности, предложенный в работах [6-9]. В его основе лежит представление о пластическом потенциале, как о функции компонентов тензора напряжений, которому в пространстве напряжений соответствуют гладкая, выпуклая и замкнутая поверхность. На основе многочисленных экспериментальных и теоретических исследований он может быть представлен в форме:

$$F = \frac{\tau^2}{\varphi} + (1+m)^2 \frac{\left( p + \frac{m}{m+1} \bar{\rho} \sigma_s \sqrt{\psi} \right)}{\psi} - \bar{\rho} \sigma_s ,$$

где  $p = \frac{1}{3} \sigma_{ij} \delta_{ij}$  - гидростатическое давление;

$\tau = \sqrt{(\sigma_{ij} - p\delta_{ij})(\sigma_{ij} - p\delta_{ij})}$  - интенсивность касательных напряжений.

Пористость  $\theta$  или относительная плотность  $\bar{\rho}$  связаны между собой соотношением  $\bar{\rho} = 1 - \theta$ .

Функции пористости согласно [10] описываются:

$$\varphi = (1 - \theta)^2, \quad \psi = \frac{2(1 - \theta)^2}{3\theta}.$$

Параметр  $m$  характеризует степень несовершенства контактов в порошковой заготовке. Он же определяет различное сопротивление пористой заготовки при ее испытании на растяжение и сжатие. Параметр  $\sigma_s$  характеризует напряжение течения твердой фазы пористого тела.

В базе материалов пакета Deform 10.2 был создан материал с механическими свойствами, соответствующими материалу основы: модуль Юнга  $E = 128$  ГПа; коэффициент Пуассона  $\nu = 0,34$ . Кривые упрочнения меди для различных скоростей деформации заданы в табличном виде [11]. Условие текучести материала – по Мизесу.

Для описания трения использовали закон трения Зибеля  $\tau_f = m\sigma_s$ , где  $m$  – фактор трения; для процессов холодной деформации при наличии смазки следует принять  $m = 0,08$ .

Параметры дорна: дорн однозубый, диаметр по ленточке  $d = 10$  мм; ленточка шириной  $b = 1$  мм; угол заборного конуса  $\alpha = 4^\circ$ ; угол обратного конуса  $\alpha_l = 4^\circ$ ; в месте перехода конической части дорна в цилиндрическую кромка скруглена до  $R = 0,2$  мм. Натяг дорнования составлял  $i = d - d_0 = 0,2$  мм. Скорость дорнования  $v = 2$  мм/с. При моделировании дорн и опора считались абсолютно жесткими объектами.

По эпюрам остаточных напряжений можно проследить влияние пористости на ход кривых и величину остаточных напряжений. На рис. 1 представлены эпюры остаточных окружных, радиальных и осевых напряжений по толщине стенки полого цилиндра с различной исходной пористостью материала. Ход кривых для всех исследуемых случаев одинаков. После дорнования отверстий в полых цилиндрах имеет место высокий уровень остаточных напряжений. При этом окружные остаточные напряжения в области, прилегающей к отверстию, являются сжимающими, уменьшающимися и стремящимися к нулю по мере удаления от поверхности отверстия. Максимальная абсолютная величина, равная 100 МПа, получена у полого цилиндра с исходной пористостью 6 % и достигает предел текучести порошковой меди. Она уменьшается с увеличением исходной пористости до 30 МПа.

Радиальные напряжения также являются сжимающими, стремящимися к нулю по мере удаления от внутренней поверхности отверстия. Причем у цилиндров пористостью 6 % радиальные напряжения равны нулю на расстоянии от внутренней поверхности равном 4,5 мм, у цилиндров пористостью 15 % это расстояние составляет 5,2 мм, а пористостью 24 % - оно более 8 мм. Очевидно, такое изменение радиальных остаточных напряжений определяется формированием структуры порошкового материала при приложении осевой нагрузки.

Чем больше исходная пористость полого цилиндра, тем меньше величина радиальных напряжений и больше расстояние перехода их из области сжатия в нулевую область, в которой сохраняется исходная пористость.

Осевые остаточные напряжения на расстоянии 1,8-2,5 мм от внутренней поверхности цилиндра являются сжимающими. С увеличением расстояния они трансформируются в растягивающие. Их абсолютная величина максимальна при исходной пористости образца 6 % и равна 20 МПа. С ростом исходной пористости образца она уменьшается и составляет при 15 % - 12 МПа, при 24 % - 1 МПа.

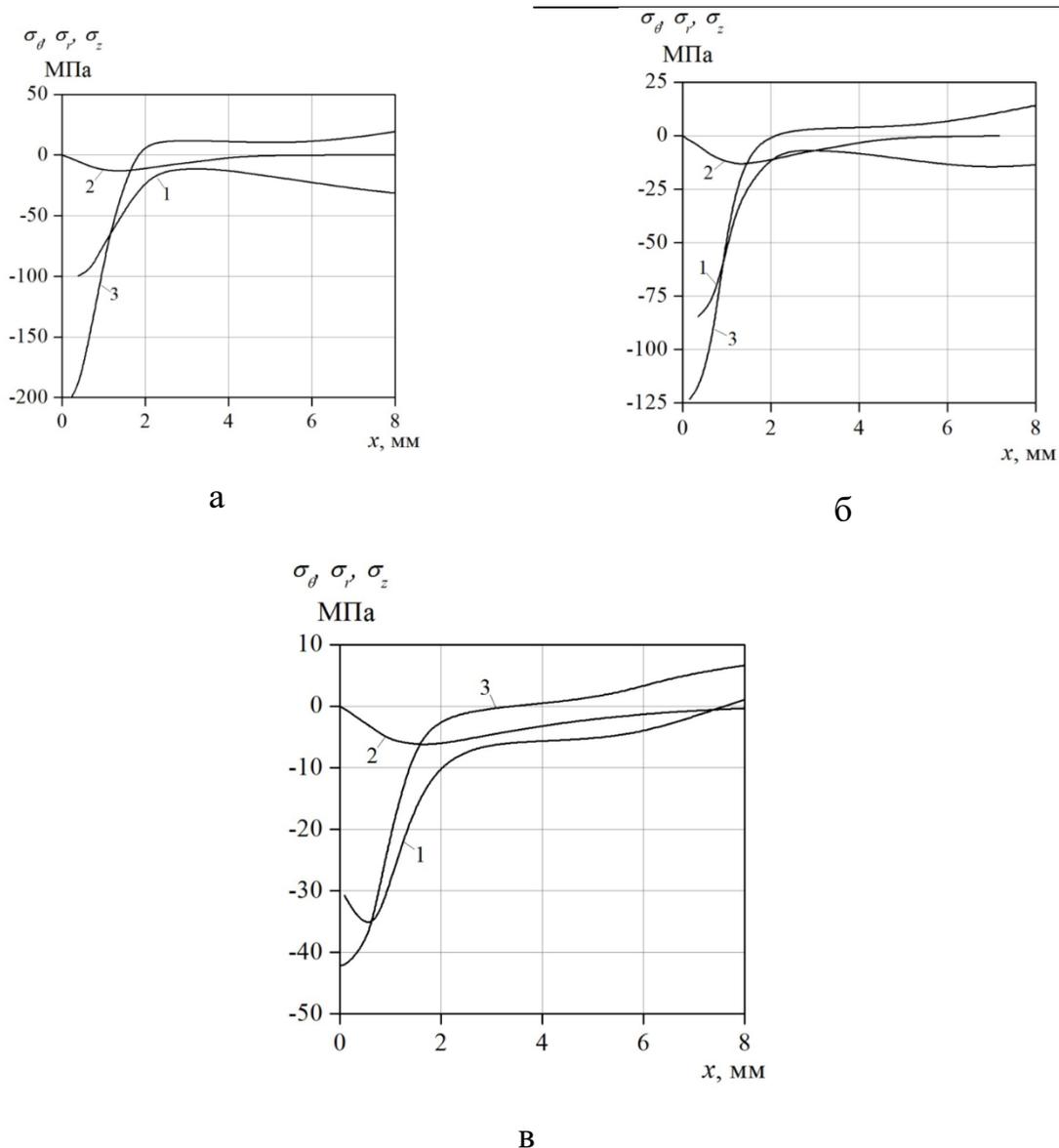


Рис. 1. Эпюры остаточных окружных -1, радиальных - 2 и осевых - 3 напряжений по толщине стенки полого цилиндра с исходной пористостью материала: а – 6 %; б – 15 %; в – 24 %

На рис. 2 показано распределение интенсивности остаточных напряжений по толщине стенки образца, которое подтверждает данные рис. 1. На рис. 3 показано распределение интенсивности деформаций, которое согласуется с изменением интенсивности напряжений. Очевидно, большее смещение частиц материала и, соответственно, изменение объем цилиндра регламентируется уплотнением его внутренней поверхности.

Наибольшая интенсивность остаточных напряжений (рис. 4, а) и остаточных деформаций (рис. 4, б) получена при дорновании полого цилиндра с исходной пористостью 6 %, что объясняется более высокой относительной

плотностью и упрочнением твердой фазы. С ростом исходной пористости величина интенсивности напряжений и деформаций уменьшается.

При дорновании формируется очаг деформации, который у пористых материалов трансформируется в очаг уплотнения, имеющий наиболее высокую плотность материала. В зависимости от пористости полого цилиндра изменяется длина очага уплотнения. У цилиндров с пористостью 6 % она составляет 1,8 мм, пористостью 15 % - 1,5 мм пористостью 24 % - 0,8 мм.

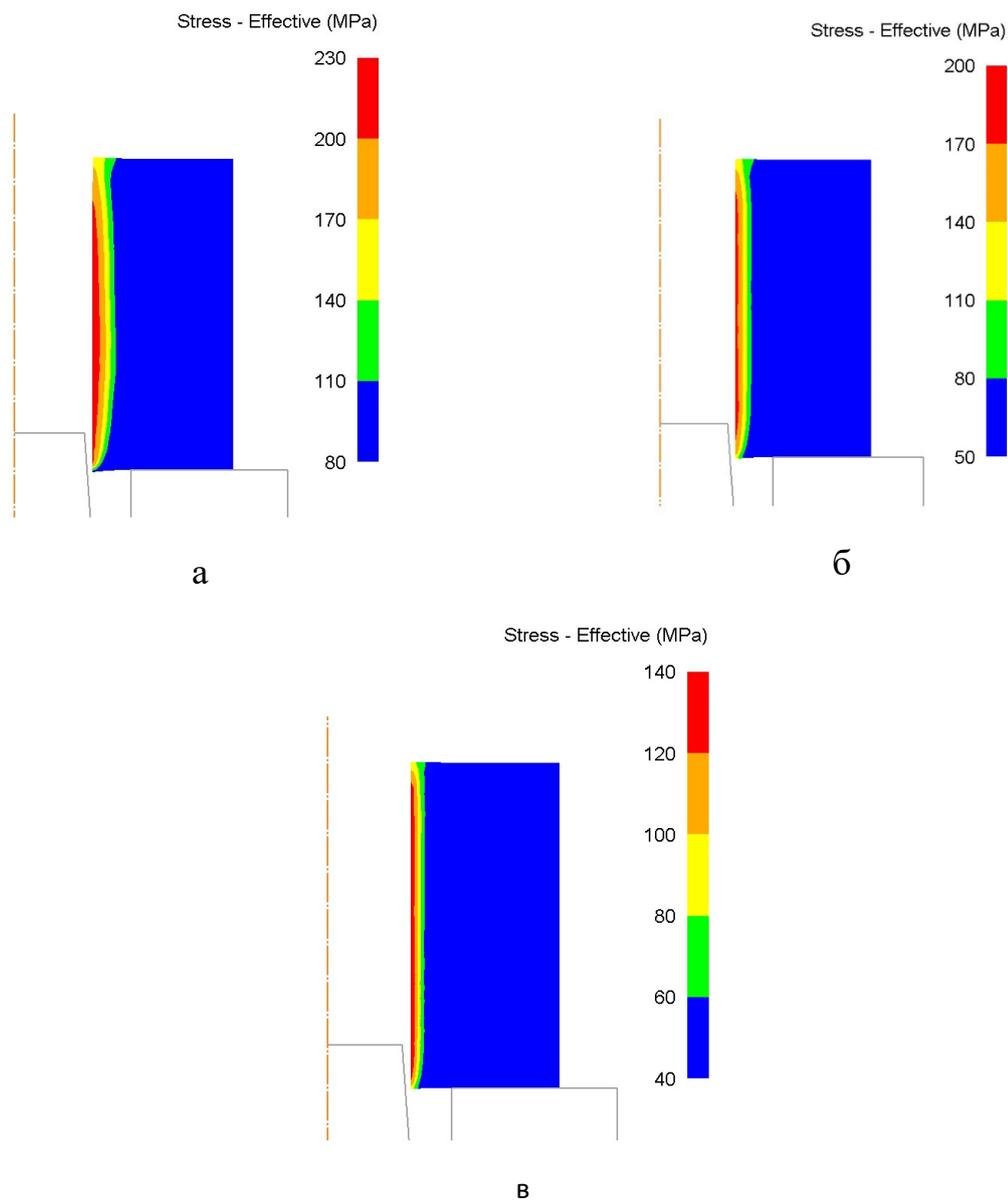


Рис. 3. Распределение интенсивности напряжений после дорнования полого цилиндра с исходной пористостью: а – 6 %; б – 15 %; в – 24 %

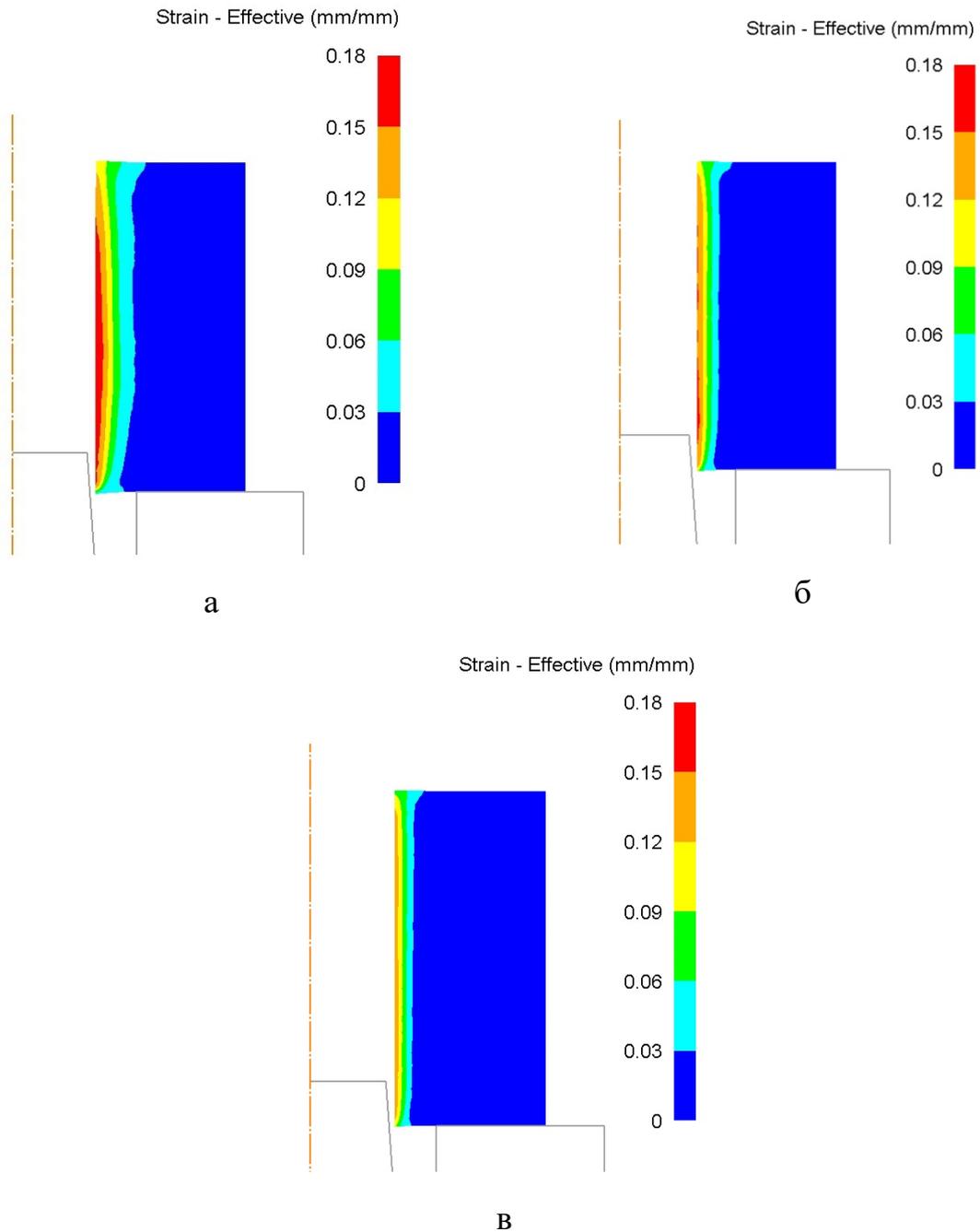


Рис. 3. Распределение интенсивности деформаций после дорнования полого цилиндра с исходной пористостью: а – 6 %; б – 15 %; в - 24%

Отсюда следует, что чем больше исходная пористость полого цилиндра, тем меньше интенсивность напряжений и деформаций и меньше очаг уплотнения. По длине полого цилиндра наблюдается равномерное распределение остаточных напряжений, что соответствует и равномерному распределению относительной плотности [], и должно способствовать равномерному упрочнению внутренней поверхности полого цилиндра.

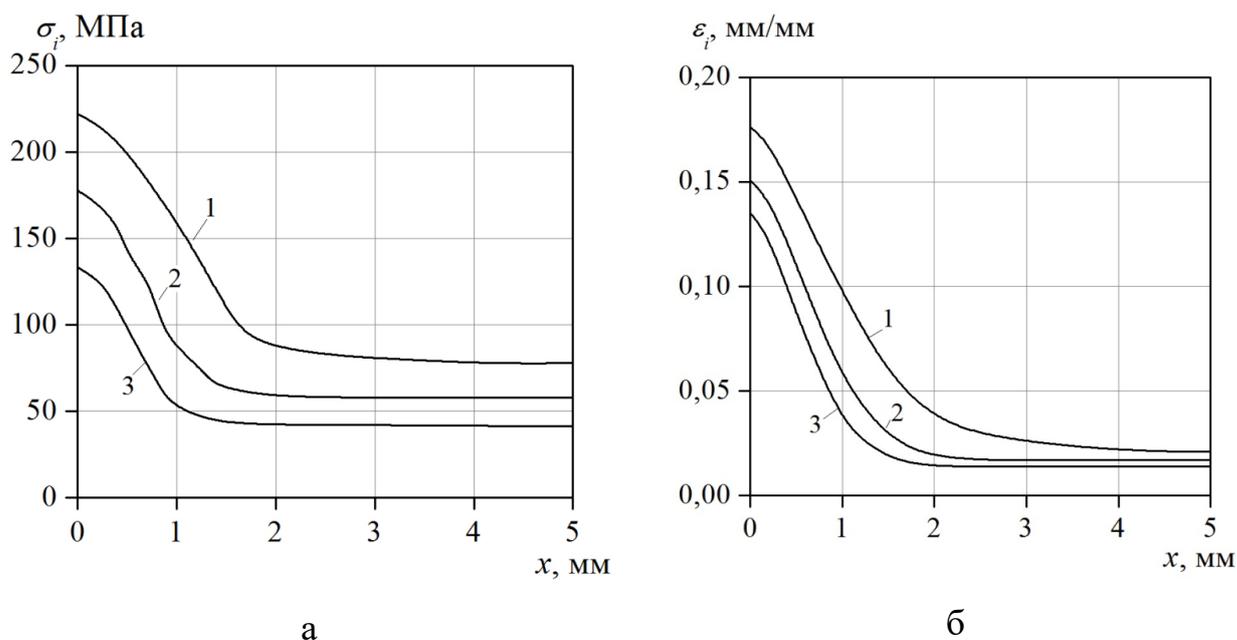


Рис. 4. Характер распределения интенсивности остаточных напряжений - а и остаточных деформаций - б в поперечном сечении модели полого цилиндра с исходной пористостью 1- 6 %; 2 – 15 %; 3 – 24 %

Таким образом, распределение остаточных напряжений, интенсивности напряжений, интенсивности деформаций, при свободном дорновании полых цилиндров из порошковой меди зависит от исходной пористости материала. Чем меньше исходная пористость полого цилиндра, тем больше очаг уплотнения. Максимальная величина остаточных напряжений получена на внутренней поверхности отверстия. Наибольшую величину имеют окружные и радиальные напряжения, которые обеспечивают как уплотнение, так и упрочнение внутренней поверхности отверстия полого цилиндра.

#### Литература

1. Проскуряков Ю.Г. Дорнование отверстий. – Свердловск: Машгиз, 1961. – 192 с.
2. Проскуряков Ю.Г. Технология упрочняюще-калибрующей и формообразующей обработки металлов. – М.: Машиностроение, 1971. – 208 с.
3. Розенберг А.М., Розенберг О.А. Механика пластического деформирования в процессах резания и деформирующего протягивания. – Киев: Наукова думка, 1990. – 320 с.

4. Проскуряков Ю.Г., Романов В.Н., Исаев А.Н. Объемное дорнование отверстий. – М.: Машиностроение, 1984. – 224 с.
5. Эффективные технологии дорнования, протягивания и деформирующе-режущей обработки / под ред. А.В. Киричека. – М.: Спектр, 2011. – 328 с.
6. Штерн М. Б. Особенности плоской деформации пористых тел // Порошк. металлургия. – 1982. – № 3. – С. 16 – 22.
- 7 Штерн М. Б., Михайлов О. В. Контроль распределения плотности и предсказание разрушения при прессовании порошков в жесткой матрице на основе компьютерного моделирования // Вопросы механики и физики процессов резания и холодного пластического деформирования. – Киев: ИСМ НАН Украины, 2002. – С. 434 – 441.
8. Shtern M., Mikhailov O. Defects formation in die compaction: prediction and numerical analysis // Proc. Powder Metallurgy European Congress, Nice, France, 22-24 Oct., 2001. – Vol. 3. – P. 50 – 57.
9. Beygelzimer Y. Grain refinement versus voids accumulation during severe plastic deformations of polycrystals: mathematical simulation // Mech. Mater. – 2005. – 37. – P. 753–759.
10. Скороход В. В. Реологические основы теории спекания. — Киев: Наук. думка, 1972. –140 с.
11. Полухин П.И., Гун Г.Я., Галкин А.М. Сопротивление пластической деформации металлов и сплавов. Справочник. М.: Металлургия, 1983. – 352 с.
12. Рябичева Л.А., Усатюк Д.А., Дядичев А.В. Моделирование и экспериментальное исследование РКУ-прессования порошковых пористых заготовок // Machines, technologic, materials. International virtual journal. Bulgaria. Sofia. 2014. – № 12. – P. 31-34.

---

*Ryabicheva L.A. Doctor of Engineering Science, Full professor, Vladimir Dalh Lugansk State University*

*Reshetnyak D.V. senator teacher, Vladimir Dalh Lugansk State National Universty*

## RESIDUAL STRESS AT BURNISHING OF OPENINGS IN THIN-WALLED POWDER POROUS BILLET

*Abstract: In article the method of modeling investigated influence of initial porosity of powder preparation on size and distribution of the residual stress and deformations arising in details with an opening after a free burnishing. It is shown that the size of residual stress and deformations depends on initial porosity. The district stress and deformations which provide both consolidations, and hardening of an internal surface of hollow billet have the largest size.*

*Key words: Powder porous billet; free burnishing; residual stress; deformation.*

УДК 628.316.13

*Тюляев В.С., магистрант, ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», tyulyaev.98@mail.ru, Мурманск, Россия*

*Васильева Ж.В., кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой, ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», vasilevazhv@mstu.edu.ru, Мурманск, Россия.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОРБЕНТОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ В МОРЯХ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

*Аннотация: В статье представлены исследования характеристик коммерческого сорбента «Лессорб», хитозана, сорбента из водорослей *Fucus vesiculosus* L., используемых для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов в морях Арктического региона. Для моделирования загрязнения использовали морскую воду, отобранную в Кольском заливе Баренцева моря, в качестве модельных загрязнителей использовали: дизельное топливо (плотность 850 кг/м<sup>3</sup>), гидравлическое масло (плотность 960 кг/м<sup>3</sup>) и нефть (плотность 880 кг/м<sup>3</sup>). Произведён сравнительный анализ фактических характеристик сорбционной емкости сорбентов. Проведены исследования эффективности использования сорбентов для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов при среднегодовой температуре Кольского залива (плюс 5 °С ± 1 °С). Изучена скорость растворения нефти и нефтепродуктов в воде при аварийном разливе в период локализации аварийного разлива (в течение 4-х часов).*

*Ключевые слова: аварийные разливы нефти и нефтепродуктов, сорбенты, моря Арктического региона.*

*Введение.* Вопросам нефтяного загрязнения Мирового океана в последнее время уделяется все больше внимания, хотя число нефтяных аварий и общее количество нефти и нефтепродуктов, поступающих в моря из разных источников за последние десятилетия, постепенно сокращается, но при этом продолжают аварийные разливы нефти [1]. Так, аварийные разливы нефти происходят и в Кольском заливе, что, в частности, вызвано масштабами операционной деятельности единственного незамерзающего глубоководного морского порта на Северо-Западе России, работающего круглогодично. При этом, согласно Указу Президента РФ от 5 марта 2020 г. N 164 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года», одним из основных национальных приоритетов Российской Федерации в Арктике является охрана окружающей среды Арктики [2].

Перспективным направлением ликвидации аварийных разливов нефти является использование сорбентов органической, неорганической и синтетической природы [3].

Использование синтетических сорбентов, как правило, связано с ограничениями, вызванными необходимостью уменьшения последующих трудностей с вторичным загрязнением очищаемых вод синтетическими токсикантами, сбором, хранением и утилизацией образующихся нефтесодержащих синтетических отходов [4].

В качестве сорбентов целесообразно использовать как органические, так и неорганические материалы, так как они часто находятся в природной среде или являются побочными продуктами промышленных процессов и становятся легкодоступными.

В качестве сорбентов органической природы широко используют отходы деревообрабатывающей и целлюлозной промышленности, такие как древесные опилки [5] и гидролизный лигнин [6], растительные отходы льняной костры, модифицированные химическим путем [7], рисовой шелухи и гречихи [8,9],

карбонизированной подсолнечной лузги [10, 11], лузги пшеницы высокочастотной плазменной модификации [10], высушенный жом сахарной свеклы [12, 13], стержней кукурузных початков, обработанных сжиженной углекислотой. Известны сорбенты, полученные из бересты березы методом взрывного автогидролиза [14], а так же использование хитозана как сорбента по ликвидации нефти и нефтепродуктов [15].

При существовании широкого спектра сорбентов актуальным является вопрос о фактической эффективности ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов существующими органическими сорбентами, а так же поиск и изучение новых сорбирующих веществ в условиях реального разлива нефтепродуктов в Арктической акватории.

*Методы, приборы и методология исследования.* Содержание нефтепродуктов в воде определялось согласно [16]. В качестве объектов исследования были выбраны следующие сорбенты: природный сорбент хитозан, сушёные водоросли *Fucus vesiculosus* L., коммерческий сорбент «Лессорб» (ТУ 9010-002-35615057-99 /ТУ 0390-001-35615057-99). Сорбент из водорослей *Fucus vesiculosus* L. Формировали суховоздушным высушиванием и последующим измельчением в ступке. Хлопья сорбентов хитозана и сорбента из водорослей отделяли с помощью лабораторных сит [17], их крупность хлопьев сорбентов составила 2-5 см.

В качестве модельных загрязнителей были выбраны: дизельное топливо (плотность 850 кг/м<sup>3</sup>), гидравлическое масло (плотность 960 кг/м<sup>3</sup>) и нефть (плотность 880 кг/м<sup>3</sup>). Выбор данных загрязнителей обусловлен возможностью разливов указанных нефтепродуктов в результате аварийных ситуаций в морской акватории Кольского залива Баренцева моря.

Для оценки эффективности использования различных сорбентов для снижения концентраций загрязнений нефтепродукты вносились в объёме 10 мл в ёмкости, объемом 5 л, с площадью поверхности воды 0,12 м<sup>2</sup>, наполненные морской водой Кольского залива. Имитируя условия реальной ликвидации разлива нефтепродуктов с учетом времени начала мероприятий от момента

разлива, образцы загрязнённой воды размешивались и выдерживались в течение 1; 2,5 и 4 часов перед нанесением сорбентов на поверхность воды. Выбор временных промежутков обусловлен требованиями соответствующих нормативных документов о том, что с момента аварийного разлива нефтепродуктов на морской акватории, до момента начала ликвидации должно пройти не более 4-х часов [17].

*Исследование сорбционной ёмкости материалов согласно [18].* Моделирование процесса сорбции производили следующим образом. Сорбент равномерно распределялся по поверхности загрязнённой воды. Процесс сорбции продолжался в течение 30 минут, затем сорбент извлекался из воды. Исследования проводились при температуре воды плюс 5 °С ( $\pm 1$  °С), имитируя среднегодовую температуру поверхности морской Кольского залива [19]. Измерения проводились в трехкратной повторности. Отбор проб воды производился согласно [16].

*Результаты и их обсуждение.* По результатам испытаний сорбционной ёмкости «Лессорб», хитозана и сорбента из водорослей *Fucus vesiculosus* L. по нефти и нефтепродуктам были получены следующие результаты, (табл. 1).

Так, было установлено, что сорбционная ёмкость исследуемых сорбентов практически не изменяется в отношении различных нефтепродуктов, за исключением дизельного топлива. Наименьшую сорбционную ёмкость, установленную в отношении дизельного топлива, можно объяснить его наименьшей плотностью и вязкостью.

Таблица 1

Сорбционная ёмкость сорбентов

Сорбирующие материалы	Нефтепродукты		
	Гидравлическое масло, г/г	Дизельное топливо, г/г	Нефть, г/г
Хитозан	5,68 $\pm$ 0,02	5,36 $\pm$ 0,02	5,65 $\pm$ 0,02
Лессорб	6,39 $\pm$ 0,02	5,66 $\pm$ 0,02	6,27 $\pm$ 0,02
<i>Fucus vesiculosus</i> L.	1,09 $\pm$ 0,02	0,74 $\pm$ 0,02	0,96 $\pm$ 0,02

Также был произведён сравнительных анализ фактических показателей нефтеёмкости коммерческого сорбента «Лессорб» с показателями, заявленными производителем [20] (табл. 2), а также фактических показателей хитозана с характеристиками, приведенными в ряде литературных источников [15, 21] (табл. 3).

Таблица 2

Сравнение фактических показателей сорбционной ёмкости «Лессорб», с заявленными производителем

Нефтепродукт	Фактические показатели, г/г	Показатели, заявленные производителем, г/г
Нефть	6,27±0,02	6
Гидравлическое масло	6,39±0,02	н/д
Дизельное топливо	5,66±0,02	4

Таблица 3

Сравнение фактических показателей сорбционной ёмкости хитозана с результатами из литературных источников

Нефтепродукт	Фактические показатели, г/г	Данные литературных источников [15, 21], г/г
Нефть	5,65±0,02	3,90 - 4,50
Гидравлическое масло	5,68±0,02	н/д
Дизельное топливо	5,36±0,02	н/д

Результаты оценки сорбционной ёмкости сорбента «Лессорб» в отношении нефти показали соответствие показателям, заявленным производителем [20]. Разница между показателями, полученными в результате исследования, и данными от производителя не превышали 4 %. Однако, разница фактического и заявленного показателей сорбционной ёмкости в отношении дизельного топлива составила 29 %. Возможно, значительные различия сорбционной ёмкости связаны с разными видами дизельного топлива. Показатель сорбционной ёмкости сорбента «Лессорб» в отношении гидравлического масла, полученный в экспериментах, составил 6,39. Данные

производителя по сорбционной ёмкости в отношении данного нефтепродукта в открытом доступе отсутствуют.

Значения сорбционной ёмкости хитозана, позволяют провести сравнительный анализ только по нефти, так как информация о сорбционной ёмкости в отношении гидравлического масла и дизельного не опубликована или не существует. Вместе с тем, полученные в данном исследовании значения показателя сорбционной ёмкости указанного сорбента не значительно отличаются от литературных источников. Так, в условиях проведенного исследования сорбционная ёмкость этого сорбента в отношении нефти составила 5,65 г/г, в то время как в литературных источниках указано значение 3,90 г/г - 4,50 г/г [15, 21].

Исследования сорбционной ёмкости высушенных водорослей *Fucus vesiculosus* L. показали низкие значения показателей, которые составили 1,09, 0,74, 0,96 по гидравлическому маслу, нефти и дизельному топливу соответственно. При этом необходимо отметить, что данный сорбент обладал низкой плавучестью, и при нанесении на поверхность воды часть хлопьев сорбента опускалась на дно (до 25 %).

Сравнительный анализ эффективности использования сорбентов для снижения содержания нефтепродуктов в морской воде при аварийных разливах нефти, показал следующее (табл. 4).

Концентрация нефтепродуктов на поверхности акватории (табл.4) существенно снижается при применении сорбента независимо от времени, прошедшего с момента разлива нефтепродукта. Так, концентрация НП после применения сорбента хитозана через 1 час составила 0,485 мг/л, без применения сорбента величина концентрации составила 0,979 мг/л. Аналогичная ситуация наблюдается для промежутков времени 2,5 ч и 4 часа, когда концентрация НП после применения сорбента хитозана одинаково активно снижается практически на 50%.

Таблица 4

Содержание нефтепродуктов на поверхности воды при использовании и без использования сорбентов

Загрязнитель	Концентрация НП (мг/л)					
	После применением сорбента			Без применения сорбента		
	1ч.	2,5ч.	4ч.	1 ч.	2,5 ч.	4 ч.
<b>Хитозан</b>						
Нефть	0,485	0,485	0,485	0,979	0,979	0,979
Гидравлическое масло	0,398	0,398	0,398	0,805	0,805	0,805
Дизельное топливо	0,387	0,387	0,387	0,860	0,860	0,860
<b>«Лессорб»</b>						
Нефть	0,403	0,403	0,403	0,833	0,833	0,833
Гидравлическое масло	0,387	0,387	0,387	0,789	0,789	0,789
Дизельное топливо	0,445	0,445	0,445	1,161	1,161	1,161
<b>Fucus vesiculosus L</b>						
Нефть	0,627	0,627	0,627	0,863	0,863	0,863
Гидравлическое масло	0,623	0,623	0,623	0,823	0,823	0,823
Дизельное топливо	0,829	0,829	0,829	1,127	1,127	1,127

Можно отметить, что сорбенты хитозан и Лессорб практически одинаково эффективно действуют в отношении удаления загрязнений нефтепродуктов, в то время как сорбент на основе водорослей *Fucus vesiculosus L* показывает меньшую эффективность. При этом эффективность сорбентов в отношении различных видов нефтепродуктов варьируется незначительно. Так, хитозан и Лессорб показывают аналогичную эффективность как в отношении нефти, так и в отношении гидравлического масла и дизельного топлива.

Исследование изменения концентрации нефтепродуктов в толще воды (табл.5) показало увеличение концентрации с течением времени, очевидно в связи с процессами диссипации, растворением нефтепродукта в водной фазе. Использование сорбентов в течение 4 часов незначительно влияет на снижение нефтепродуктов в толще воды, однако и в этом случае наиболее эффективными в отношении снижения НП концентраций в толще воды являются сорбенты Лессорб и хитозан.

Таблица 5

Содержание нефтепродуктов в толще воды при использовании и без использования сорбентов

Загрязнитель	Концентрация НП в толще воды (мг/л)					
	После применением сорбента			Без применения сорбента		
	1 ч.	2,5 ч.	4 ч.	1 ч.	2,5 ч.	4ч.
<b>Хитозан</b>						
Нефть	0,152	0,213	0,356	0,195	0,341	0,373
Гидравлическое масло	0,187	0,204	0,333	0,195	0,285	0,369
Дизельное топливо	0,375	0,485	0,496	0,377	0,525	0,580
<b>«Лессорб»</b>						
Нефть	0,219	0,275	0,330	0,239	0,290	0,355
Гидравлическое масло	0,184	0,261	0,280	0,207	0,284	0,335
Дизельное топливо	0,209	0,307	0,461	0,257	0,401	0,611
<b>Fucus vesiculosus L</b>						
Нефть	0,162	0,225	0,361	0,190	0,225	0,391
Гидравлическое масло	0,240	0,282	0,344	0,252	0,314	0,480
Дизельное топливо	0,219	0,265	0,434	0,255	0,339	0,563

*Заключение.* Исследование сорбционной ёмкости хитозана, коммерческого сорбента «Лессорб», сорбента из водорослей *Fucus vesiculosus L.* показало высокую сорбционную ёмкость сорбентов Лессорб и хитозан в отношении исследуемых модельных загрязнителей –нефти, дизельного топлива и гидравлического масла. При этом можно отметить незначительную разность в показателях сорбционной ёмкости между хитозаном и сорбентом «Лессорб». Так, сорбционная ёмкость по нефти составила соответственно 5,65 г/г и 6,27 г/г.,

сорбционная ёмкость сорбента в отношении нефти из водорослей составила 0,96 г/г.

Исследована динамика содержания различных нефтепродуктов в морской воде до и после применения сорбентов. При этом, максимальная эффективность удаления исследуемых нефтепродуктов установлена для сорбентов «Лессорб» и хитозан. Показатели эффективности коммерческого сорбента и органического сорбента отличаются незначительно. Так, эффективность удаления нефти указанными сорбентами через 4,5 часа составила 0,299 и 0,307 соответственно. Эффективность сорбента из водорослей *Fucus vesiculosus* L. оказалась низкой по сравнению с другими исследуемыми сорбентами.

Оценка динамики растворения нефтепродуктов в воде показала рост концентрации нефтепродуктов в толще воды на протяжении всего исследуемого периода (до 4,0 часов), при этом отмечено уменьшение концентрации растворённых нефтепродуктов в случае использования исследуемых сорбентов.

#### Литература

1. Патин, С. А. Нефтяные разливы и их воздействие на морскую среду и биоресурсы / С.А. Патин. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. 507 с.
2. Указ Президента РФ №164 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года» от 05.03.2020 [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/564371920> (дата обращения: 07.03.2021)
3. Постановление Правительства РФ от 21.08.2000 N 613 (ред. от 14.11.2014) «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» [Электронный ресурс]/ КонсультантПлюс. URL:[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_28293/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/#:~:text=ПРАВИТЕЛЬСТВО%20РОССИЙСКОЙ%20ФЕДЕРАЦИИ%20ПОСТАНОВЛЕНИЕ%20от,АВАРИЙНЫ](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28293/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/#:~:text=ПРАВИТЕЛЬСТВО%20РОССИЙСКОЙ%20ФЕДЕРАЦИИ%20ПОСТАНОВЛЕНИЕ%20от,АВАРИЙНЫ)

Х%20РАЗЛИВОВ%20НЕФТИ%20И%20НЕФТЕПРОДУКТОВ

(дата

обращения: 07.03.2021)

4. ИТОРФ (International Tanker Owners Pollution Federation). Применение сорбентов при ликвидации разливов нефти.. Технический информационный документ. Лондон: ИТОРФ, 2012. – 7 с.

5. Синтез магнитных нефтесобирателей на основе модифицированных опилок древесины / С. И. Цыганова, Е. В. Веприкова, Е. А. Терещенко, О. Ю. Фетисова // Экология и промышленность России. – 2014. – Вып. 6. – С. 18-21.

6. Полникова, Т. И. Особенности технологии первичных углеродных сорбентов экологического назначения на основе лигнина / Т. И. Полникова, К. Б. Хоанг // Тонкие химические технологии. – 2014. – Т. 9, Вып. 5. – С. 94-95

7. Отходы переработки льна в качестве сорбентов нефтепродуктов. Влияние химической обработки на гидрофобность и нефтепоглощение / И. Г. Шайхиев, С. В. Степанова, С. В. Фридланд, Э. М. Хасаншина // Вестник Башкирского университета. – 2010. – Т. 15, Вып. 3. – С. 607-609.

8. Сергиенко, В. И. Возобновляемые источники химического сырья: комплексная переработка отходов производства риса и гречихи / В. И. Сергиенко, Л. А. Земнухова // Российский химический журнал. – 2004. – Т.48, Вып. 3. – С. 116-124.

9. Земнухова, Л. А. Изучение сорбционных свойств шелухи риса и гречихи по отношению к нефтепродуктам / Л. А. Земнухова, Е. Д. Шкорина // Химия растительного сырья. – 2005. – Вып. 2. – С. 51-54.

10. Долгих, О. Г. Получение нефтесорбентов карбонизацией лузги подсолнечника / О. Г. Долгих, С. Н. Овчаров // Экология и промышленность России. – 2009. – Вып. 11. – С. 4-7.

11. Долгих, О. Г. Использование углеродных адсорбентов на основе растительных отходов для очистки нефтезагрязненных сточных вод / О. Г. Долгих, С. Н. Овчаров // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2010. – Вып. 1. – С. 6-12

12. Высокочастотная плазменная модификация лузги пшеницы с целью повышения сорбционной емкости / С. М. Трушков, С. В. Степано, И. Г. Шайхиев, И. Ш. Абдуллин // Экспозиция Нефть Газ. – 2012. – Вып. 2. – С. 56-59.

13. Исследование возможности использования жома сахарной свеклы в качестве сорбционного материала легких нефтепродуктов / И. Г. Шайхиев, С. В. Степанова, К. И. Шайхиева, А. И. Мавлетбаева // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18, Вып. 13. – С. 246-248.

14. INTSOK — Norwegian Oil and Gas Partners. (December 2014). Environmental Protection, Monitoring Systems and Oil Spill Contingency Task Force. RU-NO Barents Project.

15. GREM, Izabel Cristina da Silva et al . Chitosan microspheres applied for removal of oil from produced water in the oil industry. Polímeros, São Carlos , v. 23, n. 6, p. 705-711, 2013 . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-14282013000600003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282013000600003&lng=en&nrm=iso)>. access on 28 Mar. 2021. <https://doi.org/10.4322/polimeros.2014.008>.

16. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 «Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод на анализаторе жидкости «Флюорат-02» (М 01-05-2021)»/ ФБУ «ФЦАО» - Москва: 1998 (Изменение 2012 г.) – 34 с.

17. ГОСТ Р 51568-99, Государственный стандарт российской федерации, сита лабораторные из металлической проволочной сетки 1999 [Электронный ресурс] URL <https://docs.cntd.ru/document/1200026135> (дата обращения: 07.03.2021)

18. ASTM F716-18, Standard Test Methods for Sorbent Performance of Absorbents for Use on Chemical and Light Hydrocarbon Spills, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018 [Электронный ресурс] / ASTM INTERNATIONAL

Helping our world work better. URL: <https://www.astm.org/Standards/F716> (дата обращения: 07.03.2021)

19. Кольский залив и нефть: биота, карты уязвимости, загрязнение / под ред. д-ра геогр. наук А. А. Шавыкина; ММБИ КНЦ РАН. – СПб.: Реноме, 2018. – 520 с.

20. Лессорб, производство средств для ликвидации разливов нефти [электронный ресурс] // URL: <https://lessorb.ru/products/sorbenty/sorbent-lessorb-1/> (дата обращения: 07.03.2021)

21. Chem J. Removal of Petroleum Spill in Water by Chitin and Chitosan / J. Chem // Orbital: The Electronic Journal of Chemistry- Vol 6 – No.1 - January-March 2014 – 5p.

---

*V.S. Tyulyaev, Master's student, Murmansk State Technical University, tyulyaev.98@mail.ru, Murmansk, Russia,*

*Zh.V. Vasilieva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department, FGAOU VO "Murmansk State Technical University", vasilievazhv@mstu.edu.ru, Murmansk, Russia.*

#### RESEARCH OF THE EFFICIENCY OF USING ORGANIC SORBENTS OF OIL AND PETROLEUM PRODUCTS IN THE ELIMINATION OF EMERGENCY SPILLS IN THE SEAS OF THE ARCTIC REGION

*Abstract: The article presents the research of the characteristics of the commercial sorbent "Lessorb", chitosan, sorbent from the algae *Fucus vesiculosus* L., used for the elimination of emergency oil and oil products spills in the seas of the Arctic region. For the pollution simulation, seawater collected in the Kola Bay of the Barents Sea was used, and the following pollutants were used as model pollutants: diesel fuel (density 850 kg / m<sup>3</sup>), hydraulic oil (density 960 kg/m<sup>3</sup>), and oil (density 880 kg/m<sup>3</sup>). A comparative analysis of the actual characteristics of the sorption capacity of the sorbents is made. Studies of the effectiveness of the use of sorbents for the elimination of emergency spills of oil and petroleum products at the average annual temperature of the Kola Bay (plus 5 °C ± 1 °C) were conducted. The rate of dissolution of oil and petroleum products in water during an emergency spill during the localization of an emergency spill (within 4 hours) was studied.*

*Keywords: emergency oil spill, sorbents, seas of the Arctic Region.*

УДК 656.1:614.8

*Челтыбашев А.А., к.п.н., заведующий кафедрой, ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», cheltybashevaa@mstu.edu.ru, Мурманск, Россия.*

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

## ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

*Аннотация: В статье дается характеристика и показана необходимость дальнейших мер обеспечения безопасности перевозок опасных грузов.*

*Ключевые слова: опасный груз, перевозка опасных грузов, груз повышенной опасности.*

*Введение.* В настоящее время в Мурманской области находится много разнообразных предприятий, на которых используются опасные грузы.

Основная масса опасных грузов внутри региона перевозится автомобильным транспортом. Согласно действующего законодательства принято выделять 9 классов опасных грузов, в зависимости от их физических и химических свойств и того уровня вреда, который могут нанести эти вещества. Учитывая большое количество крупных предприятий, а также наличие Северного флота в нашем регионе перевозка опасных грузов автомобильным транспортом довольно востребована.

На основе проведенного анализа статистических данных рынка транспортных услуг, можно сделать вывод, что основная масса организаций различных сфер деятельности предпочитает осуществлять доставку своих грузов с помощью автомобильных перевозок. При этом, из общей массы перевозимых грузов более 20% составляют грузы, относящиеся к опасным. Происшествия, связанные с транспортировкой опасных веществ и грузов, постоянно происходят во всём мире. При авариях на автомобильных магистралях (столкновения, опрокидывание, падение крупногабаритных грузов) возможно их возгорание, утечка опасного груза, повреждение тары, емкостей с опасным грузом. Это может привести к взрыву,

пожару, ожогам, отравлению, заболеванию людей и животных. Взрывы и пожары, утечки и разлив ядовитых веществ, выбросы в атмосферу отравляющих газов и продуктов горения, уносят жизни и причиняют тяжкий вред здоровью людей, влекут многомиллионные убытки разрушая и выводя из строя объекты инфраструктуры, затрудняя дорожное движение, загрязняя почву, воду, воздух и нанося непоправимый вред экологическому статусу целых территорий. В свою очередь, мероприятия по ликвидации последствий дорожных происшествий с опасными грузами не только связаны с риском для жизни и здоровья сотрудников дорожных служб и служб спасения. Эти мероприятия, как правило, очень дорого обходятся для муниципальных, региональных и государственных бюджетов. Перекрытие дорог вызывает сбои в движении транспорта, причиняя неудобства и убытки населению и многим предприятиям [5; 10].

*Характеристика опасных грузов.* Согласно государственному стандарту ГОСТ 19433-88 опасными грузами следует считать: сжатые растворенные газы, коррозионные соединения, радиоактивные элементы, легковоспламеняющиеся жидкости, соединения способные к самовозгоранию, пероксиды, элементы с высокой взрывоопасностью, вещества с ядовитыми или инфекционными свойствами, материалы или изделия, которые в силу своих свойств и особенностей, при перевозке могут создавать опасные условия для жизни и здоровья человека и нанести вред окружающей природной среде [1,2].

*Правила перевозки опасных грузов.* Перевозка опасных грузов – это деятельность, связанная с перемещением опасных грузов от места их изготовления или хранения к месту назначения с подготовкой груза, тары, транспортных средств и экипажа, приемом груза, осуществлением грузовых операций и краткосрочным хранением грузов на всех этапах перемещения. Таким образом, перевозка опасных грузов автомобильным транспортом - сложный и трудоемкий процесс, требующий особого внимания со стороны отправителей, получателей и перевозчиков [7].

К основным документам, регулирующим процесс перевозки опасных автомобильным транспортом в Российской Федерации относят:

- Правил перевозок грузов автомобильным транспортом № 272 от 15.04.2011 г. [2];

– Приказа Минтранса России от 15.01.2014 №7 «Об утверждении правил обеспечения безопасности перевозок пассажиров автомобильным транспортом и наземным городским электрическим транспортом и перечня мероприятий по подготовке работников юридических лиц и ИП, осуществляющих перевозки автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом, к безопасной работе и транспортных средств к безопасной эксплуатации», призванных разрешить вопросы связанные с транспортировкой и эксплуатацией опасных грузов [2, 3].

Кроме этого, существует еще один важный документ - Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов, сокращенно именуемое ДОПОГ (Дорожные Перевозки Опасных Грузов) или *ADR (Accord Dangereuses Route)*. Данное соглашение было разработано Экономической комиссией ООН в 1957 году в Женеве с целью создания общих правил дорожной перевозки опасных грузов [2, 6].

Все постановления и нормативно-законодательные акты, связанные с перевозкой опасных грузов автомобильным транспортом обязательны к исполнению как водителями, так и компаниями, которые организуют доставку вредных веществ. Транспортная компания, занимающаяся международными перевозками и соблюдающая основные правила, и требования логистики, в первую очередь должна получить «свидетельство о допуске транспортного средства к перевозке опасных грузов». Оно выдается Министерством транспорта или ОВД [3, 5].

Водитель должен иметь при себе такие документы как: лицензионную карточку, которая подтверждает, что данный груз допущен к транспортировке; аварийную карточку системы информации об опасности; документ о прохождении тех осмотра; маршрутный лист и справку- допуск о прохождении водителем соответствующей подготовки [7]. Далее оформляется договор дорожной перевозки, в котором изложены права и обязанности перевозчика и отправителя, их порядок разрешения спорных ситуаций и действий в случае возникновения чрезвычайной

ситуаций [8]. Существенным этапом является выбор и согласование маршрута перевозки [7, 9]. В случае если происходит перевозка особо опасных грузов или перевозка в сложных дорожных условиях, то назначенный маршрут необходимо согласовывать с подразделениями ГАИ МВД. Выбранный маршрут не должен проходить близко с заповедниками, зонами отдыха, опасными территориями и крупными предприятиями [9,10].

Также должны быть предусмотрены специальные парковочные стоянки и места для заправки [8]. Самым важным этапом подготовки опасного груза к транспортировке – это организация системы оперативной информации об опасности. Соблюдение всех правил и требований организацией, обеспечит безопасную перевозку груза, без последствий и рисков нанесения вреда окружающей среде [11]. На этом этапе включены такие элементы как аварийная карточка для определения и ликвидации ЧС, таблицы, обозначающие транспортное средство, карточка с кодом для расшифровки экстренных мер, а также специальные цвет и надписи транспорта.

Для Мурманска, как яркого представителя Российской Арктики, перевозка опасных грузов приобретает ключевое значение. Ведь помимо гражданских предприятий, перевозящих и использующих опасные вещества, в нашем регионе, много воинских частей, для которых данная проблема также является актуальной.

Транспортировка опасных грузов – довольно распространенная услуга, поскольку часто предприятиям бывает необходимо перевезти вредные вещества из одного места в другое. В случае дорожно-транспортных происшествий при перевозке таких видов грузов возможны подобные негативные последствия, приносящие колоссальный вред человеку и окружающей среде. Поэтому при перевозке автомобильным транспортом различных видов грузов особого внимания требует организация перевозки опасных веществ [5]. Такого рода деятельность не только требует особых мер предосторожности, но и определенного оснащения и подготовки процесса, при этом обязательно нужно учитывать климатические особенности региона.

*Регулирование перевозок опасных грузов автомобильным транспортом на территории.* Для предотвращения аварий при перевозке опасных грузов разными

видами транспорта, национальные органы власти во многих странах на протяжении ряда лет регулировали такие перевозки при помощи закрепленных законодательно различных норм и правил, которые существенно отличались по структуре и содержанию, что создавало трудности для всех участников перевозки. Возникла потребность в выработке такого механизма эффективного решения этих проблем, который позволил бы своевременно доставлять грузы к месту назначения, защитив занятых в перевозке людей, участников дорожного движения, а также сам груз, транспортное средство и окружающую среду. И этот механизм должен был основываться на принципах международного одобрения норм и гармонизации их с другими международными соглашениями, экономической целесообразности и нейтральности в конкурентном отношении для всех участников перевозки опасных грузов, а также доходчивости в оформлении, ясности в понимании требований норм и правил, возможности применения для разных видов транспорта. В свою очередь, всё перечисленное, потребовало дополнительной разработки целого ряда соглашений и других международных документов, целью которых явилось обеспечение безопасной и беспрепятственной перевозки опасных грузов [7]. В связи с чрезвычайной опасностью таких перевозок на международном уровне был разработан свод правил осуществления транспортировки данных веществ.

Сложность обеспечения дорожной безопасности, обусловлена широким разнообразием перемещаемых грузов, по физико-химическим, биологическим, поражающим и пр. свойствам, которые требуют особых, конкретных и специфических подходов к купированию возможностей возникновения пожаров, взрывов, различных повреждений непосредственно самих транспортных средств, складов, устройств, зданий и сооружений, а также отравления, ожогов, увечий, радиационного облучения, токсикоинфекций, различных заболеваний или гибели, людей и животных, а также возникновения прочих чрезвычайных ситуаций техногенного характера, в том числе, связанным с хищением и использованием особо опасных веществ, а также их соединений, в террористических целях, а, следовательно, привести к весьма серьезным последствиям - многочисленным человеческим жертвам или массовым разрушениям. Именно поэтому, целью

международных и, разработанных на их основе, национальных нормативных правовых актов, регламентирующих перевозку опасных грузов, является обеспечение максимально возможных условий безопасности для общественного здоровья и окружающей среды [6; 14; 19]. В случаях с перемещением опасных грузов, необходимо владение ключевыми аспектами законодательства, понимание особенностей организации работы в сфере их перевозки, учёт возможности безопасной совместимости грузов, соблюдение основных требований охраны труда и пожарной безопасности, способность оценивать степени риска и опасности, определять первоочередные действия в аварийных ситуациях, знание порядка ликвидации последствий аварийных ситуаций и меры доврачебной помощи пострадавшим, в том числе посредством использования обязательного, на борту транспортного средства, комплекта АДР (элементы дополнительного оборудования и средств, предназначенных для непосредственной, пассивной защиты человека, занятого транспортировкой опасных грузов автомобильным транспортом), содержание составляющих которого, определяется в зависимости от каждой, отдельно взятой транспортировки. ДОПОГ состоит из самого соглашения и включает девять частей (разделов), которые сгруппированы в рамках двух приложений, являющихся его неотъемлемыми частями – приложения «А» - «Общие положения и положения, касающиеся опасных веществ и изделий» и приложения «В» - «Положения, касающиеся транспортного оборудования и транспортных операций». Соглашение состоит из семнадцати статей, в которых изложены основные вопросы, касающиеся вступления его в силу, отклонений от требований ДОПОГ, порядка внесения изменений в соглашение, а также процедуры разрешения споров и т.п. Ключевой, по праву, является статья 2 соглашения, в которой говорится о том, что международные перевозки опасных грузов, кроме некоторых чрезвычайно опасных грузов, могут осуществляться автотранспортными средствами при условии соблюдения: требований, предусмотренных в приложении А, которым должны соответствовать опасные грузы, в частности, требований к их упаковке и маркировке; требований, предусмотренных в приложении В, касающихся конструкции и оборудования транспортных средств с опасными грузами, а также

требований к их движению [7]. При этом согласно статье 4 соглашения, каждая страна-участница ДОПОГ сохраняет за собой право путем подписания многосторонних соглашений запрещать ввоз на свою территорию опасных грузов по причинам, не связанным с безопасностью при перевозке, а также разрешать перевозки через свою территорию опасных грузов, перевозка которых ДОПОГ запрещена. Кроме того, компетентные органы Договаривающихся сторон могут договориться непосредственно друге другом о том, чтобы разрешить осуществление некоторых перевозок по их территории в порядке временного отступления от требований ДОПОГ, при условии сохранения надлежащего уровня безопасности [4]. Приложение «А» представлено в виде семи частей и объединяет общие положения, касающиеся опасных веществ и изделий - основные понятия и определения, классификацию, перечень опасных грузов, положения, касающиеся тары, упаковок и цистерн, процедуры отправки. Приложение содержит подробную информацию по классификации опасных грузов, которая имеет следующий вид: 1 класс - взрывчатые вещества (6 подклассов); 2 класс - горючие газы, газы невоспламеняющиеся, ядовитые и неядовитые газы (4 подкласса); 3 класс - легковоспламеняющиеся жидкости (3 подкласса); 4 класс - легковоспламеняющиеся твердые вещества, самовозгорающиеся вещества, вещества, выделяющие воспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой (3 подкласса); 5 класс - окисляющие вещества, органические пероксиды (2 подкласса); 6 класс - ядовитые и инфекционные вещества (2 подкласса); 7 класс - радиоактивные материалы (подклассов нет); 8 класс - едкие и (или) коррозионные вещества (3 подкласса); 9 класс - грузы, не отнесенные к классам 1–8, и грузы, обладающие видами опасности, проявление которых представляет опасность только при их транспортировании навалом водным транспортом (2 подкласса) [4; 18]. Приложение «В» представлено в виде двух частей, объединяя в себе требования, касающиеся экипажей, оборудования и эксплуатации транспортных средств, документации, а также требования, касающиеся конструкции транспортных средств и их допущения к перевозке опасных грузов [4; 7]. Таким образом, в процессе изучения требований, предъявляемых к дорожной перевозке опасных грузов рассматриваются следующие вопросы: социально-экономическое

значение проблемы обеспечения безопасности при перевозках опасных грузов автомобильным транспортом; нормативно-правовое регулирование перевозок опасных грузов в международном и внутригосударственном сообщении; классификация, общая характеристика опасных грузов и виды опасности при их перевозках; общие требования к таре, упаковкам, контейнерам и цистернам при перевозках опасных грузов; требования к транспортным средствам и дополнительному оборудованию при перевозках опасных грузов; маркировка, знаки опасности, информационные табло и таблички оранжевого цвета; изъятия, ограничения и вопросы совместимости при перевозках опасных грузов; способы и организация автомобильных и мультимодальных перевозок; обязанности и ответственность участников перевозки опасных грузов и контроль за соблюдением установленных требований; профилактические меры по обеспечению безопасности при осуществлении перевозок и погрузочно-разгрузочных работ; действия водителя и экипажа в случае аварий и происшествий при перевозках опасных грузов; транспортно-сопроводительная и разрешительная документация при перевозках опасных грузов [15].

В заключение, следует отметить, что опасные грузы - это объекты, при транспортировке которых требуется особая осторожность, поскольку любая аварийная ситуация чревата весьма значительным ущербом, иногда в весьма широком радиусе от самого транспортного средства. Именно поэтому их перевозка максимально подробно регламентирована, как национальными законами, так и действующими на их территориях международными соглашениями, а использование системы международного регулирования, обеспечивает возможность осуществления перевозки опасных грузов между различными странами таким образом, что партия груза может перевозиться транспортной цепи, включающей несколько видов транспорта, без дополнительного изменения классификации, упаковки и маркировки. Однако, полностью унифицировать правила перевозки опасных грузов, для всех видов транспорта, из-за большого различия условий перевозки, не представляется возможным.

*Выводы.* Рассмотренные в статье правила перевозки опасных грузов в соответствии с нормами должны учитывать и региональные особенности наших дорог.

#### Литература

1. Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов с приложениями А и В (ДОПОГ 2017-2018 г.) // Издание на русском языке, в 2 томах. Издательство ООН. Нью-Йорк и Женева, 2016. 1545 с.
2. Маклафлин Дж. Сообщение об инцидентах // Рабочий документ группы экспертов по опасным грузам (DGP). Монреаль, 11–21 октября 2011 года. 5 с.
3. Методические рекомендации территориальным органам МЧС России по разработке законодательных и иных нормативных правовых актов субъекта Российской Федерации в области гражданской обороны с использованием модельных актов. М.: ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (Федеральный центр науки и высоких технологий), 2016. 124 с.
4. Нормативное регулирование перевозки опасных грузов. Справочник. [Электронный ресурс] // Сайт «Лаборатория ADR». Режим доступа: <http://www.labadr.com.ua/Sprav/zakonodatelstvo/> (дата обращения 11.11.2018).
5. Опасные грузы. [Электронный ресурс] // Сайт компании «Транзит Сервис». Режим доступа: <http://www.tr-serv.ru/index.php?p=6&cat=42/> (дата обращения 11.11.2018).
6. Опасные грузы. [Электронный ресурс] // Сайт «dic.academic.ru» - Российская энциклопедия по охране труда. Режим доступа: [https://labor\\_protection.academic.ru/1032/](https://labor_protection.academic.ru/1032/) (дата обращения 11.11.2018).
7. Очкалова А.Р. Статистика происшествий и меры по снижению аварийных ситуаций при перевозке опасных грузов // Вестник университета, 2016. № 6. С. 92-97.

8. Пахно А.Е. Международная перевозка опасных грузов. Банк знаний портала Опасный груз. [Электронный ресурс] // Портал «Опасный груз». Режим доступа: <https://expadr.ru/baza-znaniy/uncategorised/1-mezhdunarodnaya-perevozka-opasnykhgruzov/> (дата обращения 12.11.2018).

9. Перечень стран – участниц ДОПОГ. Справочник МАП. [Электронный ресурс] // Сайт Ассоциации международных автомобильных перевозок. Режим доступа: <https://www.asmap.ru/spravochnik-map/35399/> (дата обращения 12.11.2018).

10. Постановление Правительства РФ от 15.04.2011 № 272 (ред. от 12.12.2017, с изм. от 16.03.2018) «Об утверждении Правил перевозок грузов автомобильным транспортом». [Электронный ресурс]. // СПС КонсультантПлюс. Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_113363/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113363/) (дата обращения 12.11.2018).

11. ГОСТ 19433–88. Грузы опасные. Классификация и маркировка. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901714253>

12. Постановление Правительства № 272 от 15.04.2011 г. Правила перевозок грузов 283 автомобильным транспортом (с изменениями на 14 августа 2020 года). [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_113363/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113363/)

13. Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 (ред. от 26.03.2020) «О Правилах дорожного движения» (вместе с «Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения»). [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_2709/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/)

14. Справочник безопасности. Техногенные опасности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://spravochnick.ru/bezopasnost\\_zhiznedeyatelности/sovokupnost\\_i\\_klassifikaciya\\_opasnostey/t\\_ehnogennye\\_opasnosti/](https://spravochnick.ru/bezopasnost_zhiznedeyatelности/sovokupnost_i_klassifikaciya_opasnostey/t_ehnogennye_opasnosti/)

15. Кожевникова Н.Ю. Планирование как необходимое условие при выполнении грузовых перевозок автотранспортным предприятием // Сборник материалов научно-практической конференции «Стратегические задачи по научно-технологическому развитию АПК», УрГАУ, 08 - 09 февраля 2018 г.

16. Солдатова, М. В. Анализ состояния перевозок опасных грузов автомобильным транспортом // Молодой ученый. 2016. № 1 (105). С. 497-499.

17. Кожевникова Н.Ю. Проблемы в сфере автотранспортных услуг на современном этапе // Аграрное образование и наука. 2016. № 6. С. 2.

18. Перевозка опасных грузов: основные правила, нюансы, документы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://guzovichkof.ru/poleznaja-informacija/perevozka-opasnyh-gruzov>

19. Кожевникова Н.Ю. Оценка эффективности использования специализированного подвижного состава современным автотранспортным предприятием // Аграрное образование и наука. 2013. № 6

20. Соколов Ю.И. Вопросы безопасности транспортировки опасных грузов. Журнал. Проблемы анализа риска. 2009г. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=33662281>

21. Касаткин Ф. П. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса: учебное пособие для высшей школы / Ф. П. Касаткин, С. И. Коновалов, Э. Ф. Касаткина. — Москва: Академический Проект, 2015. 352 с.

---

*Cheltybashev A.A., Ph.D., Head of the Department, FGAOU VO "Murmansk State Technical University", cheltybashevaa@mstu.edu.ru, Murmansk, Russia,*

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

## FEATURES OF TRANSPORTATION OF DANGEROUS GOODS BY ROAD IN THE ARCTIC CONDITIONS

*Abstract: The article gives a characteristic and shows the need for further measures to ensure the safety of transportation of dangerous goods.*

*Keywords: dangerous goods, transportation of dangerous goods, high-risk goods.*

УДК 681.515

*Шульгин С.К., кандидат технических наук, доцент, ГОУ ВО " Луганский государственный университет имени Владимира Даля",*

*Синепольский Д.О., старший преподаватель, ГОУ ВО " Луганский государственный университет имени Владимира Даля".*

## НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ КИНЕМАТИКИ МАНИПУЛЯТОРА KUKA KR 16-2

*Аннотация: рассматривается возможность описания взаимосвязи координат объекта манипулирования и обобщенных координат манипулятора в каждый момент времени с помощью обученной искусственной нейронной сети. В качестве обучающей выборки используются результаты решения прямой задачи кинематики для набора случайно выбранных координат объекта манипулирования. Приведено доказательство адекватности предложенной нейросетевой модели, путем оценки нормальности распределения остатков.*

*Ключевые слова: нейронная сеть, манипулятор, кинематика, обобщенные координаты, адекватность, нулевая гипотеза*

**Введение.** Математические модели представляют собой мощный инструмент в проектировании систем автоматизации и систем автоматического управления.

**Целью работы** является решение задачи моделирования кинематики манипулятора промышленного робота KUKA KR 16-2 с использованием искусственной нейронной сети для решения обратной задачи кинематики манипулятора с целью установления взаимосвязи между конфигурацией исполнительного механизма и координатами объекта манипулирования в каждый момент времени без учета сил и моментов, вызвавших изменение данной конфигурации.

**Объект исследования** — кинематика манипуляционного робота.

**Предмет исследования** — моделирование кинематики манипулятора с помощью обученной искусственной нейронной сети прямого распространения, устанавливающей взаимосвязь между конфигурацией исполнительного

механизма и координатами объекта манипулирования в каждый момент времени без учета сил и моментов, вызвавших изменение данной конфигурации.

Для достижения поставленной цели должен быть решен следующий ряд **задач**:

1. Проведен анализ структуры манипулятора промышленного робота KUKA KR 16-2 с целью построения его кинематической модели.

2. По методу Денавита-Хартенберга должны быть определены инерциальная и локальные системы координат манипулятора и построены однородные матрицы преобразования координат манипулятора.

3. Построена система нелинейных трансцендентных уравнений, описывающая пространственное расположение манипулятора в зависимости от времени.

4. Сформирована обучающая выборка путем решения прямой задачи кинематики на основе полученной системы нелинейных трансцендентных уравнений.

5. Определена структура искусственной нейронной сети и проведено ее обучение определению значений обобщенных координат манипулятора KUKA KR 16-2 по известным положению и ориентации рабочего органа.

7. Проведен анализ адекватности нейросетевой модели кинематики манипулятора промышленного робота KUKA KR 16-2, модели кинематики представленной в виде системы дифференциальных уравнений, согласно имеющимся методам оценки адекватности.

Робот KUKA KR 16 — один из наиболее универсальных шестиосевых промышленных роботов низкой грузоподъемности. Он может быть легко расширен и доступен в различных комбинациях. Шарнирная кинематика позволяет ему стать отличным выбором при выполнении задач по позиционному и контурному управлению.

Решение обратной задачи кинематики манипуляционного робота KUKA KR 16 заключается в решении системы нелинейных трансцендентных уравнений (1) и определении обобщенных координат манипулятора.

$$\begin{aligned}
 X_p &= -S_6 \cdot (((\cos(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3) - \cos(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3)) \cdot \cos(\theta_4) + \\
 &+ \sin(\theta_1) \cdot \sin(\theta_4) \cdot \sin(\theta_5) + (\cos(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3) + \cos(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3)) \cdot \cos(\theta_5)) + \\
 &+ S_5 \cdot ((\cos(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3) - \cos(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3)) \cdot \sin(\theta_4) - \sin(\theta_1) \cdot \cos(\theta_4)) - \\
 &- S_4 \cdot (\cos(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3) + \cos(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3)) - S_3 \cdot \sin(\theta_1) - S_2 \cdot \sin(\theta_1) \\
 Y_p &= -S_6 \cdot (((\sin(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3) - \sin(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3)) \cdot \cos(\theta_4) - \\
 &- \cos(\theta_1) \cdot \sin(\theta_4) \cdot \sin(\theta_5) + (\sin(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3) + \sin(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3)) \cdot \cos(\theta_5) + \\
 &+ S_5 \cdot ((\sin(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3) - \sin(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3)) \cdot \sin(\theta_4) + \cos(\theta_1) \cdot \cos(\theta_4)) - \\
 &- S_4 \cdot (\sin(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3) + \sin(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3)) + S_3 \cdot \cos(\theta_1) + S_2 \cdot \cos(\theta_1) \\
 Z_p &= S_6 \cdot ((\sin(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3) + \cos(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3)) \cdot \cos(\theta_4) \cdot \sin(\theta_5) + (\sin(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3) - \\
 &- \cos(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3)) \cdot \cos(\theta_5)) - S_5 \cdot (\sin(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3) + \cos(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3)) \cdot \sin(\theta_4) + \\
 &+ S_4 \cdot (\sin(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3) - \cos(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3)) + S_1 \\
 \cos(\bar{j}_6, \bar{i}_0) &= -(((\cos(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3) - \cos(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3)) \cdot \cos(\theta_4) + \\
 &+ \sin(\theta_1) \cdot \sin(\theta_4) \cdot \sin(\theta_5) - (\cos(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3) + \\
 &+ \cos(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3)) \cdot \sin(\theta_5)) \cdot \sin(\theta_6) - ((\cos(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3) - \\
 &- \cos(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3)) \cdot \sin(\theta_4) - \sin(\theta_1) \cdot \cos(\theta_4)) \cdot \cos(\theta_6) \\
 \cos(\bar{k}_6, \bar{i}_0) &= -(((\cos(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3) - \cos(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3)) \cdot \cos(\theta_4) + \\
 &+ \sin(\theta_1) \cdot \sin(\theta_4) \cdot \sin(\theta_5) - (\cos(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3) + \cos(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3)) \cdot \cos(\theta_5) \\
 \cos(\bar{k}_6, \bar{j}_0) &= -(((\sin(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3) - \sin(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3)) \cdot \cos(\theta_4) - \\
 &- \cos(\theta_1) \cdot \sin(\theta_4) \cdot \sin(\theta_5) - (\sin(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3) + \sin(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3)) \cdot \cos(\theta_5)
 \end{aligned} \tag{1}$$

Рядом авторов были проведены исследования [3-9], выявившие возможность использования обученной искусственной нейронной сети в качестве способа решения обратной задачи кинематики манипулятора. Для решения обратной задачи кинематики манипулятора KUKA KR 16 была предложена искусственная нейронная сеть, структура которой определяется схемой 25-20-6. Активационными функциями во входном и скрытом слоях нейронной сети является сигмоидная функция в виде гиперболического тангенса, а в выходном слое активационная функция представляет собой линейную функцию.

Обучение нейронной сети выполнялось по методу обучения «с учителем», при этом входными данными во всех трех случаях являлись координаты рабочего органа, а целевыми значениями – соответствующие им значения обобщенных координат манипулятора.

В результате решения прямой задачи кинематики манипулятора KUKA KR 16 была сформирована обучающая выборка объемом в 5000 обучающих пар, полученных в результате решения прямой задачи кинематики. Для этого случайным образом были сгенерированы обобщенные координаты

манипулятора, лежащие внутри указанных выше диапазонов, определяемых техническими характеристиками робота KUKA KR 16-2, и получена рабочая зона манипулятора (рис. 1), каждая точка которой определяется координатами объекта манипулирования.

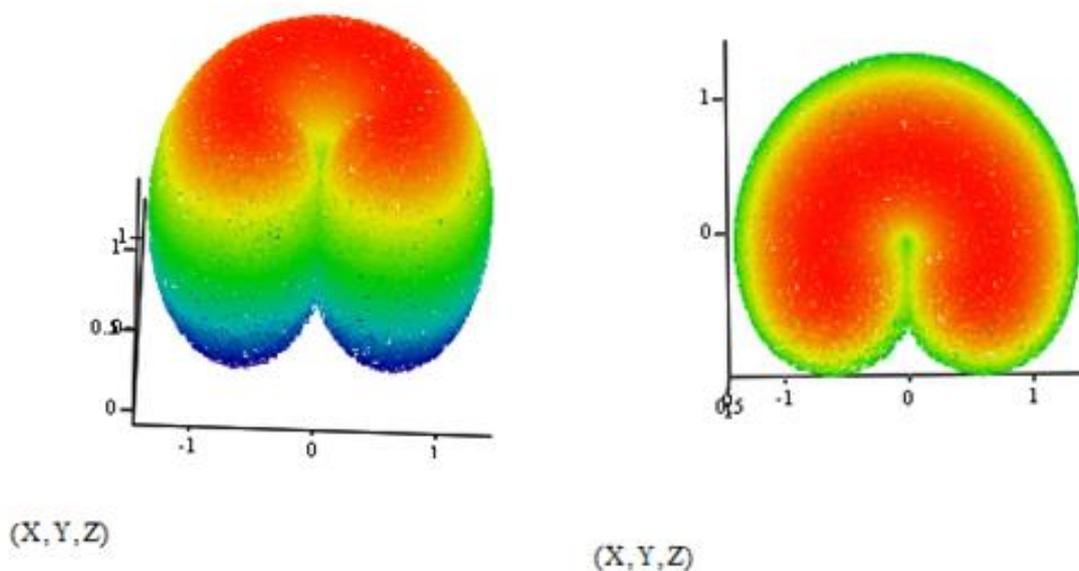


Рис. 1. Рабочая зона манипулятора KUKA KR 16-2

При этом входным вектором стал вектор координат объекта манипулирования, а целевым – вектор обобщенных координат манипулятора. Обучение нейронной сети производилось согласно алгоритму обратного распространения ошибки по методу Левенберга-Маквардта и составило 300 эпох (рис. 2).

Значение ошибки приближения составило  $2,6856e-06$ .

Для оценки адекватности нейросетевой модели кинематики манипулятора промышленного робота KUKA KR 16-2 была сформирована выборка значений координат объекта манипулирования, характеризующих сто точек, входящих в диапазон изменения координат объекта манипулирования, но не принимавших участие в процессе обучения сети и проведен анализ остатков, представляющих собой разности между значениями обобщенных координат манипулятора, полученными в результате функционирования обученной нейронной сети и значениями обобщенных координат манипулятора, полученными в результате

решения системы нелинейных трансцендентных уравнений (1) методом Ньютона для указанных выше точек.

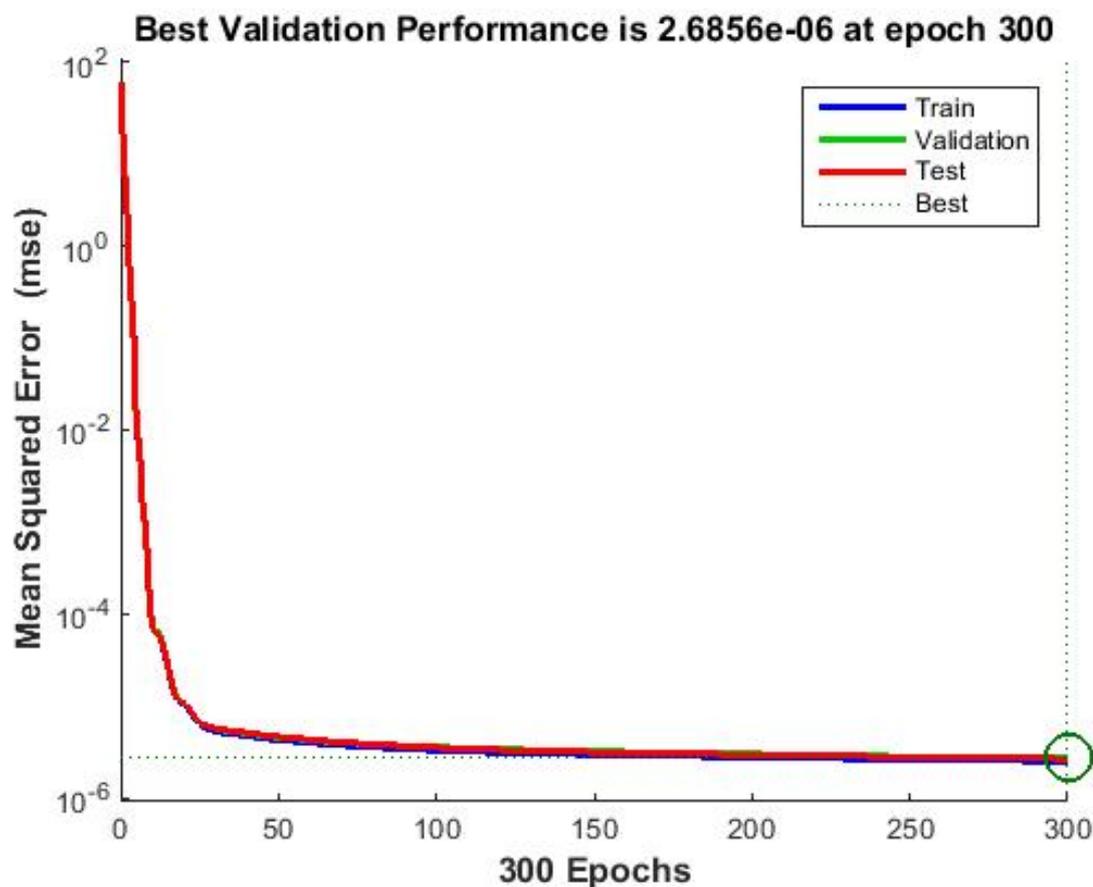
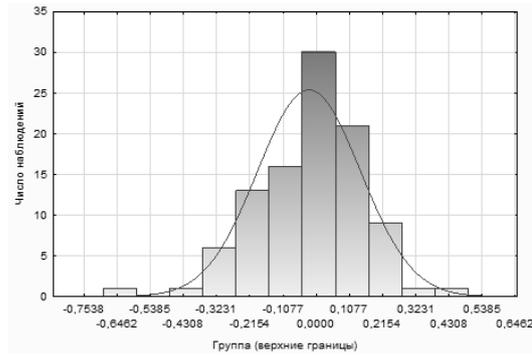


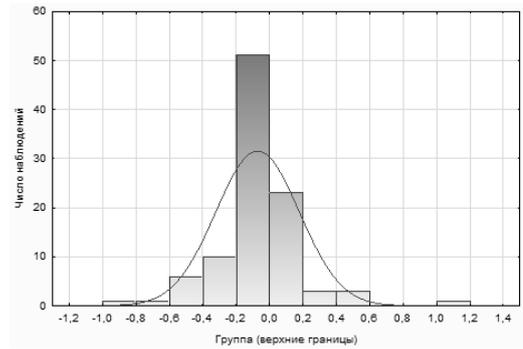
Рис.2. График сходимости обучения нейронной сети для решения ОЗК манипулятора KUKA KR 16-2

Критерием адекватности модели является нормальное распределение остатков, то есть когда последние являются независимыми и содержат только «белый» шум.

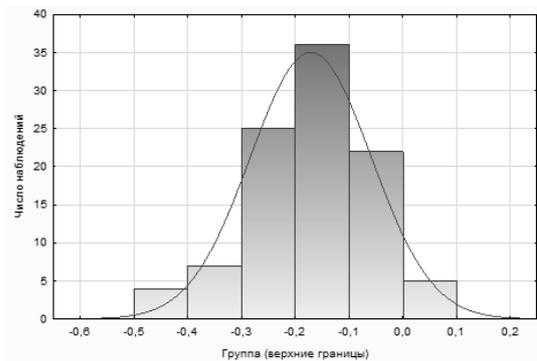
Были построены гистограммы распределения остатков в зависимости от числа наблюдений и построены кривые распределения остатков по каждой степени подвижности (рис. 3).



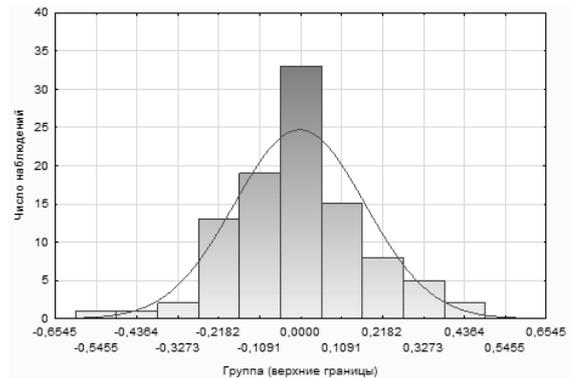
а)



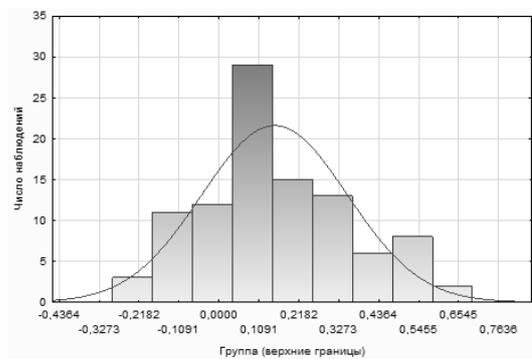
г)



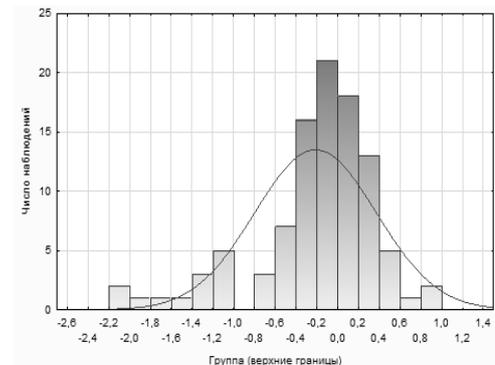
б)



д)



в)



е)

Рис. 3. Гистограммы остатков при оценке значения обобщенных координат:

а – первой; б – второй; в – третьей; г – четвертой; д – пятой; е – шестой

Гипотеза  $H_0$ : огибающие кривые отображают нормальный закон распределения. Так как объем выборки  $N = 100 > 50$ , то для проверки нулевой гипотезы применим  $\chi^2$  – критерий Пирсона (табл. 1).

Таблица 1.

Проверка по критерию  $\chi^2$

Степень подвижности	Обобщенная координата	Выборочная статистика $\chi^2$	Число степеней свободы	Уровень значимости	Критическая точка $\chi^2$ – распределения $\chi^2_{крит}$
1	$\theta_1$	3,87424	12	0,05	21,02607
2	$\theta_2$	1,08127	7	0,05	14,06714
3	$\theta_3$	11,49615	10	0,05	16,91898
4	$\theta_4$	22,79597	12	0,018	22,94388
5	$\theta_5$	6,46706	10	0,05	18,30704
6	$\theta_6$	29,04203	19	0,05	30,14353

Так как во всех случаях  $\chi^2 < \chi^2_{крит}$ , то гипотеза о выбранном теоретическом нормальном законе распределения, отображаемом огибающими кривыми, согласуется с опытными данными, т.е. гипотеза принимается при соответствующих уровнях значимости. Следовательно, остатки распределены по нормальному закону, что указывает на адекватность нейросетевой модели, представленной в виде системы трансцендентных уравнений.

**Выводы.**

Цель представленных исследований заключалась в оценке возможности использования обученной искусственной нейронной сети при решении обратной задачи кинематики манипулятора промышленного робота KUKA KR 16-2. В результате проведенных исследований было установлено, что для

адекватного моделирования процесса решения обратной задачи кинематики путем решения методом Ньютона системы нелинейных, трансцендентных уравнений, описывающих взаимосвязь вектора обобщенных координат манипулятора и вектора координат объекта манипулирования при движении по заданной траектории в каждый момент времени без учета сил и моментов, вызвавших это движение, достаточно использование трехслойной искусственной нейронной сети со структурой 25-20-6 с сигмоидными функциями активации в первых двух слоях и линейной функцией активации в последнем слое. Обучение рассматриваемой нейронной сети осуществлялось на основе 5000 обучающих пар и составило 300 эпох. Значение ошибки приближения составило  $2,6856e-06$ . Для оценки адекватности нейросетевой модели кинематики манипулятора промышленного робота KUKA KR 16-2 была сформирована выборка значений координат объекта манипулирования, характеризующих сто точек, входящих в диапазон изменения координат объекта манипулирования, но не принимавших участие в процессе обучения сети и проведен анализ остатков, представляющих собой разности между значениями обобщенных координат манипулятора, полученными в результате функционирования обученной нейронной сети и значениями обобщенных координат манипулятора, полученными в результате решения системы нелинейных трансцендентных уравнений методом Ньютона для указанных выше точек. Критерием адекватности модели является нормальное распределение остатков, то есть когда последние являются независимыми и содержат только «белый» шум.

В качестве нулевой гипотезы была предложена гипотеза о том, что огибающие кривые отображают нормальный закон распределения. Так как объем выборки составил более пятидесяти элементов, то для проверки нулевой гипотезы применим  $\chi^2$  – критерий Пирсона.

Исследования показали, что для всех шести степеней подвижности выборочная статистика  $\chi^2$  меньше критической точки  $\chi^2$  – распределения

$\chi^2_{крит}$ , следовательно, нулевая гипотеза о выбранном теоретическом нормальном законе распределения, отображаемом огибающими кривыми, согласуется с опытными данными, т.е. гипотеза принимается при соответствующих уровнях значимости, следовательно остатки распределены по нормальному закону. Таким образом, можно сделать вывод о том, что представленная модель кинематики манипуляционного робота KUKA KR 16-2 представленная в виде трехслойной искусственной нейронной сети адекватна модели кинематики, представленной в виде системы трансцендентных уравнений, и может быть использована в системах управления звеньями манипулятора.

#### Литература

1. Шахинпур, М. Курс робототехники. – М.: Мир, 1990. – 527 с.
2. Фу, Кинсан. Робототехника / К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли; Перевод с англ. А. А. Сорокина и др.; Под ред. В. Г. Градецкого. - М. : Мир, 1989. – 620 с.: ил.
3. G. Hoang, J.H. Min, G.M. Lee, B.H. Jun, H.K. Kim and S.B. Kim : “Omni-directional walking control for a sixlegged robot using differential kinematics algorithm,” Procs. of 14th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS 2014), pp. 1163–1168, 2014
4. S. Tejomurtula and S. Kak : “Inverse kinematics in robotics using neural networks,” Information Sciences, Vol. 116, pp. 147–164, 1999.
5. A.V. Duka : “Neural network based inverse kinematics solution for trajectory tracking of a robotic arm,” Procedia Technology, Vol. 12, pp. 20–27, 2014
6. Y. Maeda, T. Fujiwara and H. Ito : “Robot control using high dimensional neural networks,” Procs. of SICE Annual Conference 2014, pp. 738–743, 2014
7. R. Koker, C. Oz, T. Cakar and H. Ekiz : “A study of neural network based inverse kinematics solution for a three-joint robot”, Robotics and Autonomous Systems, Vol. 49, Nos. 3/4, pp. 227–234, 2004.

8. R. Koker : “A genetic algorithm approach to a neuralnetwork-based inverse kinematics solution of robotic manipulators based on error minimization,” Information Sciences, Vol. 222, pp. 528–543, 2013.

9. Ali T. Hasan, Hayder M.A.A. Al–Assadi and Ahmad Azlan Mat Isa : “Neural networks’ based inverse kinematics solution for serial robot manipulators passing through singularities,” Artificial Neural Networks – Industrial and Control Engineering Applications, pp. 459–478, InTech, 2011.

10. Хайкин, С. Нейронные сети. Полный курс. – М.: Вильямс, 2016. – 1104 с.: ил.

11. H.R. Kanan and M.Y. A. Khanian : “Reduction of neural network training time using an adaptive fuzzy approach in real time applications,” International Journal of Information and Electronics Engineering, Vol. 2, No. 3, pp. 470–474, 2012.

12. Zurada J., Introduction to Artificial Neural Systems, West Publishing Company, Boston 1994.

---

*Shulgin S. K., candidate of technical sciences, assistant professor, Luhansk State University named after Vladimir Dal",*

*Sinepolsky D. O., senior lecturer, Luhansk State University named after Vladimir Dal.*

#### **NEURAL NETWORK MODEL KINEMATICS OF THE KUKA KR 16-2 MANIPULATOR**

*Abstract. The possibility of describing the relationship between the coordinates of the manipulating object and the generalized coordinates of the manipulator at each moment of time using a trained artificial neural network is considered. As a training sample, the results of solving a direct kinematics problem for a set of randomly selected coordinates of the manipulated object are used. The proof of the adequacy of the proposed neural network model is given by evaluating the normality of the distribution of residues.*

*Keywords: neural network, manipulator, kinematics, generalized coordinates, adequacy, null hypothesis*

УДК 691.175

*Шафигуллин Л.Н., кандидат технических наук, доцент Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

*Романова Н.В., кандидат технических наук, доцент Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

*Шафигуллина Г.Р., аспирант Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

### ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕРМОРАСШИРЯЮЩЕГОСЯ ГРАФИТА НА СВОЙСТВА ПЕНОПОЛИУРЕТАНА

*Аннотация: В настоящей работе показана возможность применения терморасширяющегося окисленного графита в эластичной системе ППУ, в качестве вещества, снижающего горючесть (антипирена) и улучшающего его потребительские свойства. В результате проведенных физико-механических и термических свойств ППУ с повышением содержания графитовой добавки выявлено: увеличение нормального коэффициента звукопоглощения; малое влияние на коэффициент теплопроводности и температуры начала разложения; затруднение воспламенения. Наиболее высокими физико-механическими и термическими свойствами обладает образец ППУ, содержащий в соотношении на 100 масс.ч. полиола 19 масс.ч графитовой добавки.*

*Ключевые слова: терморасширяющийся графит; свойства; пенополиуретан.*

В настоящее время требования к теплошумоизоляционным материалам, применяемым в конструкциях транспортных средств, а также в промышленном и гражданском строительстве существенно ужесточаются. В частности, эти требования для моторных отсеков и салонов автобусов отражены в правилах европейской экономической комиссии ООН № 118 («Единообразные предписания, касающиеся характеристик горения и/или бензо- или маслоотгаливающих свойств материалов, используемых в конструкции механических транспортных средств определенных категорий») [1 - 4].

На сегодняшний день большой сегмент рынка теплошумоизоляционных материалов базируется на пенополиуретанах (ППУ), популярность которых объясняется возможностью реализации высокопроизводительных методов

получения вспененных материалов, в том числе непосредственно на месте применения [5, 6]. Как известно [5 - 9], для этого используют жидкие ингредиенты разной вязкости, при смешении которых в определенном соотношении происходит катализируемая химическая реакция уретано- и мочевинообразования с одновременным вспениванием за счет выделения низкомолекулярных газообразных продуктов. Вместе с тем следует отметить, что основным недостатком ППУ является высокая пожароопасность. Это предопределило необходимость создания трудногорючих ППУ [1, 10].

А.А. Захарченко с соавторами [1] был проведен детальный обзор научной и патентной информации, касающейся современного состояния исследований в области создания пенополиуретанов пониженной горючести. На основе анализ литературных данных, касающихся создания трудногорючих пенополиуретанов, авторами статьи выявлено, что основной вектор развития этого направления заключается в использовании фосфорсодержащих антипиренов совместно с неорганическими добавками: борной кислотой и ее производными, гидроксидами, оксидами и солями (карбонатами, фосфатами) металлов, графитом, микро- сферами и т. д.

Современная промышленность выдвигает повышенные требования к созданию новых материалов с огнезащитными свойствами. К новому классу материалов, обладающему уникальными теплофизическими, антикоррозионными и огнезащитными свойствами относятся окисленные терморасширяющиеся графиты [1, 11]. При этом в литературе практически не представлены исследования влияния графита на физико-механические и термические свойства материалов.

В связи с вышеизложенным целью настоящей работы является исследования влияния терморасширяющегося окисленного графита на физико-механические и термические свойства ППУ, применяемых в автомобилестроении.

Исследования проводили на 3 образцах эластичной системы ППУ, применяемых для изготовления термошумоизоляционных экранов автомобилей, отечественного производителя [12]:

Образец № 1 - образец ППУ, полученный в соотношении на 100 масс.ч. полиола 55 масс.ч. изоцианата;

Образец № 2 - образец ППУ, полученный в соотношении на 100 масс.ч. полиола 55 масс.ч. изоцианата и 19 масс.ч графитовой добавки;

Образец № 3 - образец ППУ, полученный в соотношении на 100 масс.ч. полиола 55 масс.ч. изоцианата и 14,5 масс.ч графитовой добавки.

В качестве основных компонентов уретанообразующей смеси применялись: полиольный компонент «А» марки Specflex NS 759 [12], изоцианатный компонент «Б» марки Specflex NE 138 [12], терморасширяющийся окисленный графит марки МЕТРАС EG 350-50 (80), производства «ГК Химические Системы» [11]. Смешивание компонентов проводили вручную в следующей последовательности: добавляли терморасширяющийся окисленный графит в полиольный компонент «А» и тщательно перемешивали в течении 5 минут; вводили в полученную смесь изоцианатный компонент «Б» и смешивали до начала реакции взаимодействия; заливали полученную композицию в предварительно разогретую оснастку, смыкали формообразующие элементы и выдерживали в течении 6 минут. Кондиционирование образцов происходило при комнатной температуре в течении 24 часов.

Проводили оценку испытуемых образцов ППУ по следующим показателям: определение нормального коэффициента звукопоглощения по ГОСТ 16297 - 80 [13]; определение коэффициента теплопроводности по ГОСТ 7076-99 [14]; оценка термических показателей по ГОСТ 29127 [15, 16]; определение огнеопасности (скорость горения) по ГОСТ 25076-81 [17].

Нормальный коэффициент звукопоглощения определяли по методике ГОСТ 16297-80 [15] в двух частотных диапазонах от 16 до 1600 Гц и от 500 до 6300 Гц. Сложение частот в диапазоне от 500 до 1600 Гц проводили по экспериментальной методике, разработанной ПАО ГАЗ, и успешно

апробированной на ПАО КАМАЗ и производителях шумопоглощающих материалов РФ. В качестве испытательного оборудования использовали акустическую трубу фирмы «Брюль и Кьер» типа 4206 [18].

Определение коэффициента теплопроводности ( $\lambda$ ) проводили по методике ГОСТ 7076-99 [14]. В качестве испытательного оборудования использовали электронный измеритель теплопроводности ИТП-МГ4.

Термический анализ фиксировали с помощью термоанализатора синхронного TG 209 F1 [19]. Термическое разложение проводили при нагревании от 30 °С до 550 °С со скоростью 10 °С/мин в среде аргона по ГОСТ 29127 [15].

Результаты исследования влияния графита на физико-механические и термические свойства ППУ представлены в таблицах 1 - 4.

В таблице 1 представлены результаты исследования влияния графита на нормальный коэффициент звукопоглощения.

Таблица 1

Нормальный коэффициент звукопоглощения ППУ

Частота, [Гц]	Обр. 1	Обр. 2	Обр. 3
200	0,049	0,098	0,137
250	0,064	0,126	0,131
315	0,080	0,165	0,157
400	0,101	0,282	0,191
500	0,129	0,298	0,405
630	0,168	0,689	0,396
800	0,250	0,747	0,555
1000	0,411	0,630	0,694

Частота, [Гц]	Обр. 1	Обр. 2	Обр. 3
1250	0,576	0,524	0,550
1600	0,375	0,613	0,530
2000	0,257	0,426	0,365
2500	0,270	0,337	0,310
3150	0,255	0,318	0,334
4000	0,261	0,353	0,389
5000	0,267	0,361	0,386
6300	0,230	0,289	0,366

Сравнительный анализ данных таблицы 1 выявил увеличение нормального коэффициента звукопоглощения в среднем на 16 % (образец 2) и на 12 % (образец 3) по сравнению с исходным (образец 1) в частотном диапазоне от 100 до 6300 Гц.

Низкая теплопроводность образца 1 ППУ ( $\lambda = 0,041$  Вт/(м\*К)) является причиной того, что при возгорании его поверхность быстро нагревается до высокой температуры. Это приводит к быстрому распространению пламени по поверхности, кроме того значительная площадь поверхности вспененной структуры способствует увеличению скорости горения.

В настоящей работе для замедления поверхностного горения в рецептуру введен графит, который показал незначительное влияние на коэффициент теплопроводности ППУ. Так, при 19 % масс.ч графита на 100 масс.ч. полиола в ППУ (образец 2)  $\lambda = 0,036$  Вт/(м\*К).

Таблица 2

Коэффициент теплопроводности ППУ

Параметр	Образец 1	Образец 2	Образец 3
$\lambda$ , [Вт/(м*К)]	0,041	0,036	0,038

Оценку термостойкости материала проводили при нагреве от 30 до 550 °С со скоростью 10 °С /мин в атмосфере аргона методом термогравиметрического анализа (ТГА), который используется как лабораторный метод для быстрого получения ориентировочных результатов об относительной термостойкости вещества. Результаты анализа характеризуются температурой разложения, то есть температурой, при которой происходят потери в массе. Термическое разложение проводили по ГОСТ 29127 [15].

Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты ТГ - анализа образцов ППУ

Образец	$T_{\max}$ разложения, [°С]	Содержание графита в образце, [% масс]	Зола, [% масс]
1	383	-	5,7
2	377	19,0	5,3
3	380	14,5	2,5

По теплоте процесса деструкции можно проводить предварительную оценку огнеопасности. Так, образец 2 на кривой с-DТА имеет незначительные тепловые эффекты, а образец 1 характеризуется эндо- и экзоэффектами  $T_{\text{экзоэффекта}}=363$  °С.

Известно [20], что в слоистую структуру графита внедрены молекулы серной кислоты. Под воздействием тепла внедренные в графит молекулы разлагаются с выделением газа, происходит вспенивание, толщина слоя

увеличивается в 100 раз. Эти свойства и предопределили использование терморасширяющегося окисленного графита в рецептуре для защиты ППУ. Провели испытания по определению огнеопасности (скорости горения) ППУ. Результаты исследований представлены в таблице 4. Установлено, что образец 1 поддерживает горение, а образцы 2 – 3 – не поддерживают распространение пламени вследствие активного поверхностного вспенивания образца.

В настоящей работе показана возможность применения терморасширяющегося окисленного графита марки МЕТОРАС EG 350-50 (80) в эластичной системе ППУ, в качестве вещества, снижающего горючесть (антипирена) и улучшающего его потребительские свойства. В результате проведенных физико-механических и термических свойств ППУ с повышением содержания графитовой добавки выявлено: увеличение нормального коэффициента звукопоглощения; малое влияние на коэффициент теплопроводности; малое влияние на температуру начала разложения.

Таблица 4

Огнеопасность (скорость горения) ППУ

№ образца	Нормативное значение	Полученное значение
1	Не огнеопасен Материал неогнеопасен, если: - имеет скорость горения 100 мм/мин	Скорость горения - 100 мм/мин. Особенности горения - материал горит с интенсивным выделением копоти, дыма и каплепадением. Заключение об огнеопасности- не огнеопасен
2	и менее, - не загорелся за 30 с от пламени горелки,	Скорость горения < 100 мм/мин. Особенности горения - погас, не догорев до начала мерной базы. Заключение об огнеопасности- не огнеопасен
3	- погас, не догорев до начала мерной базы	Скорость горения < 100 мм/мин. Особенности горения - погас, не догорев до начала мерной базы. Заключение об огнеопасности- не огнеопасен

Наиболее высокими физико-механическими и термическими свойствами обладает образец 2 ППУ, содержащий в соотношении на 100 масс.ч. полиола 19 масс.ч графитовой добавки, позволяющий по сравнению с исходным ППУ: увеличить в среднем на 16 % нормальный коэффициент звукопоглощения в частотном диапазоне от 100 до 1600 Гц; снизить коэффициент теплопроводности на 8 %. Таким образом, модификация ППУ терморасширяющимся окисленным графитом позволяет создавать не только трудногорючие полиуретаны, но и улучшать их физико-механические и термические свойства.

### Литература

1. Захарченко А.А., Ваниев М.А., Кочнов А.Б., Шокова Д.В, Емельяненко К.А., Новаков И.А. Современное состояние исследований в области создания пенополиуретанов пониженной горючести //Известия волгоградского государственного технического университета. – 2019. - № 228. - С.7-18.
2. Правила ЕЭК ООН № 118 Единообразные предписания, касающиеся характеристик горения материалов, используемых в конструкции внутренних элементов механических транспортных средств определенных категорий: Правила ЕЭК ООН от 06.04.2004 № 118. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200106694> (дата обращения 14.06.2021)
3. Erofeev V.T., Shafigullin L.N., Bobrishev A.A. Investigation of Noise - Vibration-Absorbing Polymer Composites Used in Construction // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2018. - Volume 463. Issue 4. 31 Article number 042034 DOI: 10.1088/1757-899X/463/4/042033
4. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123–ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/12161584/> (дата обращения 14.06.2021)
5. Клемпнер Д. Полимерные пены и технологии вспенивания // Санкт-Петербург: Профессия, 2009. – 599 с.

6. Готлиб Е.М., Галимов Э.Р., Зенитова Л.А. и др. Полиуретаны: синтез, свойства и применение в машиностроении // Казань: изд-во Казан. ун-та, 2016. – 149 с.
7. Zharin E.D., Yurasov S.Y., Shafigullin L.N., Shafigullina A.N., Shayakhmetova G.R. Sound-Absorbing Polyurethane Foam for the Auto Industry // Russian Engineering Research. - 2017. - Volume 37. Issue 4. - pp. 38-40
8. Дементьев А.Г. Структура и свойства газонаполненных полимеров: дис.... доктора технических Наук. - М, 1997. - 409 с. : ил.
9. Zharin D.E., Yurasov S.Y., Gumerov M.I., Shafigullin L.N. Vibration-and noise-absorbing polymer composites used in manufacturing // Russian Engineering Research. - 2010. - Volume 30, Issue 2. - pp. 194-196.
10. Кодолов В.И. Горючесть и огнестойкость полимерных материалов// Москва: Химия, 1976. – 160 с
11. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://chemsystem.ru/catalog/41> (дата обращения 14.06.2021)
12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dow-izolan.com/ru/production/construction/sandwich-panels-for-buildings-face-finishing> (дата обращения 14.06.2021)
13. ГОСТ 16297 - 80. Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний (взамен ГОСТ 16297 - 70). - Введен с 01.01.1981. - М.: Изд-во стандартов, 1980. - 6 с
14. ГОСТ 7076 - 99. Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме. - Введен с 01.04.2000. - М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2000. – 23 с.
15. ГОСТ Р 29127 - 91 (ИСО 7111-87). Пластмассы. Термогравиметрический анализ полимеров. – Введен 01.01.1993. – М: Стандартиформ, 1991.– 5 с.
16. Годовский Ю.К. Теплофизические методы исследования полимеров// Москва: Химия, 1976. – 216 с.

17. ГОСТ 25076-81. Материалы неметаллические для отделки интерьера автотранспортных средств. Метод определения огнеопасности. - Введен с 01.01.1983. - М.: Изд-во стандартов, 1982. – 7 с.

18. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bksv.com/ru-RU> (дата обращения 14.06.2021)

19. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.netzsch-thermal-analysis.com/ru/produkty-reshenija/termogravimetricheskii-analiz/tg-209-f1-libra/> (дата обращения 14.06.2021)

20. Михайлин Ю.А. Тепло-, термо- и огнестойкость полимерных материалов // Санкт-Петербург: Научные основы и технологии, 2011. – 416 с.

---

*Shafigullin L.N., candidate of technical Sciences, associate professor of Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

*Romanova N.V., candidate of technical Sciences, associate professor of Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

*Shafigullina G.R., graduate student of Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

#### ***STUDIES IF THE INFLUENCE OF EXPANDABLE GRAPHITE ON THE PROPERTIES***

*Abstract: The paper shows the applicability of oxidized expandable graphite in an elastic PU foam system as a substance that reduces the flammability (flame retardant) and improves the usability. The studies of the physical mechanical and thermal properties of PU foam with a higher graphite content revealed a higher normal sound absorption coefficient; insignificant influence on the thermal conductivity and decomposition onset temperature; more difficult ignition. PU foam sample with a ratio of 19 graphite weight fractions to 100 polyol weight fractions has the highest physical mechanical and thermal properties, and, as compared to the starting PU foam, enables an increase in normal sound absorption coefficient by an average of 16 % in the frequency range of from 100 to 1600 Hz; a decrease in the thermal conductivity by 8 %.*

*Key words: expandable graphite; properties; polyurethane foam.*

УДК 004.72

*Алексеев В.В., магистрант кафедры информационных и управляющих систем,  
Луганский государственный университет им. В. Даля*

## ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМОЙ СЕТИ В КОРПОРАТИВНУЮ СИСТЕМУ

*Аннотация: Рассмотрен подход к решению задачи повышения отказоустойчивости, масштабируемости и гибкости корпоративных сетей. Описаны основные преимущества программно-конфигурируемой сети, созданной на базе существующей сетевой инфраструктуры, что позволяет сократить количество используемых протоколов, различных версий применяемого программного обеспечения и обеспечить функционирование постоянно расширяющихся и изменяющихся объектов сети. Предложенный подход к построению и управлению компьютерной сетью позволяет обеспечить понятное и надёжное функционирование и обслуживание корпоративной сети практически любого масштаба.*

*Ключевые слова: Программно-конфигурируемая сеть; виртуализация; сетевое устройство; маршрутизатор; приложение; OpenFlow.*

**Актуальность работы.** В связи со стремительно растущими требованиями к компьютерным сетям возникла необходимость поиска новых решений для сетевой инфраструктуры из-за сложности её обслуживания и необходимости использования новых технологий. Основные недостатки классического подхода к построению сетей выражаются в сложности или невозможности быстрого развертывания новых сетевых сервисов и приложений, а также их сложности адаптации к различным политикам предприятий [1]. На практике достаточно часто управление сетью децентрализовано, каждый сетевой элемент привязан к программному обеспечению оборудования с определенными функциями и без возможности изменения. Это обуславливает использование современных технологий, таких как виртуализация, которая позволяет изменять аппаратные ресурсы в соответствии с текущими потребностями. Также становится возможным переместить всё управление каждым сетевым элементом в один центральный элемент, который обеспечивает возможность реализации других сервисов и приложений. Еще одной характеристикой возможной виртуализации

сетей является открытость, когда программное обеспечение больше не привязано к оборудованию и устройства могут использоваться с программным обеспечением по своему выбору.

Сам термин «виртуализация» [2] обычно определяется как способность моделировать аппаратную платформу в программное обеспечение. Это могут быть такие устройства, как серверы, устройства хранения данных или сетевые ресурсы. Виртуализированные функции отделены от аппаратного обеспечения и имитируются как виртуальные экземпляры, способные функционировать так же, как и традиционные аппаратные решения. Эти виртуальные экземпляры размещаются на аппаратном устройстве, которое уже может быть общим без специального использования. Одно аппаратное устройство может быть использовано для нескольких виртуальных устройств, которые можно легко включить или выключить по мере необходимости, а также изменить доступные для них ресурсы. В результате виртуализированные решения, как правило, намного более выгодны, масштабируемы и экономически эффективны, чем традиционные аппаратные решения.

Виртуализация сети передачи данных – это концепция, которая включает в себя возможность создания логических виртуальных сетей, которые отделены от сетевого оборудования для обеспечения лучшей сетевой интеграции и поддержки постоянно растущей виртуальной среды. Он абстрагирует сетевые соединения и уровни, которые традиционно предоставляются через оборудование. Эти функции выполняются поверх физической сети в гипервизоре. В дополнение к функциям уровней коммутации и маршрутизации, виртуализация сети включает в себя функции балансировки нагрузки сети и балансировки нагрузки на серверы. Сетевая виртуализация решает многие сетевые проблемы современных центров обработки данных, например централизованно программировать и обеспечивать сети без необходимости физической адаптации базовой физической и сетевой структуры.

С помощью виртуализации компании могут более эффективно использовать программные вычислительные ресурсы и ресурсы хранения

данных. Программно-конфигурируемая сеть при этом является одной из форм виртуализации сети и представляет архитектуру, принцип которой заключается в физическом разделении устройств передачи данных и частей управления сетью.

**Постановка задачи.** Традиционная структура сетей является ориентированной на оборудование и имеет ряд недостатков, таких как: трудности в управлении; недостаточная гибкость; ограниченная масштабируемость и отсутствие централизованного управления. Функциональность стандартных сетевых элементов можно разделить на три отдельных части: часть управления, часть регулирования и часть передачи данных, которые реализуют следующие функции:

- Часть передачи данных содержит порты и поля коммутации для приема и отправки пакетов, и, таким образом, обеспечивает переключение трафика. Она также включает в себя буферизацию пакетов, планирование пакетов и модификацию заголовков. Однако, если информация о заголовке входящих пакетов отсутствует в таблице маршрутизации или если эта часть не отвечает за обработку пакетов, то обработка передается части регулирования.

- Часть регулирования обеспечивает обработку сетевого трафика на основе определенной политики. Она поддерживает актуальную информацию в таблице маршрутизации, чтобы часть данных могла обрабатывать как можно больше трафика. Часть регулирования также отвечает за обработку информации из различных протоколов управления.

- Часть управления содержит возможности конфигурации и мониторинга. Используя эту часть архитектуры, мы определяем сетевую политику.

В связи с объединением частей управления и передачи данных каждый сетевой элемент должен быть сконфигурирован отдельно. Такая сеть подвержена выходу из строя и дисбалансу нагрузки [3]. Поиск и устранение неисправностей при этом очень сильно усложняется. Сетевые устройства обычно поддерживают несколько команд конфигурации в зависимости от операционной системы или микропрограммного обеспечения, которое, как правило, является закрытым.

Поэтому сетевые администраторы ограничены функциями, реализованными производителем в устройстве. Расширение возможно только путем обновления операционной системы или прошивки, либо путем приобретения другого сетевого устройства, которое обеспечит необходимую функциональность. Обычно сетевые устройства разных производителей с собственным способом конфигурации появляются в одной сети, что предъявляет повышенные требования к знаниям сетевых администраторов. Перечисленные недостатки обуславливают необходимость разработки современных решений, таких как программно-конфигурируемые сети, которые устраняют эти ограничения.

Программно-конфигурируемая сеть представляет собой архитектуру, основанную на разделенных частях управления [4]. Управляющая часть находится уже не внутри сетевого устройства, как в традиционной архитектуре, а на внешнем устройстве, называемом контроллером, которое удаленно управляет одним или несколькими сетевыми устройствами, такими как коммутаторы и маршрутизаторы. Таким образом, в этой архитектуре управление всей сетью централизовано, а благодаря приложениям, запущенным поверх контроллера, сеть полностью программируется.

Учитывая вышеизложенное, можно определить цель данной работы: – оценить возможность реализации программно-конфигурируемой сети для повышения масштабируемости и гибкости управления корпоративной сетевой инфраструктурой при этом улучшив её производительность.

**Основные решения.** Архитектура программно-конфигурируемой сети (рис.1) состоит из следующих частей:

- Часть передачи данных. В ней работают коммутационные устройства, которые передают и обрабатывают данные на основании решений, принятых в части управления, т.е. контроллере. Таким образом, устройство связывается с контроллером и управляется им. Основной характеристикой сетевых устройств, работающих в этой части, являются простые функции переадресации без возможности самостоятельного принятия решений. Он содержит таблицы и правила, которые используются для определения того, как входящие пакеты

обрабатываются в отношении такой информации, как MAC-адреса, IP-адреса и VLAN-идентификаторы. Устройство может пересылать, выбрасывать, обрабатывать или реплицировать пакеты.

- Южный интерфейс обеспечивает логическое соединение между контроллером программно-конфигурируемой сети и сетевым элементом, работающим в части данных (таким как коммутатор, виртуальный коммутатор, маршрутизатор, брандмауэр и т.д.). Наиболее широко используемым программным интерфейсом приложения (API) для южного интерфейса является протокол OpenFlow [5].

- Управляющая часть реализована в программно-конфигурируемых сетях в виде одного или нескольких контроллеров, работающих на серверах или виртуальных серверах. Контроллер собирает информацию о маршрутизации с переключателей для построения оптимального пути. Он также получает и обрабатывает события приложения, обеспечивает механизмы безопасности, создает и поддерживает информацию о топологии коммутаторов, собирает информацию о трафике, проходящем через сеть, и настраивает параметры и атрибуты коммутатора.

- Северный интерфейс позволяет приложениям получать доступ к функциям и услугам управляющей части используя разные решения. Примерами реализации решений для северного интерфейса являются API передачи состояния представления (REST), RESTful API, Python API или Java API.

- Часть приложений содержит приложения и сервисы, которые определяют, изменяют и управляют поведением и ресурсами данной сети.

Эти приложения, которые могут быть сторонними, делают сеть полностью программируемой и используются для расширения существующих сетевых функций.

Основные компоненты такой реализации включают в себя устройства программно-конфигурируемой сети, контроллер и приложение.

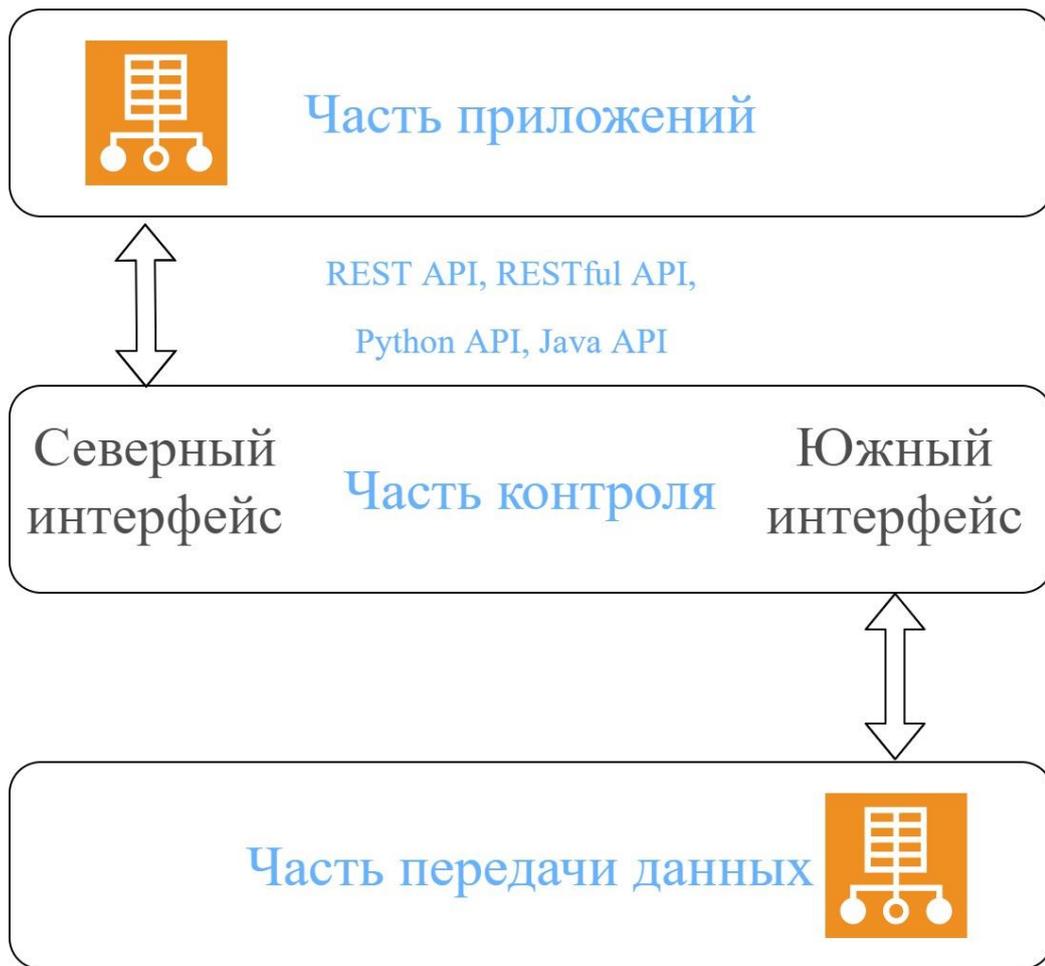


Рис. 1. Архитектура программно-конфигурируемой сети

Устройства программно-конфигурируемой сети работают в плоскости данных, решают, как обрабатывать входящие пакеты, и управляются контроллером. Коммутатор программно-конфигурируемой сети может вести себя как маршрутизатор, коммутатор, брандмауэр, преобразователь сетевых адресов (NAT), или как комбинация вышеперечисленных. На устройстве имеется таблица этих потоков с отдельными записями, отсортированными в соответствии с приоритетом, где для каждого потока также имеется информация о том, как следует обрабатывать входящие пакеты потока. Основываясь на этой информации, пакет может быть переадресован в определенный порт или во все порты, либо исключен.

Контроллер отслеживает всю сеть, управляет всеми устройствами программно-конфигурируемой сети, предоставляет южный интерфейс для приложений и создает записи для всего трафика в сети. Так же вставляя записи

в таблицы потока коммутатора, возможно реализовать правила, связанные с маршрутизацией, переадресацией и балансировкой нагрузки. Основные функции ядра контроллера включают в себя:

- Обнаружение сетевых устройств, формирующих сетевую инфраструктуру, таких как коммутаторы, маршрутизаторы и беспроводные точки доступа.

- Управление топологией сетевых устройств поддерживает подробную информацию о взаимодействии сетевых устройств друг с другом и с конечными пользователями, к которым они непосредственно подключены.

- Модуль управления потоками поддерживает базу данных потоков, которые управляются контроллером, и синхронизирует записи базы данных с устройствами программно-конфигурируемой сети.

Приложения программно-конфигурируемой сети работают поверх контроллера и подключаются к сети через северный интерфейс контроллера. В контроллере можно настроить потоки для маршрутизации пакетов по оптимальному пути между двумя конечными точками, сбалансировать нагрузку трафика по нескольким путям и реагировать на изменения в топологии сети (например, сбои в соединениях или добавление новых линий и устройств или перенаправление трафика для осмотра, аутентификации и других подобных задач безопасности). Это могут быть также такие приложения, как брандмауэр, система мониторинга или графический интерфейс пользователя (GUI) для управления и настройки контроллера, коммутаторов и приложений.

**Результаты исследований.** При создании модели программно-конфигурируемой сети использованы более 100 машин конечных пользователей и доступное оборудование для маршрутизации и настройки, которые ранее были задействованы в работе традиционной модели сети, добавлен и настроен сервер, а так же использованы протоколы RADIUS (для аутентификации) и OpenFlow. В итоге принято решение остановиться на наиболее значимом ключевом признаке, а именно узнать, как при всех преимуществах программно-конфигурируемой сети, сервер маршрутизации будет справляться с нагрузкой по сравнению с

предустановленным вариантом в виде маршрутизатора. Условия пропускной способности коммутаторов, сервера и другого оборудования для теста были искусственно усреднены для получения корректного результата, а сеть максимально возможно нагружена [6].

Реализация модели (рис.2) представляет разделение части управления и части передачи данных, типичное для программно-конфигурируемой сети. Информация об аутентификации, работы подключений на всей территории покрытия, конечных точках пользования и виртуальной сети в целом хранятся в части управления, которая представлена двумя разными серверами – сервером политик и сервером маршрутизации.

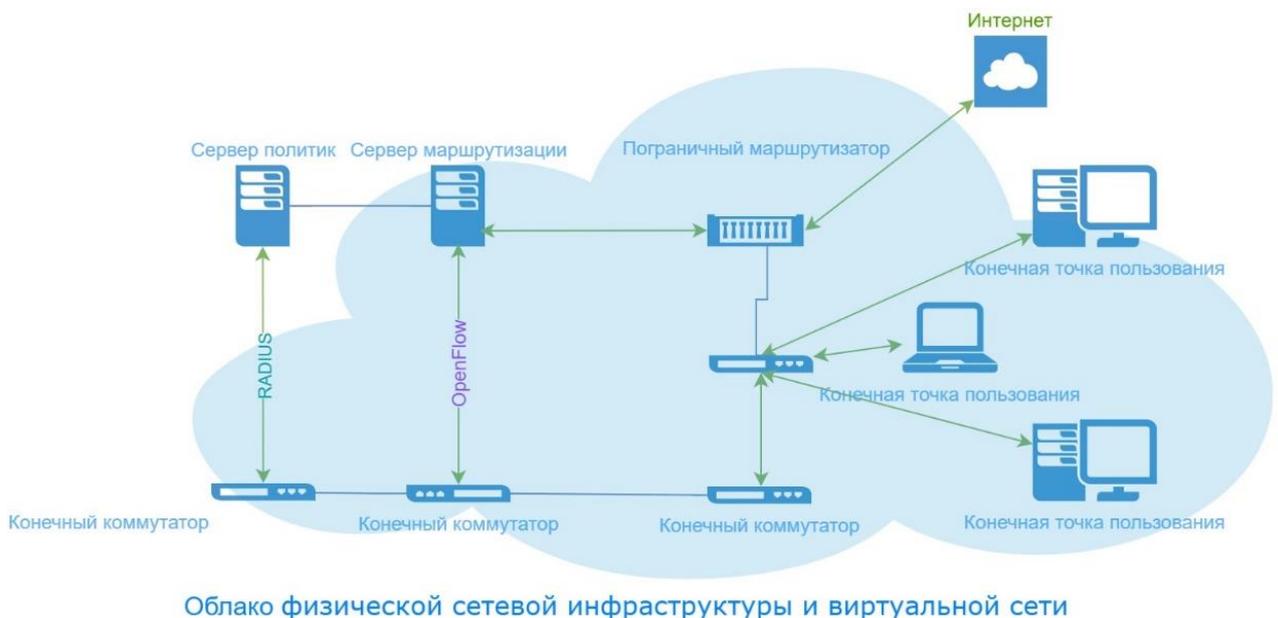


Рис. 2. Модель программно-конфигурируемой сети

Сервер политик предоставляет доступ для конечных точек пользования и управляет группами, а также контролирует и настраивает часть передачи данных, представленную конечными коммутаторами и пограничным маршрутизаторам [7]. Конечные коммутаторы применяют матрицу подключений и пересылают пакеты данных между собой, а пограничный маршрутизатор в свою очередь обеспечивает доступ в интернет.

Измерялось время ответа сервера маршрутизации и установленного ранее подходящего по характеристикам маршрутизатора, который принимал на себя

всю нагрузку, при помощи готового скриптового решения, запущенного на одной из конечных точек пользования. Скрипт посылал до 1000 запросов в секунду. Как можно увидеть на рисунках 3.1 и 3.2, задержка ответа очень мала, не зависит от количества маршрутов и меньше, чем была до реализации модели программно-конфигурируемой сети. Так же стоит учесть, что при увеличении мощностей и покрытия программно-конфигурируемая сеть будет показывать такие же результаты, при этом сильно облегчая работу с сетевой инфраструктурой, тогда как стандартный вариант построения сетей сильнее замедлит свою работу и обслуживание.

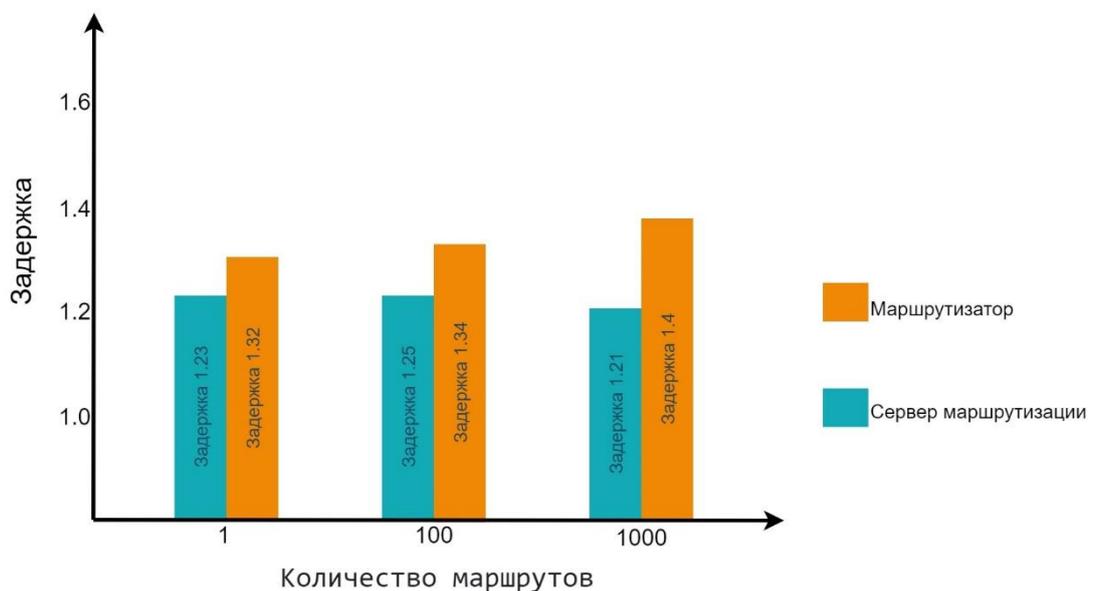


Рис 3.1. Производительность сервера и маршрутизатора при различном количестве назначенных маршрутов

В программно-конфигурируемых сетях функции коммутации централизованы внутри контроллера, который обладает исчерпывающей информацией о состоянии всей сети. С помощью этой информации он может построить кратчайший путь и применить политику маршрутизации, определенную из приложения. Работающие с частью данных переключатели свободны от нагрузки, связанной с обработкой и хранением информации. Сравнивая в данной работе программно-конфигурируемые сети с традиционными сетями, видны неоспоримые преимущества первых в масштабных реализациях корпоративных систем. Логическая централизация

управляющей части обеспечивает нам более простую модификацию сети, с меньшей склонностью к ошибкам, унифицированным и централизованным способом с помощью более высоких языков программирования - по сравнению с устройствами обычных сетей, которые настраиваются с помощью специфических низкоуровневых команд.

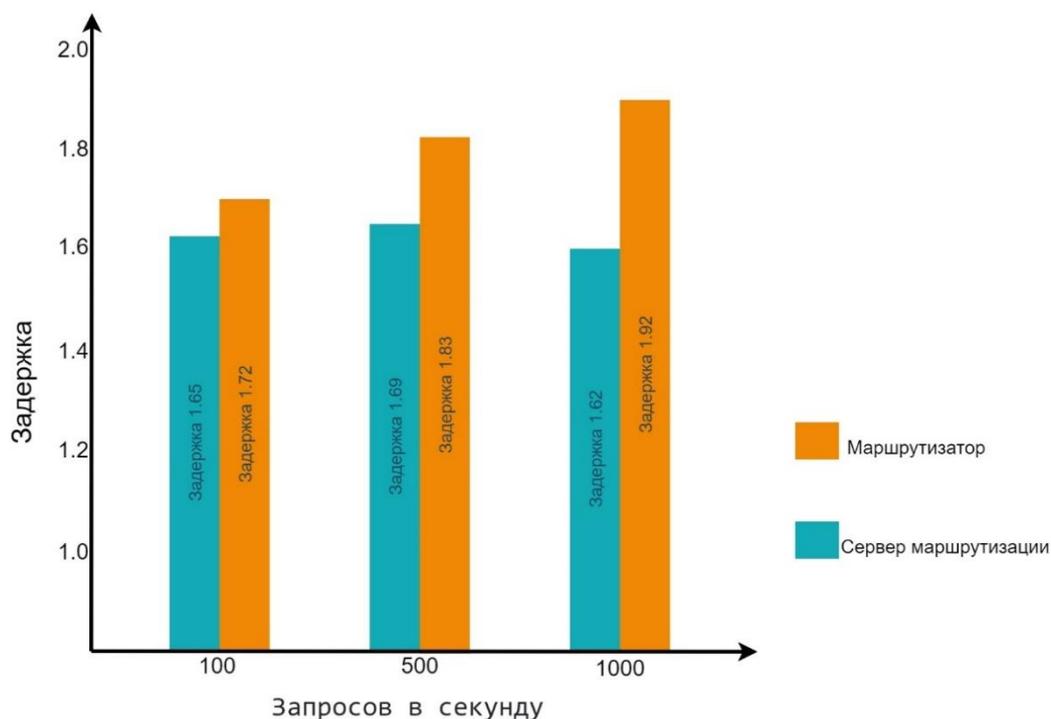


Рис. 3.2. Производительность сервера и маршрутизатора при различном количестве запросов в секунду

Кроме того, все управление настраивается в одном месте, а именно, в контроллере. Это значительно упрощает требования к администратору. Программное обеспечение для управления, запущенное на контроллере, может автоматически реагировать на изменения в сети и, благодаря глобальному знанию топологии и состояния сети, упрощает разработку конкретных сетевых сервисов и приложений. Ещё одним неоспоримым преимуществом является независимость от производителя – функциональность устройства уже не ограничивается реализацией и версией прошивки, а администратор сам решает, какое программное обеспечение и какие функции использовать в своей сети. Это ускоряет добавление и обновление функций без необходимости изменения

физических устройств. При всём этом факт лучшей производительности даёт дополнительный стимул для внедрения в масштабные корпоративные системы.

**Вывод.** В работе рассмотрена возможность реализации программно-конфигурируемой сети с целью повышения масштабируемости и гибкости управления корпоративной сетевой инфраструктурой. Проведены тесты производительности при различном количестве маршрутов и запросов, которые показали преимущества рассматриваемого подхода для достижения поставленной цели по сравнению с традиционной архитектурой.

### Литература

1. Dan Levin, Marco Canini, Stefan Schmid, Fabian Schaffert, and Anja Feldmann. Panopticon: Reaping the benefits of incremental sdn deployment in enterprise networks. In 2014 USENIX Annual Technical Conference (USENIX ATC 14), [С. 333–345] 2014. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.usenix.org/system/files/conference/atc14/atc14-paper-levin.pdf> (дата обращения 20.12.2021)
2. Mallik Mahalingam, Dinesh Dutt, Kenneth Duda, Puneet Agarwal, Larry Kreeger, T. Sridhar, Mike Bursell, and Chris Wright. Virtual eXtensible Local Area Network (VXLAN): A Framework for Overlaying Virtualized Layer 2 Networks over Layer 3 Networks. RFC 7348, 2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7348.txt> (дата обращения 21.01.2021)
3. François Aubry, David Lebrun, Stefano Vissicchio, Minh Thanh Khong, Yves Deville, Olivier Bonaventure. SCMon: Leveraging segment routing to improve network monitoring, 10-14 April 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7524410/references#references> (дата обращения 11.11.2020)
4. Руслан Смелянский, Программно-конфигурируемые сети. [Электронный ресурс]. –

Режим доступа: <https://lvk.cs.msu.su/~sveta/Открытые Системы ПКС РСмелянский.pdf> (дата обращения 08.01.2021)

5. OpenFlow Switch Specification Version 1.5.1. Open Networking Foundation [online]. 2014., [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://opennetworking.org/wp-content/uploads/2014/10/openflow-switch-v1.5.0.noipr.pdf> (дата обращения 05.11.2020)

6. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы, 2010, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.bsuir.by/m/12\\_100229\\_1\\_85460.pdf](https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_85460.pdf) (дата обращения 09.10.2020)

7. Ryan Beckett, Ratul Mahajan, Todd Millstein, Jitendra Dattatraya Padhye, David Patrick Walker. Network configuration synthesis with abstract topologies, June 2017, New York, NY, USA, 2019. Association for Computing Machinery. ISBN 9781450359566. doi: 10.1145/3341302.3342088. [С. 437–451], [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3062341.3062367> (дата обращения 25.09.2020)

---

*Alekseev V.V., Master's Degree Student of Information and Control Systems Department, Vladimir Dahl Luhansk State University, Lugansk*

## IMPLEMENTATION OF THE SOFTWARE-DEFINED NETWORK IN THE CORPORATE SYSTEM

*Abstract: An approach to solving the problem of increasing the fault tolerance, scalability and flexibility of corporate networks is considered. The main advantages of a software-defined network, created on the basis of the existing network infrastructure are described, which makes it possible to reduce the number of protocols used, various versions of the software used and ensure the functioning of constantly expanding and changing network objects. The proposed approach to the construction and management of the computer network allows to make sure the clear and reliable operation and maintenance of a corporate network of almost any scale.*

*Keywords: Software-Defined Network; virtualization; network device; router; application; OpenFlow.*

УДК 621.1.

*Губачева Л.А., доктор технических наук, профессор, ГОУ ВО ЛНР Луганский государственный университет имени Владимира Даля*

*Малкин В.Ю., кандидат юридических наук, доцент, ГОУ ВО ЛНР Луганский государственный университет имени Владимира Даля*

*Чижевская Д.Ю., старший преподаватель, ГОУ ВО ЛНР Луганский государственный университет имени Владимира Даля*

### **ЭФФЕКТИВНАЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРНАЯ АВТОМОБИЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ РАБОТЫ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

*Аннотация: В статье рассматриваются вопросы, связанные с перспективами использования в ЧС газогенераторного автотранспорта. Установлено, что газогенераторы, расположенные под кузовом автотранспорта, имеют ряд недостатков при использовании в ЧС. Предложен ряд технических решений позволяющих устранить эти недостатки и повысить надёжность эксплуатации газогенераторных установок. Определены показатели газогенераторной установки, с учётом расположения ее под кузовом автотранспорта, при ее работе на кусковой древесине и антраците. Применение модернизированной газогенераторной установки, использующей местные топливные ресурсы позволит частично решить вопросы с жизнеобеспечением населения в условиях ЧС.*

*Ключевые слова: газогенераторные автомобили, газогенераторная установка, кусковое топливо.*

**Введение.** Одной из основных задач государства является решение комплекса мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба природной среде и материальных потерь в случае их возникновения. Организация работы по предупреждению ЧС в масштабах страны осуществляется в рамках Федеральной целевой программы «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в РФ до 2005 года». Комплекс мер по предупреждению ЧС природного и техногенного характера включает меры организационного, организационно-

экономического, инженерно-технического и специального характера. Одним из важных направлений предупреждения ЧС как в части их предотвращения (снижения рисков их возникновения), так и в плане уменьшения потерь и ущерба от них является подготовка объектов экономики и систем жизнеобеспечения населения к работе в условиях чрезвычайных ситуаций [1].

Обеспечение защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера закреплено кодексом гражданской защиты Луганской Народной Республики, где наряду с другими источниками опасности возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера являются: последствия террористической деятельности; повышенное и нерегулируемое накопление бытовых и промышленных отходов; последствия военной и другой экологически опасной деятельности; опасные природные явления, в результате которых происходит или может произойти чрезвычайная ситуация[2].

Подготовка объектов экономики и систем жизнеобеспечения населения к работе в условиях ЧС может включать создание газогенераторного автотранспорта способного функционировать на местных ресурсах: производственных и бытовых отходах; отходах деревообрабатывающей промышленности, отходах и сырье лесной промышленности, отходах сельского хозяйства, угле и т.д.

Кроме того, около 70 % территории России не имеет централизованного энергоснабжения [3]. Удалённые от централизованного тепло – и энергоснабжения населённые пункты зачастую имеют малую дизельную генерацию, которая представляет собой один из наиболее сложных сегментов энергетической отрасли, поскольку ей присущи многие трудности, создаваемые значительной территориальной разобщённостью, возникновением ЧС в результате стихийных бедствий: тектонические (извержение вулканов, землетрясения), топологические (наводнения, сели, оползни, снежные лавины), метеорологические (бури, ураганы, смерчи, циклоны, морозы, засухи, необычная

жара, пожары) и др., осложнённой сезонным характером завоза энергоресурсов, а также тарифным регулированием[4].

В качестве топлива для газогенераторных автомобилей в случае ЧС наиболее перспективным является:

1. Древесная биомасса, общий запас которой в России по данным Федерального агентства лесного хозяйства на 1 января 2013 года составляет  $83022,4 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ . Земли лесного фонда и земли иных категорий, на которых расположены леса - 69 % территории Российской Федерации. Покрыто лесами - 46,5 % планеты, доля России в общемировых запасах составляет около 24 % [5, 6].

2. Отходы как промышленные, так и бытовые, которые загрязняют почву, водные ресурсы и атмосферу.

3. Уголь «Антрацит» - особенно для ЛНР.

Газогенераторные автомобили могут без существенных конструктивных изменений быть построены на базе автомобилей с двигателями внутреннего сгорания или переоборудованы уже находящиеся в эксплуатации автомобилей, в том числе с ГБО. Они практически не загрязняют атмосферу и не требуют создания сложной топливной и логистической инфраструктуры [7, 8], второе особенно важно в случае возникновения ЧС.

Основная причина, по которой перестали использовать газогенераторные автомобили во всем мире, кроется не столько в их недостатках, сколько в том, что бензин стал гораздо доступнее и дешевле, чем раньше. Тем не менее, ряд стран в случае ЧС планирует переходить на альтернативное топливо, так в 1989 году Федеральным агентством США по чрезвычайным ситуациям была выпущена брошюра, которая разъясняла населению, как быстро и эффективно перевести свой автомобиль на газогенераторное топливо в случае глобального дефицита нефти. Главное преимущество газогенераторной установки как раз и заключается в том, что ею может быть оборудован практически любой автомобиль [9]. В Евросоюзе ещё в начале века было законодательно закреплено,

что к 2010 году 5,75 %, а к 2020 году 8 % от всех видов топлива для транспорта должны быть получены из возобновляемых источников энергии [10].

К основным недостаткам, выпускаемых в настоящее время автомобильных газогенераторов пригодных для эксплуатации в условиях ЧС, относятся: уменьшение полезной площади транспортного средства; не универсальность по топливу – большинство автомобильных газогенераторов рассчитаны на использование строго определенного вида топлива [11].

Последние разработки газогенераторных установок для газогенераторных автомобилей, основанные на передовых достижениях науки и техники, рассчитаны на пеллетное топливо [12-15], которое в ЧС может отсутствовать или не может быть изготовлено. Очевидно, что такие газогенераторные автомобили не в полной мере соответствуют требованиям, предъявляемым к ним в ЧС. Актуальным является доработка известных конструкций транспортных газогенераторов с учётом их работы в условиях ЧС на местных топливных ресурсах.

**Целью исследования** является модернизация газогенераторной автомобильной установки, расположенной под кузовом автомобиля, для функционирования в ЧС, позволяющая использовать в качестве топлива местные ресурсы.

**Метод решения.** Наиболее целесообразно газогенераторные установки устанавливать на грузовые автомобили грузоподъёмностью до 1,5 т, обладающие при работе на бензине и дизельном топливе большим запасом мощности. Переоборудование этих автомобилей газогенераторными установками производится при минимальных потерях мощности (максимум до 30 %, если двигатель бензиновый) и без каких-либо изменений шасси. В дизельных двигателях (особенно в двигателях с турбонаддувом) перевод автомобиля на генераторный газ может быть осуществлён вообще без заметных потерь мощности [13].

Газогенератор с питателем может быть размещён, например, под кузовом автомобиля ГАЗ-330202 «ГАЗель» базовой модели с длиной борта 3100 мм и

колёсной базой 2900 мм, использующий газо-бензиновый двигатель УМЗ-4216 Евро-4 «Bifuel» (рис. 1) [16].

Питатель, имеющий пеллетную горелку объёмного типа, рабочим органом, которой является осевой шнек, ориентирован на работу с пеллетным (гранулированным) топливом (диаметр гранул 4-8 мм), полученным из отходов сельскохозяйственной и лесной переработки, а также бытовых отходов [13, 14]. Существенным недостатком такой пеллетной горелки является частый ремонт или даже замена при использовании топлива размером более 8 мм, так как крупные частицы материала попадают между краями шнека и кожухом, что приводит к преждевременному износу рабочего органа, а иногда, и к заклиниванию [11]. Применение пружинных гибких шнеков в качестве рабочего органа также ограничено применением кускового топлива размером до 12 мм. Очевидно, что в условиях ЧС выдержать строгие требования к топливу довольно сложно.

Для устранения этих недостатков модифицировали питатель (рис. 1), представленный в работах [14, 15]. В качестве рабочего органа пеллетной горелки предлагается использовать безосевой шнек (табл. 1) со спиралью повышенной мощности. Применение такого шнека позволит использовать фракции кускового топлива (пеллеты, пеллеты, состоящие из биомассы и отходов полиэтилена, кусковая древесина, уголь) до 25 мм [16, 17]. Свойства исследованного топлива представлены в табл. 2. Кроме того преимуществом безосевых шнеков перед осевыми является простота конструкции, а значит надёжность, технологичность обслуживания, отсутствие "зависания" продукта, гибкость.

Таблица 1

Параметры безосевого шнека

Расход пеллетного топлива $Q$ , кг/ч.	Длина шнека $L_{шн}$ , м	Диаметр винта $D$ , м	Размер пластины, м	Количество витков $N$ , шт	Максимальная частота вращения $n_{max}$ , об/мин	Дифференциальный коэффициент производительности	Шаг витка в $S$ , м
27	1	0,062	0,004× 0,012	16	16	0,48	0,062

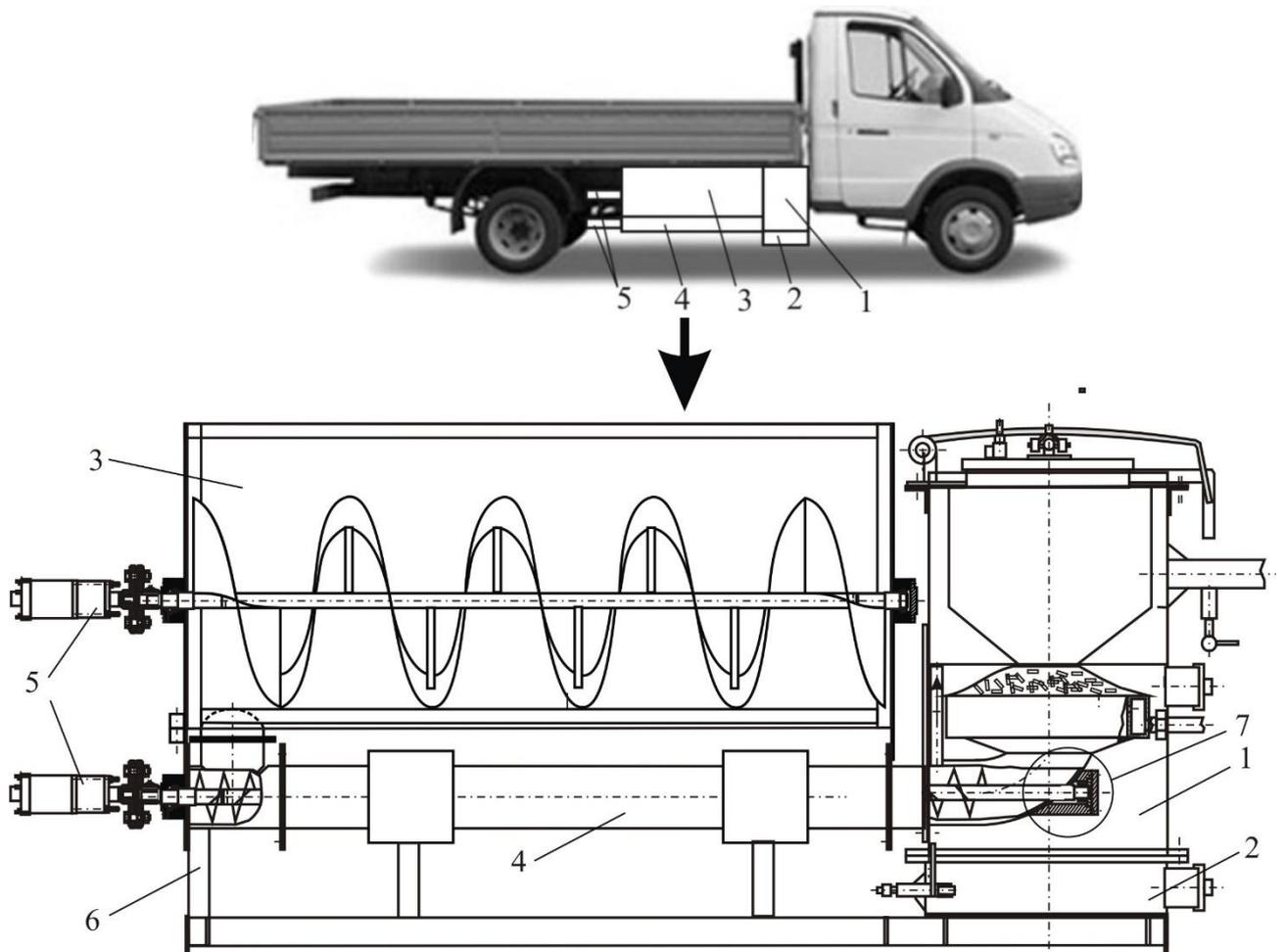


Рис.1.Схема конструкции газогенераторной установки размещенной под кузовом автомобиля ГАЗ-330202 «ГАЗель»: 1 – комбинированный автомобильный газогенератор; 2 – зольник; 3 – бункер-ворошитель; 4- pelletная горелка объемного типа; 5 - приводы шнеков pelletной горелки и бункера-ворошителя; 6 - рама; 7 – подшипниковый узел

Таблица 2

Свойства исследуемых газогенераторных топлив

Топливо	Размер кусков, мм	Содержание (мас. %), не более				$T_z(^{\circ}C)$ , не менее	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Q, кДж/кг, не менее	И, %
		влаги	золы	летучих	серы				
Отходы деревообработки	До 25	20	0,4 - 1	75 - 80	-	1400	320 - 450	16200	-
Антрацит	5 - 25	3 - 8,5	7 - 10	3 - 7	1 - 1,5	1250	900 - 1000	28000	-

$T_z$  – температура размягчения золы;  $\rho$  – насыпная плотность; Q – теплота сгорания; И – истираемость.

Для газификации исследуемого pelletного топлива предлагается комбинированный газогенератор, так как генераторный газ имеет наименьшее содержание смол (рис. 1, 2). Газ разложения топлива проходит через зону

«окисления», имеющую максимальную температуру, что приводит к практически полному его разложению. За основу выбрана газогенераторная установка, представленная в работах [14, 15].

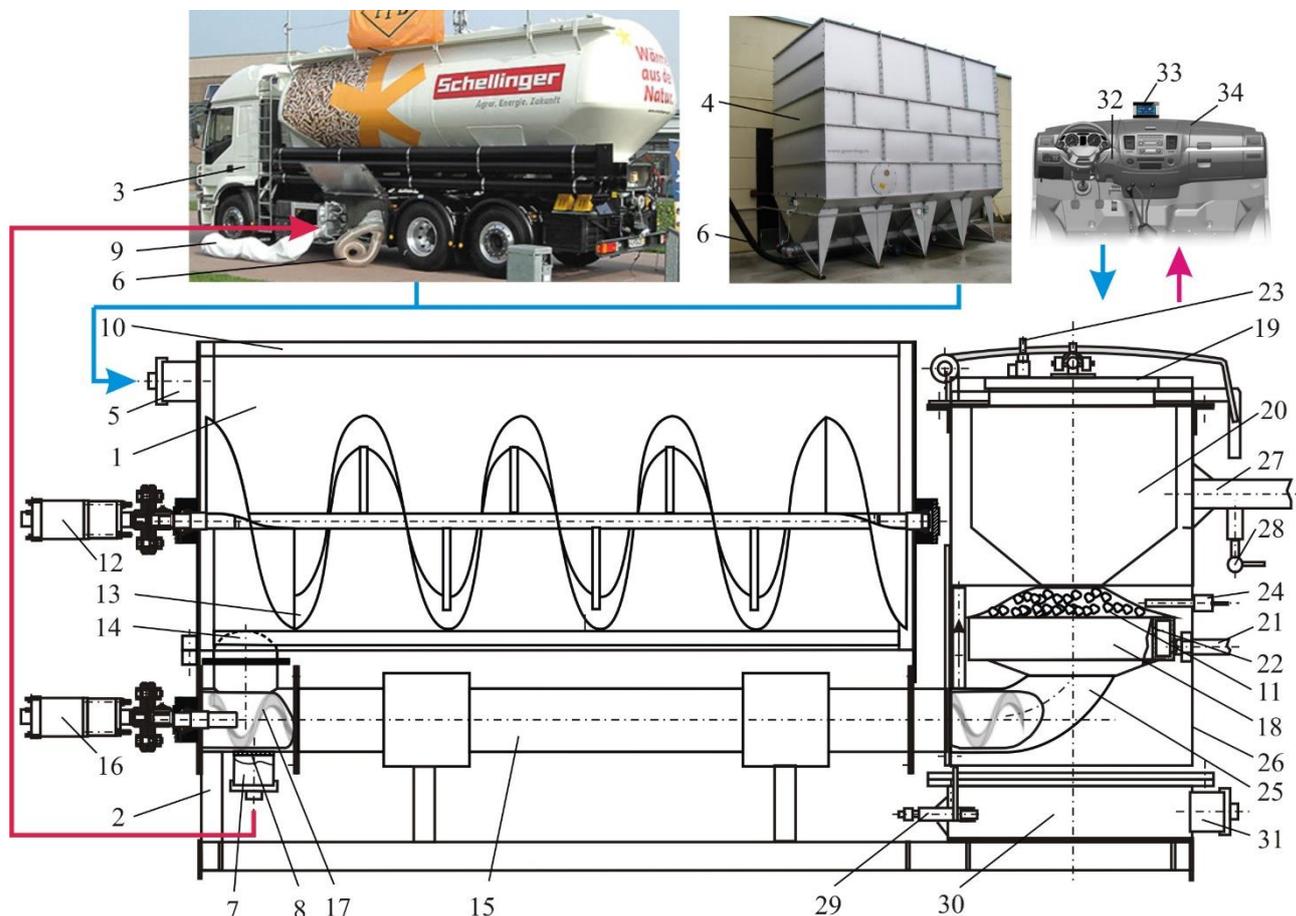


Рис. 2. Схема конструкции газогенераторной установки размещенной под кузовом автомобиля ГАЗ-330202 «ГАЗель»:

1 – бункер - ворошитель; 2 – рама; 3 – автозаправщик – автосилос; 4 – пеллетный бункер склада; 5 – приёмный штуцер; 6 – резиновый шланг; 7 – штуцер; 8 – сетка; 9 – мешок; 10 – крышка; 11 – кусковое топливо; 12 – привод ленточного шнека; 13 – ленточный шнек; 14 – разгрузочное окно; 15 – пеллетная горелка объёмного типа; 16 – привод безосевого шнека; 17 – безосевой шнек; 18 – реактор; 19 – крышка загрузочного бункера; 20 – топливный бункер; 21 – воздушный коллектор; 22 – отверстия для подачи воздуха; 23 – предохранительный клапан; 24 – керамический нагревательный элемент; 25 – корпус пеллетной горелки; 26 – корпус газогенератора; 27 – патрубок генераторного газа; 28 – прибор для измерения температуры; 29 – шуровочный механизм; 30 – зольник; 31 – люк зольника; 32 – переключатель вида топлива; 33 – дисплей пульта управления; 34 – панель приборов

В обычных условиях предлагается загрузка бункера-ворошителя (1) автомобильной газогенераторной установки, установленной на раме (2) под кузовом автомобиля (рис. 1) при заглушенном двигателе с помощью автозаправщика–автосилос (3) или пеллетного бункера склада (4). Перед

загрузкой бункера-ворошителя (1) открывают приемный штуцер (5) предназначенный для закачки пеллет и к нему присоединяют резиновый 3-дюймовый или 4-дюймовый шланг (6) длиной от 6 м до 25 м с внутренним тефлоновым покрытием для уменьшения истираемости пеллет. Затем открывают штуцер (7), с установленной в нем сеткой (8), и подключают второй шланг - для параллельной откачки воздуха с пылью из автомобильной газогенераторной установки. Во время закачки пеллет пыль отсасывается в отдельный мешок (9). Водитель-оператор включает из кабины компрессор, управляемый с помощью дистанционного пульта управления и пеллеты вдуваются по шлангу в бункер-ворошитель (1). После заполнения бункера-ворошителя (1) до определенного уровня шланги отсоединяют и штуцера (5), (7) герметично закрывают.

В случае ЧС при невозможности использовать автозаправщик–автосилос (3) или пеллетный бункер склад (4) перед загрузкой вручную бункера-ворошителя (1) снимают крышку (10) и до определенного уровня засыпают кусковое топливо (11). Крышку(10) герметично закрывают.

Далее для обоих случаев включают привод (12) ленточного шнека (13). Топливо с помощью ленточного шнека (13) транспортируется через разгрузочное окно (14) в пеллетную горелку объёмного типа (15). Включают привод (16) безосевого шнека (17). С помощью безосевого шнека (17) сначала заполняется топливом реактор (18) комбинированного автомобильного газогенератора, изготовленный из жаростойкого чугуна, а затем кусковым твёрдым топливом через крышку загрузочного бункера (19) топливный бункер (20) при этом между топливным бункером (20) и реактором (19) образуется столб кускового твёрдого топлива. Пеллетная горелка подаёт топливо до тех пор, пока резко не возрастёт нагрузка на двигатель привода (16) безосевого шнека (17). При возрастании нагрузки происходит отключение двигателя.

С помощью воздушного коллектора (21) в реакционную зону подается воздух, который сначала попадает в корпус реактора (18), а затем проходит через пять отверстий (22). Для предотвращения выхода генераторного газа из газогенератора при остановке двигателя предусмотрен предохранительный

клапан (23). Розжиг топлива осуществляют керамическим нагревательным элементом (24).

После предварительных операций газогенератор выходит на рабочий режим. В верхней части реактора (19) реализуется процесс пиролизной газификации кускового твёрдого топлива, в нижней - газификация пеллетного топлива, а в средней – газификация смол, выделяющихся из обоих видов топлива. Образующийся газогенераторный газ движется в нижнюю часть реактора (19), затем по корпусу пеллетной горелки (25), и попадает по трубопроводу в полость между топливным бункером (20) и корпусом газогенератора (26), и далее, к патрубку генераторного газа (27), расположенному в верхней части корпуса газогенератора, к которому присоединена магистральный трубопровод, подключённый к двигателю. При таком движении газа происходит обогрев топливного бункера, стабилизируются термохимические процессы, протекающие в реакционной зоне пеллетной горелки (15). При этом происходит подсушка твёрдого топлива, а газ - охлаждается.

В процессе газификации соотношение пеллетного топлива к золе в реакторе (19) уменьшается, и реакционная зона уменьшается, температура газа падает, что фиксируется прибором для измерения температуры (28). Прибор передаёт сигнал на включение привода (16) безосевого шнека (17) пеллетной горелки (15) и привода (12) ленточного шнека (13). Поступающее в реактор (19) пеллетное топливо вытесняет золу и, возможно, небольшое количество недогазифицированного топлива. Зола и недогазифицированное топливо осыпаются на колосниковые решётки шуровочного механизма (29), на которых недогазифицированное топливо полностью газифицируются. Периодически выполняют шуровку шуровочным механизмом (29), при этом зола просыпается в камеру зольника (30), откуда она периодически удаляется через люк зольника (31). При заполнении реактора (19), столб пеллетного топлива поднимается и давит на столб кускового твердого топлива, осыпающегося из топливного

бункера (20), нагрузка на двигатель привода, вращающий шнек (17) пеллетной горелки (15), резко возрастает, и он отключается.

В случае повышения давления в газогенераторе излишек газа выходит в атмосферу через предохранительный клапан (23).

Кроме того, газогенератор, при использовании горелки объемного горения, будет обеспечен датчиком пламени, системой автоматического золоудаления и тушения, датчиком переполнения шнека топливом или перерабатываемого материала и температуры, переключателем вида топлива (32), дисплеем пульта управления (33), установленным на панели приборов (34) в кабине автомобиля «ГАЗель» (рис. 2), с помощью которого выставляется необходимый режим работы, периодичность подачи пеллет в газогенератор в зависимости от заданных настроек.

Расчётные показатели газогенераторной установки при ее работе на кусковой древесине и антраците, представленные в табл. 3, определяли согласно методики [18]. Размеры и объем бункера-ворошителя выбирались исходя из конструктивных соображений с тем, чтобы обеспечить возможность установки газогенератора под кузовом автомобиля. В качестве силовой установки использован бензиновый 4-тактный двигатель УМЗ-4216 Евро-4 «Bifuel» (стандарт EURO-4) автомобиля ГАЗ-330202 «ГАЗель» базовой модели с длиной борта 3100 мм и колёсной базой 2900 мм. Рабочий объем двигателя – 2,9л. Степень сжатия – 9. Номинальная мощность при работе на бензине – 96 л.с. Частота вращения коленчатого вала 2500 об/мин. Максимальный крутящий момент – 235 Н·м.

Расчётные показатели газогенераторной установки, представленные в табл. 3, указывают на необходимость при переходе с одного, указанного выше топлива, на другое переустановить только в газогенераторе реактор (18) рис. 2 и зольник (30) не изменяя остальную часть установки.

Таблица 3

Расчетные показатели газогенераторной установки

Параметр	Вид топлива	
	Древесина	Антрацит
Размеры, форма топлива	куски размером 5-25 мм	
Влажность топлива $W^p$ , мас. %	5,0	5,0
Зольность топлива $A^c$ , мас. %	0,5	8,0
Состав генераторного газа, об. %:		
- CO	41	29,0
- H <sub>2</sub>	24,5	12,0
- CO <sub>2</sub>	0,6	6,6
- N <sub>2</sub>	33,9	53,4
Достигнутый условный КПД газогенератора $\eta_r$	0,9	0,75
Теплота сгорания:		
- ккал/кг	4250	7021
- МДж/кг	17,8	29,5
Теплота сгорания:		
- ккал/м <sup>3</sup>	1860	1200
- МДж/м <sup>3</sup>	7,8	5,04
Удельный вес газа, кг/м <sup>3</sup>	1,04	1,16
Выхода сухого газа из 1 кг топлива, м <sup>3</sup> /кг	2,35	4,8
Расход воздуха на газификацию 1 кг топлива, м <sup>3</sup> /кг	2,4	4,65
Влажность газа, кг/м <sup>3</sup>	0,119	0,14
Суммарное содержание водяных паров в газе (кг) при газификации 1кг топлива	0,05	0,05
КПД газогенератора, %	90	67
Расход воздуха на сгорание 1м <sup>3</sup> генераторного газа, м <sup>3</sup>	1,476	0,952
Теплотворность газо - воздушной смеси:		
- ккал/м <sup>3</sup>	903	651
- МДж/м <sup>3</sup>	3,8	1,55
Объем камеры сгорания двигателя, л	2,9	2,9
Степень сжатия	9	9
Индикаторный КПД	0,376	0,376
Среднее индикаторное давление, кгс/см <sup>2</sup>	9,3	5,79
Среднее давление трения, кгс/см <sup>2</sup>	1,55	1,55
Среднее эффективное давление, кгс/см <sup>2</sup>	7,8	4,24
Мощность двигателя, л.с., при 2500 об/мин.	74	48
Расход газа (м <sup>3</sup> /ч), обеспечивающий расчетную мощность двигателя	64	103
Часовой расход твердого топлива, кг/ч	27	22
Напряженность горения твердого топлива, кг/(м <sup>2</sup> ·ч)	900	250
Диаметр реактора, мм	195	335
Высота зольника, мм (периодичность чистки зольника 4 часа)	70	250
Длина бункера - ворошителя, мм	650	650
Высота бункера - ворошителя, мм	500	500
Ширина верхней части бункера - ворошителя на уровне загрузочного люка, мм	600	600
Объем бункера - ворошителя:		
- м <sup>3</sup>	0,16	0,16
- л	(160л)	(160л)
Плотность топлива, кг/м <sup>3</sup>	450	900
Масса топлива, загружаемого в бункер - ворошитель, кг	90	144
Периодичность догрузки бункера - ворошителя, ч	3,2	6,5

## **Заключение**

1. Предложенная газогенераторная автомобильная установка позволит функционировать в ЧС, так как может использовать местные топливные ресурсы, не требующие особой подготовки для использования.

2. Модернизация установки за счет применения безосевого шнека, вместо осевого, позволяющего транспортировать кусковое топливо относительно большого размера и устранения подшипникового узла, располагавшегося на корпусе пеллетной горелки в газогенераторе, упрощает ее конструкцию, а значит, повышает надёжность технологичность обслуживания, отсутствие "зависания" топлива и гибкость.

3. Разработанная конструкция установки позволит без особых проблем переходить с одного вида местного топливного ресурса на другой путём лишь замены реактора и зольника газогенератора.

4. Усовершенствована система загрузки пеллетным топливом бункер-ворошителя газогенераторной установки.

## **Литература**

1. Предупреждение Чрезвычайных Ситуаций [Электронный ресурс].— Режим доступа: <https://www.mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/terminy-mchs-rossii/term/1580>

2. Кодекс гражданской защиты Луганской Народной Республики [Электронный ресурс].— Режим доступа: <https://nslnr.su/zakonodatelstvo/normativno-pravovaya-baza/3110/>

3. Попель, О.С. Энергетика в современном мире / В.Е. Фортов, О.С. Попель. — Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2011. — 168 с.

4. Лавренов В.А. Экспериментальное исследование процесса двухстадийной термической конверсии древесной биомассы в синтез-газ: дис. канд. техн. наук: 05.14.01 / Лавренов Владимир Александрович; Москва. ФГБУН «Объединенный институт высоких температур РАН», 2016. С. 152. [Электронный ресурс].— Режим

доступа: [https://www.jiht.ru/science/dissert-council/diss\\_texts/LavrenovVA.pdf](https://www.jiht.ru/science/dissert-council/diss_texts/LavrenovVA.pdf)

5. Федеральная служба государственной статистики: лесные ресурсы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.gks.ru/bgd/regl/B13\\_14p/IssWWW.exe/Stg/d2/11-09.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/B13_14p/IssWWW.exe/Stg/d2/11-09.htm).

6. Леса, лесные ресурсы и лесоправление в Российской Федерации. Справочный документ. — Москва, 2012. — 48 с.

7. Газген или как прожить на подножном корму Иван Картамцев Журнал "Коммерсантъ Автопилот" №6 от 30.07.2019, стр. 68. [Электронный ресурс].— Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/4039374>

8. Андреев А.А., Андреев С.А. Силовые агрегаты автомобилей «Volkswagen Kafer «VW 82»( Dr. Ing . h. c. F. PORSCHE) и «Запорожец» ЗАЗ-968М-005: особенности и перспективы / 3б. Вісник СНУ ім. В.Даля. -Луганськ, 2004. №7(77). Ч.2 С.53-56.

9. LaFontaine, H., Construction of a Simplified Wood Gas Generator for Fueling Internal Combustion Engines in a Petroleum Emergency / H. LaFontaine, F. P. Zimmerman. - Washington: Federal Emergency Management Agency, 1989. - 68 p.

10. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of Regions on alternative fuels for road transportation and on a set of measures to promote the use of biofuels [Электронныйресурс] / European Commission, Brussels. — 2001. — 50 p. — Режим доступа: <http://iet.jrc.ec.europa.eu/remea/sites/remea/files/files/documents/com2001547.pdf>

11. Шевченко, Д.Ю. Направления работ по усовершенствованию газогенераторных установок для промышленного транспорта / Д.Ю. Шевченко // VSUNU, 2013, 9(1), 44-52 с.

12. Makarova I, Gubacheva L, Andreev A. Improving transport system environmental friendliness and energy efficiency due to using the gas generator as an alternative fuel. Developments in eSystems Engineering (DeSE), 2019; 978-1-7281-3021-

7/19/\$31.00 ©2019 IEEE.doi: 10.1109/DeSE.2019.00147

13. Makarova I, Gubacheva L, Andreev A., Shevchenko D. Industry 4.0 in production and household waste processing. *Developments in Systems Engineering (DeSE)*, 2019; 978-1-7281-3021-7/19/\$31.00 ©2019 IEEE.doi: 10.1109/DeSE.2019.00148

14. Губачева Л.А., Чижевская Д.Ю., Андреева А.А. Совершенствование автомобильного газогенератора, газифицирующего биомассу и отходы полиэтилена / Луганский национальный университет имени Владимира Даля, г. Луганск, Т19, №5, 2020.- 230-237с.

15. Пат. 67440 Украина, МПК F23K 3/00 Пристрій для подачі твердого палива до установок для спалювання / Губачева Л.О., Андреев О.О., Шевченко Д.Ю.; заявник Губачева Л.О., патентовласник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля; – № 201107909; заявл. 23.06.2011; опубл. 27.02.2012, Бюл. № 4.

16. ГАЗЕЛЬ 2705, 3302 и модификации с двигателями ЗМЗ-40524, УМЗ-4216 и Chrysler// Мир Автокинг, 2005. – 331с.

17. Ретортная горелка Pancerpol PPSM 500 kW (Универсал) [Электронный ресурс].— Режим доступа: <https://bioprom.kh.ua/p32627649-retortnaya-gorelka-pancerpol.html>

18. Токарев Г.Г. Газогенераторные автомобили / Г.Г. Токарев / Машгиз., 1955. – 205 с.

---

*Gubacheva L. A., doctor of technical sciences, professor, Vladimir Dahl Luhansk State University, Lugansk*

*Malkin V.U., Candidate of Legal Sciences (PhD in Law), Associate Professor, Vladimir Dahl Lhansk State University, Lugansk*

*Chizhevskaya D.U., senior lecturer Vladimir Dahl Luhansk State University, Lugansk*

## EFFICIENT GAS GENERATOR AUTOMOTIVE EQUIPMENT FOR OPERATION IN EMERGENCY SITUATIONS

*Abstract: The article discusses problems related to the prospects for expanding the stock of vehicles running on gaseous fuel. The fuel is obtained by gasification of waste from the forest, woodworking industry, agriculture and solid domestic waste. It is shown that the transfer of vehicles to gas-generated fuel will allow obtaining positive effects not only in the economy, but also in the social and environmental areas. The factors restraining the development of the gas-generator vehicle market are analyzed. The features of the technical operation of gas-generator vehicles with LPG elements are considered. An algorithm for optimizing the service of gas-generator vehicles is proposed.*

*Key words: gas-generating vehicles, gas-generating plant, industrial and consumer waste.*

УДК 004.82

*Горбунов А.И., кандидат технических наук, доцент, ГОУ ВО ЛНР Луганский государственный университет имени Владимира Даля*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕНИ В НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЯХ

*Аннотация: Нечеткое моделирование нестационарных процессов имеет важное прикладное значение и является актуальной задачей. Нечеткие модели являются имитационными, и в них используется модельное время, отображение которого осложнено спецификой алгоритмов нечеткого вывода. В данной статье рассматриваются результаты использования в нечеткой модели для входной переменной «время» интуитивных функций принадлежности.*

*Ключевые слова: модельное время, имитационное моделирование, нечеткая модель, нестационарный процесс, вычислительный эксперимент.*

Время как математический символ присутствует в любой математической модели динамического процесса и, на первый взгляд, в этом процессе сегодня нет ничего необычного. Математики для себя давным-

давно решили, что время – независимая скалярная переменная с областью значений на числовой оси, протекающая с постоянной скоростью [1].

В качестве уточненного описания математической модели ньютонова непрерывного времени рассматривается вещественная ось, по которой с постоянной скоростью пробегает переменная  $t$  (время) двигаясь из прошлого в будущее в пределах от  $-\infty$  до  $\infty$ . Как правило, при практическом моделировании рассматривается конечный интервал  $[0, T]$ , где величина  $T$  определяется целями моделирования [2]. Больше информации о времени для математической модели в виде дифференциальных уравнений не требуется.

Однако появление более 50-ти лет назад имитационного моделирования (ИМ) и его применение для исследования динамических характеристик сложных систем резко повысили статус понятия «время» в моделировании, в связи с чем были введены дополнительные понятия времени. Сегодня принято считать, что в ИМ, в отличие от математических моделей, имеются три понятия времени: физическое, модельное и процессорное [3].

Дальнейшее развитие методов моделирования обогатилось элементами искусственного интеллекта, к которым относится нечеткое моделирование и нечеткие модели (НМ). Область применения НМ связана с моделированием рассуждений и интеллектуальных операций, осуществляемых человеком-оператором при управлении объектом, а также с моделированием самого объекта управления.

Реализация процесса НМ связана с использованием для обрабатываемых данных принципиально нового класса переменных, описываемых нечеткими множествами – лингвистических переменных. Собственно математическая обработка результатов осуществляется с использованием алгоритмов нечеткого вывода, основанных на операциях нечеткой логики [4, 5].

Перечисленные выше особенности привели к тому, что первоначально некоторые авторы пришли к выводу об отсутствии в нечетких регуляторах динамики [6, 7]. Из этого следовало, что с использованием НМ невозможно управление и моделирование таких динамических процессов как, например, нестационарное тепловое поле.

Позднее появились работы, посвященные нечетким моделям и системам, в которых описывались исследования в области теории и практики НМ, в том числе разработки нечетких моделей временных рядов [8]. Из определения нечеткого временного ряда, приведенного в [8] следует, что это упорядоченная в равноотстоящие моменты времени последовательность наблюдений над некоторым процессом, состояния которого изменяются во времени. Приведенное определение соответствует методике имитационного моделирования, когда управление модельным временем осуществляется с постоянным шагом  $\Delta t$  [9].

Таким образом, исходя из анализа имеющихся работ, вопросы, связанные с моделированием времени в нечетких моделях динамических процессов, требует поисков ответов на них.

Нечеткие модели, по сути, также являются имитационными, и в них для получения результата используются методы косвенной обработки входной и выходной информации. Особенностью нечетких моделей является использование для непосредственной обработки данных не явно заданных формул связи, как обычно в методах косвенных измерений, а геометрических фигур и операций нечеткой логики.

На рисунке 1 на уровне структуры показаны основные этапы преобразования входной информации из четких значений в нечеткие числа (этап фаззификации), осуществление нечеткого вывода в форме результирующей функции принадлежности, и приведение результата нечеткого вывода к четкому значению (этап дефаззификации).

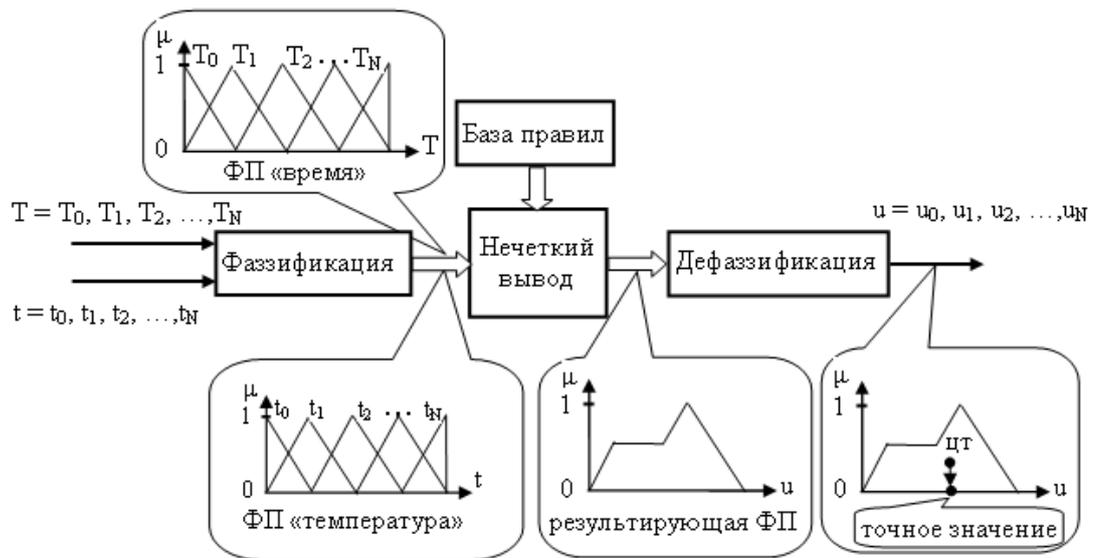


Рис. 1. К принципу действия алгоритма нечеткого вывода

Для подтверждения возможности моделирования в нечетких моделях динамических систем с учетом приведенной выше характеристики «ньютонова» времени, была разработана нечеткая модель №1 управления повышением температуры в камере для пропаривания бетонных изделий по прогрессивному графику от 20 до 85 °С в течение 4-х часов. Принцип управления заключается в регулировании расхода пара путем изменения угла открытия паровой задвижки в зависимости от времени нагрева и температуры в камере. Модель имеет структуру MISO с двумя входными переменными: «время» и «температура» и одной выходной переменной «угол». В качестве алгоритма нечеткого вывода использован алгоритм Мамдани.

С учетом того, что «ньютоново» время движется по числовой оси, а входные данные в алгоритмах нечеткого вывода описываются в форме геометрических фигур – функций принадлежности (ФП), в качестве ФП входной переменной «время» логично использовать кусочно-линейную функцию принадлежности. Это может быть трапецевидная ФП  $T_1$ , у которой модальные значения находятся на верхнем основании трапеции – прямой непрерывной линии при значении степени соответствия, равной «1» (рис. 2). Именно это основание будет рассматриваться в качестве числовой оси для модельного времени.

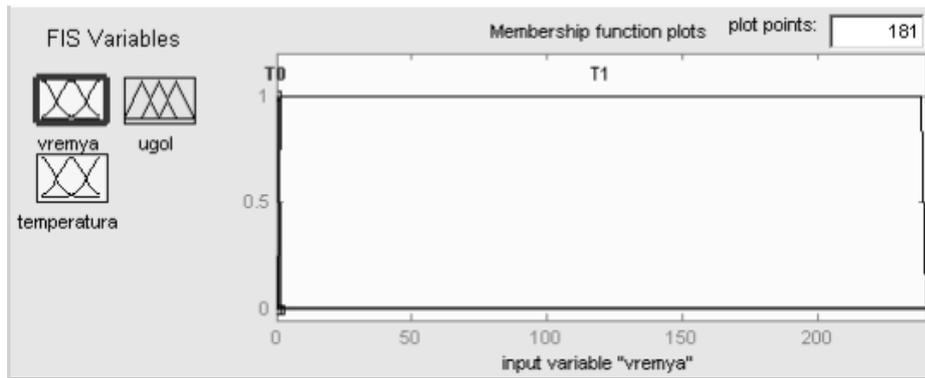


Рис. 2. Трапециевидная ФП входной переменной «время»

Трапециевидная ФП в общем виде задается аналитическим выражением вида:

$$f_T(x; a, b, c, d) = \left. \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x - a}{b - a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d - x}{d - c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases} \right\} \quad (1)$$

где  $a, b, c, d$  – некоторые числовые параметры, произвольные действительные значения и упорядоченные соотношением:  $a \leq b \leq c \leq d$  [Леон]. Применительно к ФП, изображенной на рисунке 2,  $a = 0, b = 1, c = 239, d = 240$  минут соответственно. Таким образом, в соответствии с третьим условием из (1), на интервале значений времени от 1 до 239 минуты все значения ФП будут равны 1.

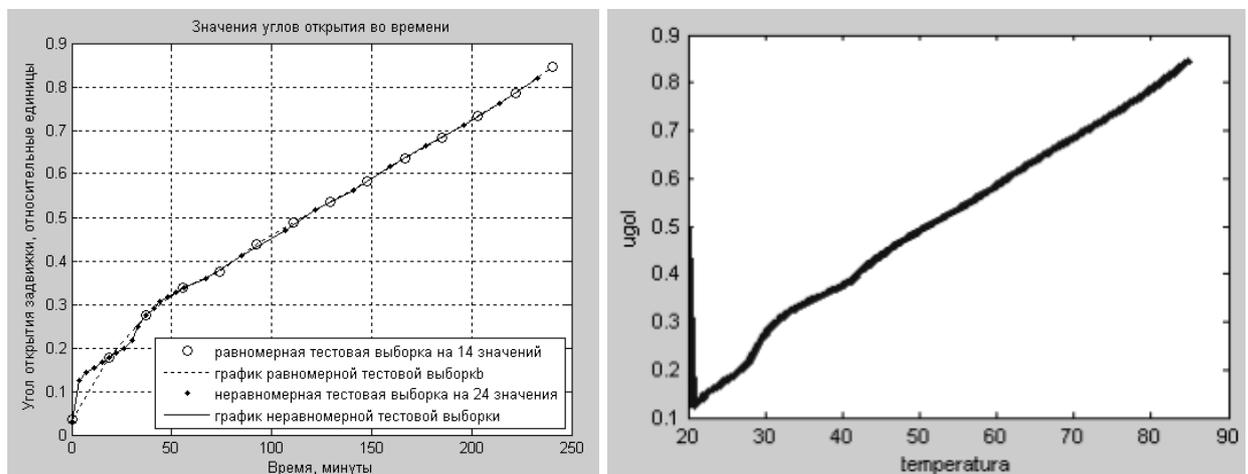
Описанное выше решение, когда ФП принимаются человеком на подсознательном уровне, классифицируются как интуитивные функции принадлежности [4 Пег]. Согласно аксиомам Шваба интуитивные ФП  $\mu(x)$  являются непрерывными на всей числовой оси области определения  $X$  что соответствует определению «ньютонова» времени.

Принятая форма ФП «время»  $T1$  должна обеспечивать непрерывность и равномерность модельного времени на интервале 1-239 минут при управлении модельным временем с постоянным шагом  $\Delta t$ . При этом подразумевается, что дискретность при представлении прямой линии «время» настолько высока, что пропусков моментов измерения температуры через каждые несколько минут не

возникнет, а потери одной минуты со значением ФП меньше единицы в начале и конце носителя нечеткого множества не принципиальны.

При анализе поверхности вывода модели №1 в координатах «время – угол» и «время – температура» предварительно установлено, что в данной модели отсутствует функциональная зависимость между модельным временем и углом открытия задвижки. Значения температуры также утратили однозначную зависимость от времени, заданную расчетным графиком повышения температуры.

Для проверки адекватности модели №1 и подтверждения результатов анализа поверхности вывода проведен вычислительный эксперимент. На входы «время» и «температура» модели №1 через различные интервалы времени длительностью от 3 до 18,5 минут в двух выборках подано 38 числовых значений модельного времени на интервале 0-240 минут и столько же значений температуры из интервала 20-85 °С. По вычисленным моделью значениям углов открытия построен график (рис. 3,а), который отражает функциональную зависимость углов открытия от времени.



а) б)  
Рис. 3. Значения углов открытия от времени (а) и температуры (б)

Поскольку целью моделирования является определение влияния на процесс модельного времени, в подпрограмме Surface Viewer для вывода поверхности модели была отключена входная переменная «время». В результате структура модели изменилась на SISO, а на выходе был получен график зависимости угла открытия от температуры (рис. 3,б). Визуальное сравнение графика, построенного по

результатам вычислительного эксперимента (рис. 3,а), и графика, построенного нечеткой моделью с отключенной входной переменной «время» (рис. 3б) указывает на их сходство. Это свидетельствует о том, что график зависимости углов открытия во времени построен на данных температурной зависимости, которая, в свою очередь, обусловлена взаимосвязью входных переменных.

На рисунке 4,а приведен расчетный график переключения углов для нечеткой модели №1, имеющий 5 значений. Для проверки графика переключения углов, вычисленных моделью №1, в подпрограмме Surface Viewer была отключена входная переменная «температура». Это также преобразовало структуру модели в SISO-структуру, а на выходе были получены графики зависимости углов открытия от модельного времени при значениях температуры 25, 50 и 75 °С, б), в) и г) соответственно (рис. 4,б, в, г). Графики (рис. 4,б, в, г) показывают, что в процессе моделирования вычисляются углы открытия, обусловленные температурной зависимостью и которые не изменяются на всем протяжении модельного времени.

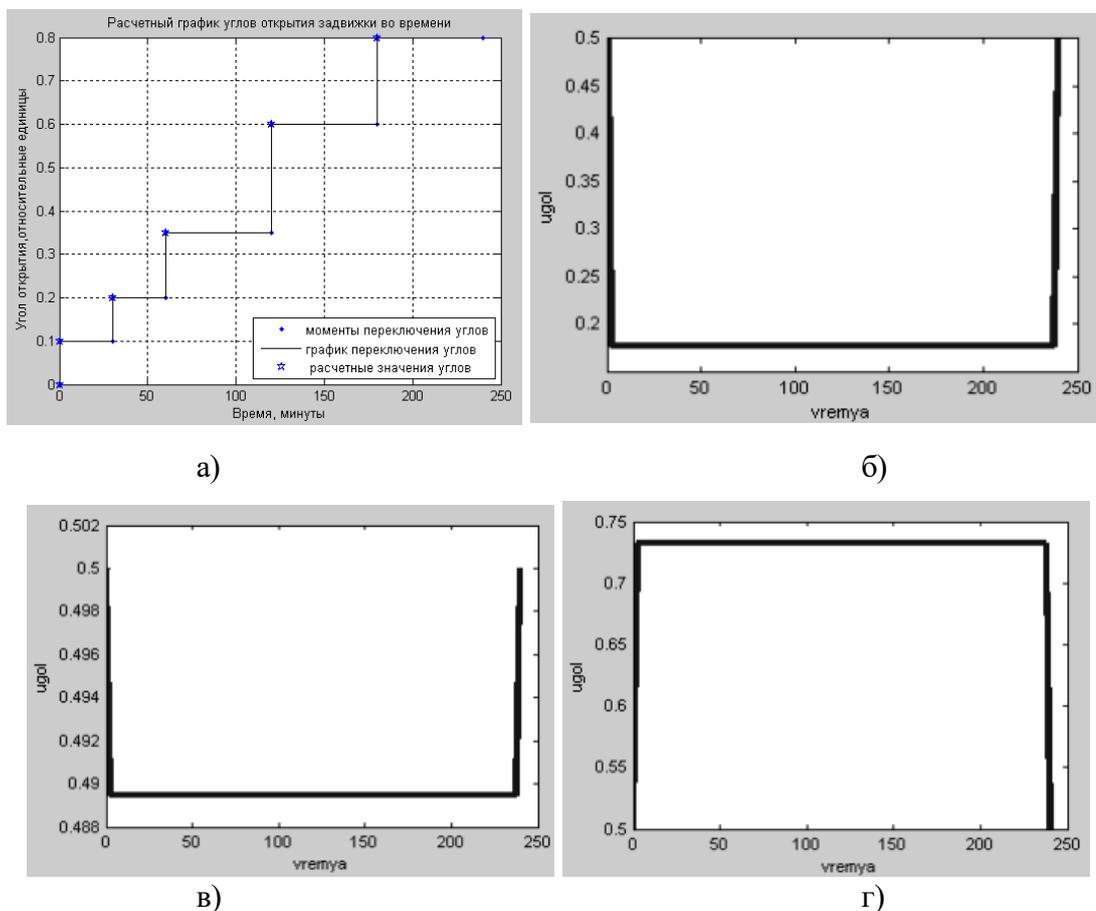


Рис. 4. Расчетные значения углов открытия (а), и значения, вычисленные нечеткой моделью №1 при значениях температур 25, 50 и 75 °С, (б, в, г)

В качестве второго варианта использования унимодальной кусочно-линейной ФП для входной переменной «время», в этой же нечеткой модели вместо трапецевидной использована треугольная ФП T1 (рис. 5). Этот тип ФП используется наиболее часто в связи с малыми затратами вычислительных ресурсов для их обработки. Такая ФП в общем случае может быть задана аналитически следующим выражением:

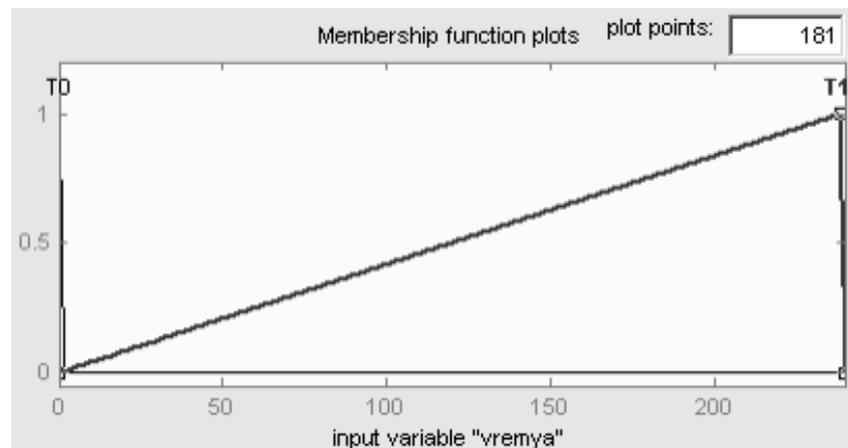


Рис. 5 .Треугольная ФП входной переменной «время»

$$f_{\Delta}(x; a, b, c) = \left\{ \begin{array}{ll} 0, & x \leq a \\ \frac{x - a}{b - a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c - x}{c - b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{array} \right\}, \quad (2)$$

где  $a, b, c$  – некоторые числовые параметры, принимающие произвольные действительные значения и упорядоченные соотношением:  $a \leq b \leq c$ .

В соответствии с третьим условием из (2), учитывая, что ФП T1 практически прямоугольный треугольник, где  $a = 0; b = 239; c = 240$  минут, функция  $f_{\Delta}(x; a, b, c)$  на всем протяжении является прямолинейной, непрерывной и возрастающей. На интуитивном уровне выбор также обоснован тем, что такая форма ФП должна отражать нарастание параметров процесса при продвижении модельного времени по прямой OT1 функции принадлежности T1 (рис. 5).

Предварительный анализ поверхности вывода подтвердил, что присутствует влияние входной переменной «время» на выходную переменную «угол» на интервале значений модельного времени от 0 до примерно 150 минуты, после чего влияние постепенно прекращается.

С моделью №2 также проведен вычислительный эксперимент, в котором на ее входы были поданы те же тестовые выборки, что использованы в модели №1. В результате получен график зависимости углов открытия во времени, подтверждающий влияние входной переменной «время» на процесс регулирования углов в первой половине этапа повышения температуры (рис. 6,а).

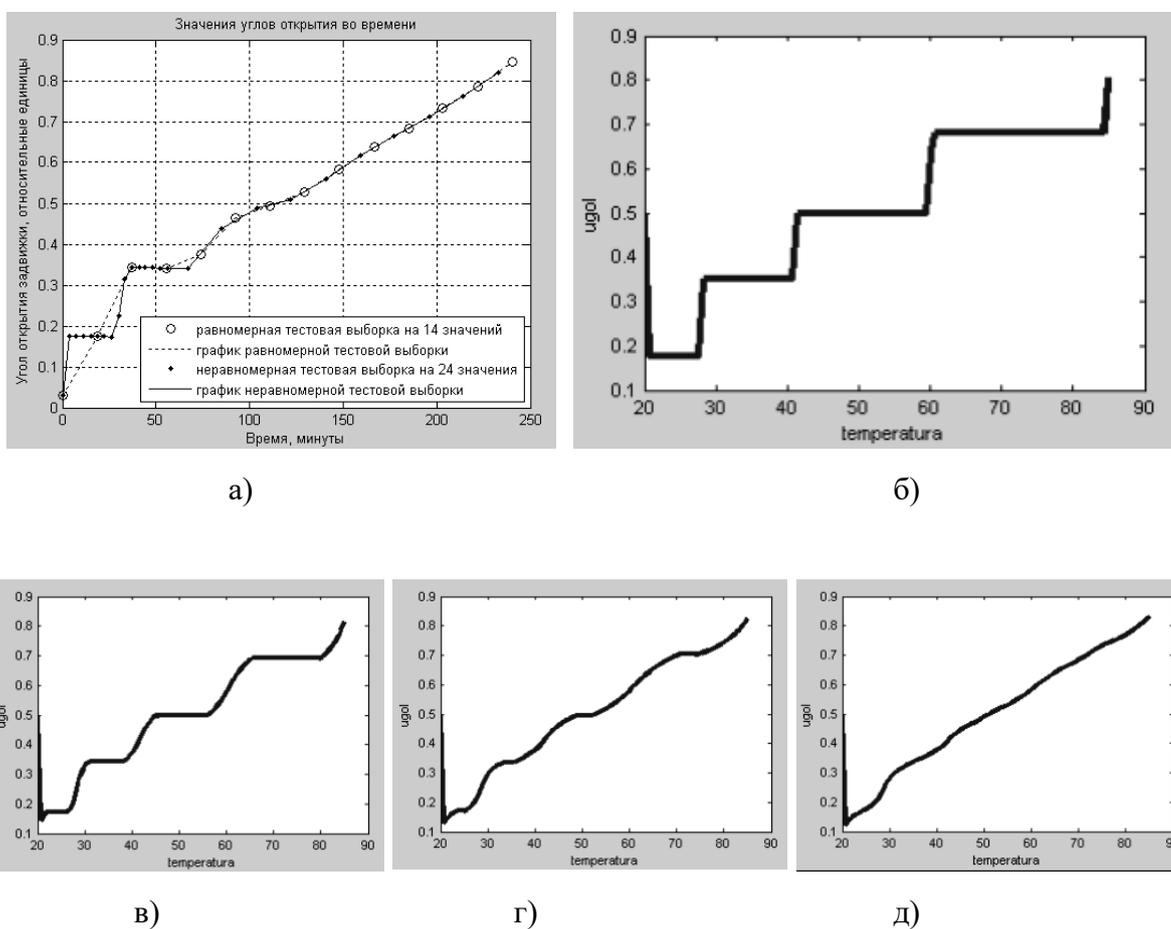


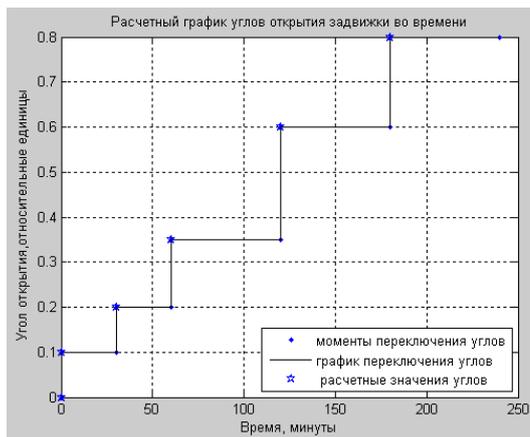
Рис. 6. График открытия углов во времени (а), и исчезающая зависимость углов открытия от температуры (б, в, г, д) при увеличении значений модельного времени

Отключение в подпрограмме Surface Viewer входной переменной «время» позволило получить графики зависимости углов открытия от температуры при

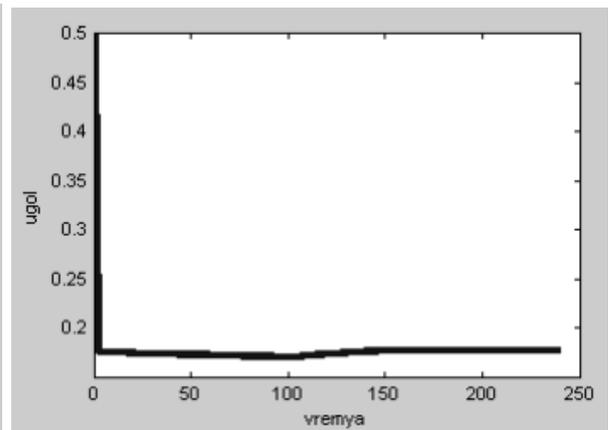
определенных значениях модельного времени 5, 50, 100 и 150 минут (рис. 6,б, в, г и д соответственно).

Такая форма графиков указывает на наличие полной функциональной зависимости углов открытия как от значений модельного времени, так и от значений температуры на начальном этапе повышения температуры. При продвижении модельного времени зависимость постепенно снижается, и при значении примерно 150 минут исчезает.

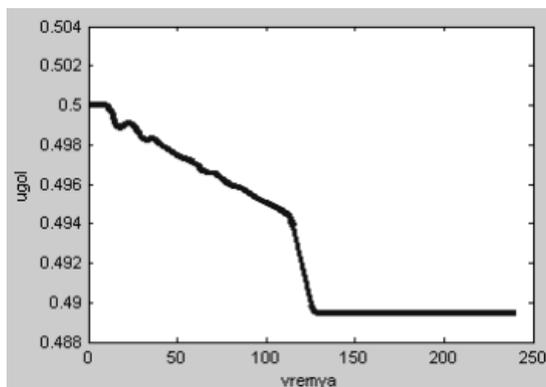
На рисунке 7,а приведен расчетный график переключения углов, общий для двух моделей, и графики зависимости углов открытия от модельного времени, вычисленные моделью №2 при значениях температуры 25, 50 и 75 °С (рис. 7,б, в, г) соответственно.



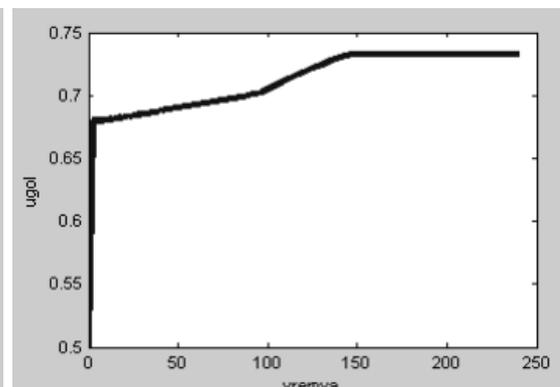
а)



б)



в)



г)

Рис. 7. расчетный график открытия углов (а) и значения углов, вычисленные нечеткой моделью №2 при значениях температуры 25, 50 и 75 °С (б, в, г) соответственно.

Зависимость углов открытия от времени на графиках имеет сложный характер, но повторяет особенность, связанную с исчезновением влияния модельного времени при его продвижении примерно со 150-ой минуты.

Таким образом показано, что принимаемые человеком на интуитивном уровне кусочно-линейные ФП для входной переменной «время» при нечетком моделировании нестационарных тепловых процессов не дают ожидаемого результата в части соблюдения хронологии открытия углов в соответствии с расчетным графиком.

В заключение можно отметить, что в ходе вычислительных экспериментов с моделями показано, что при любом значении модельного времени, описанного в форме одной кусочно-линейной ФП, от 1 до 239 минуты частично или полностью отсутствует зависимость значений углов открытия от значений модельного времени. Нечеткая модель при этом сохраняет работоспособность, вычисляя зависимость угла открытия только от значений температуры, что приводит к искажению результатов моделирования.

#### Литература

1. Усманов З.Д. Моделирование времени. – М.: Знание, 1991. – 48 с. – (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Математика, кибернетика»; №4). Электронный ресурс. Путь доступа: <https://read.in.ua/book106902/> (дата обращения: 13.04.2021 г.)
2. Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б. Моделирование систем. Динамические и гибридные системы. Учебное пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 224 с.
3. Представление времени в имитационном моделировании. В. В. Окольников. Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Новосибирск, Россия. Электронный ресурс. Путь доступа: <http://www.ict.nsc.ru/jct/getfile.php?id=764> (дата обращения: 13.04.2021 г.).

4. Пегат. А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 798 с.

5. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.

6. Гостев В.И. Нечеткие регуляторы в системах автоматического управления. – К.: «Радиоаматор», 2008. – 972 с. Электронный ресурс. Путь доступа: [http://library.kpi.kharkov.ua/files/new\\_postupleniya/gostnr.pdf](http://library.kpi.kharkov.ua/files/new_postupleniya/gostnr.pdf) (дата обращения: 13.04.2021 г.).

7. Гостев В.И. Проектирование нечетких регуляторов для систем автоматического управления. – СПб.: БХВ – Петербург, 2011. – 416 с.

8. Прогнозирование временных рядов: нечеткие модели / Т.В. Афанасьева, А.М. Наместников, И.Г. Перфильева, А.А. Романов, Н.Г. Ярушкина; под науч. ред. Н.Г. Ярушкиной. – Ульяновск: УлГТУ, 2014. – 145 с. Электронное издание. Путь доступа: <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2015/192.pdf> (дата обращения: 13.04.2021 г.).

9. Управление модельным временем Электронный ресурс. Путь доступа: [https://studme.org/190942/ekonomika/upravlenie\\_modelnym\\_vremenem](https://studme.org/190942/ekonomika/upravlenie_modelnym_vremenem) (дата обращения: 13.04.2021 г.).

---

*Gorbunov AI, Candidate of Technical Sciences Associate Professor, Vladimir Dahl  
Luhansk State University, Lugansk*

## SIMULATION OF TIME IN FUZZY MODELS

*Abstract: Fuzzy modeling of non-stationary processes is of great applied importance and is an urgent problem. Fuzzy models are imitation ones, and they use model time, the display of which is complicated by the specifics of fuzzy inference algorithms. This article discusses the results of using intuitive membership functions in a fuzzy model for the input variable "time".*

*Key words: model time, simulation modeling, fuzzy model, non-stationary process, computational experiment.*

УДК 546.284

*Жданов С. А. кандидат технических наук, профессор кафедры конституционного права и историко-правовых дисциплин Юридического института ГОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» e-mail: [zholsa11@gmail.com](mailto:zholsa11@gmail.com)*

*Малкин В.Ю. кандидат юридических наук, директор института гражданской защиты, зав. кафедрой пожарной безопасности ГОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» e-mail: [malkvu@mail.ru](mailto:malkvu@mail.ru)*

*Жданова М.Н. кандидат химических наук, доцент кафедры технической сервис в АПК ГОУ ЛНР «Луганский государственный аграрный университет» e-mail: [zholsa11@gmail.com](mailto:zholsa11@gmail.com)*

## РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

*Аннотация. Исследование посвящено разработке состава и технологии нанесения современной огнезащитной краски. Показаны преимущества и недостатки современных огнезащитных красок при термическом воздействии. Разработан состав новой огнезащитной краски на основе полистирольного покрытия, в которой в качестве наполнителей использованы нановолокна гидроксиапатита, а в качестве термодатчика - оксид графена. Предложенная «умная» лакокрасочная композиция, кроме огнезащитных свойств, обладает возможностью обеспечения пожарной сигнализации. Термодатчики, являющиеся непосредственной составляющей материала краски, способны длительное время подавать сигнал о пожаре.*

*Ключевые слова: огнезащитные краски; нанотехнологии; огнестойкость; полистирольное покрытие; гидроксиапатит; оксид графена; термодатчик.*

Современные противопожарные краски и эмали представляют собой многокомпонентные системы, обеспечивающие защиту конструкций, выполненных из различных материалов. В зависимости от природы материалов практическое применение находят два типа покрытий: не вспучивающиеся и вспучивающиеся [1].

Не вспучивающиеся противопожарные краски изготавливаются на основе жидкого стекла и образуют на обрабатываемой поверхности защитную теплонепроницаемую пленку. Как правило ими покрывают

деревянные изделия или конструкции. Это - дорогие краски, которые не способны долго сопротивляться огню и поэтому их использование ограничено.

Вспучивающиеся краски при обычных температурных условиях похожи на лакокрасочные покрытия и при воздействии температурного фактора, особенно при температурах выше 150°C градусов вспучиваются, образуя пенный твердый термозащитный слой. Они увеличиваются в объеме в 20 раз, создают коксоподобную прослойку, которая обладает низкой теплопроводностью и защищает изделие от перегрева. В процессе горения протекают химические реакции между составляющими компонентами и окислительной средой. Покрытие начинает распадаться на мелкие частицы или газ, которые препятствуют разрастанию пламени, а некоторые составы выделяют влагу. Вспучивающиеся огнестойкие покрытия используют для окрашивания металлических изделий и конструкций.

Вспучивающиеся краски изготавливают на водной и органической основе.

Достоинства красок на водной основе: отсутствие неприятного запаха, простота нанесения, отличная адгезия к основанию, экономичность (малый расход), возможность получения необходимого цвета за счет введения пигментов, не отягощение обработанных конструкций благодаря небольшой собственной массе.

Характерные компоненты для противопожарных вспучивающихся составов это порошок графит, антипирен, полимерный лак.

Все водно-дисперсионные краски в зависимости от связующих компонентов делятся на следующие виды:

- составы на основе клея ПВА имеют невысокую цену, низкую влагостойкость, поэтому пригодны для окрашивания стен и потолков в сухих помещениях;

- акриловые — универсальны, сохраняют цвет, быстро сохнут, обладают водонепроницаемостью, влагостойкостью, светостойкостью и пропускают воздух;
- бутадиен-стирольные — отличаются водостойкостью, но разрушаются под воздействием света, поэтому применяются в плохо освещаемых помещениях.

Огнезащитная краска на водной основе выпускается множеством российских и зарубежных производителей.

Преимущества использования огнезащитных красок:

- меньшие затраты труда и денег (на порядок ниже) в сравнении со штукатуркой и облицовкой огнестойкими плитами;
- краской можно покрывать поверхности на любой стадии строительства и эксплуатации объекта;
- красящим средством можно пользоваться в труднодоступных местах;
- по истечении срока действия покрытия, не представляет проблем обновить покраску;
- многие виды краски поддаются колорированию, поэтому обеспечивают выполнение эстетических требований и дизайнерских замыслов;
- после высыхания лакокрасочные покрытия не выделяют токсических веществ, полностью безопасны для здоровья людей;
- краски обладают повышенной сопротивляемостью вибрациям (со временем не отслаиваются);
- лакокрасочные составы соответствуют требованиям ГОСТ.

Однако выпускаемые в промышленном масштабе вспучивающиеся огнезащитные краски отличаются относительно высокой стоимостью, не всегда коррозионно-устойчивы в отдельных агрессивных средах. В некоторых случаях из-за низкой пластичности при термическом воздействии они трескаются, а не растягиваются вместе с материалом.

Актуальность проблемы связана с необходимостью разработки составов современных огнезащитных лакокрасочных покрытий с использованием дешевого сырья и применением в качестве наполнителей нанопорошков для улучшения физико-механических свойств и огнезащитных характеристик.

Нанопорошки представляют собой ультрадисперсные порошки, размер которых не превышает 500 нм ( $1\text{ нм} = 10^{-9}\text{ м}$ ), имея большую удельную поверхность и наличие линейных дефектов - дислокаций, обладают высокими физико-механическими и прочностными характеристиками. Как показали результаты многочисленных исследований отечественных и зарубежных авторов [2] их использование открывает возможности управления давно известными веществами с усилением определенного качества в сторону, необходимую как производителю, так и потребителю. В настоящее время в промышленном производстве появились краски, полученные с использованием нанотехнологий. Само понятие «нанокраска» при применении новейших технологий поднимает это понятие на совершенно новый уровень восприятия. Подобные краски обладают совершенно уникальными свойствами, придавая им статус «умных» красок [3].

Применение нанотехнологий в ЛКМ-промышленности касается выпуска новых видов красок с измененными в лучшую сторону свойствами. Краски нового поколения сочетают в себе качества двух-трех видов прежних красок.

Эксперименты с наночастицами в ЛКМ позволяют получить поистине уникальные результаты. Одними из последних достижений в этой области можно считать исследовательские работы по получению практически не отделимых от металлической поверхности сверхтонких пленок. Они создаются, например, с помощью оксида магния, который в виде порошка наносится на металл, нагревается при взаимодействии с кислородом, а затем охлаждается [4].

Целью настоящего исследования явилась разработка состава противопожарной краски нового поколения, обладающей элементами интеллектуальных свойств на основе нанотехнологий. Внедрение наночастиц в слой полимеров, позволяет им улучшить или приобрести новые качества, которые дают возможность получить «самоорганизующиеся» ЛКМ, «думающие» самостоятельно. Суть заключается в том, что лакокрасочные материалы модифицируются на наноуровне таким образом, что они могут приспособливаться к внешним условиям, либо каким-то образом реагировать на них.

В качестве лакокрасочного покрытия для создания такой краски предлагается полистирольный лак на основе отходов производства полистирола и каменноугольной смолы («Стикор»). В качестве наполнителей были выбраны неорганические материалы гидроксиапатит  $\text{Ca}_{10}\text{OH}_2(\text{PO}_4)_6$  и оксид графена (ГО).

Предлагаемое лакокрасочное покрытие на основе полистирола по результатам испытаний показало высокую атмосферостойкость, влагостойкость, температуростойкость, высокие показатели по адгезии и износостойкости, стойкости при ударе и изгибе лучше, чем у ЛКМ на основе уретановых и эпоксидных смол. Электрохимические исследования продемонстрировали хорошие защитные свойства, которые препятствуют возникновению подпленочной коррозии при воздействии агрессивных сред. Для сравнения на рис. 1 приведены анодные потенциостатические кривые различных лакокрасочных покрытий.

Потенциостатические исследования позволяют определить величину сдвига стационарного потенциала ( $\Psi$ ) и степень снижения плотности пассивирующего тока ( $I$ ), которые являются критерием для сравнительной ускоренной оценки защитной способности антикоррозионной композиций [5]. Потенциостатические кривые снимали на потенциостате со скоростью развертки 3 В/час в трехэлектродной ячейке. Анализ потенциостатических кривых показывает, что для покрытий ЭП-793 и «Стикор» наблюдается

эффект сдвига стационарного потенциала в положительную сторону и уменьшается плотность пассивирующего тока.

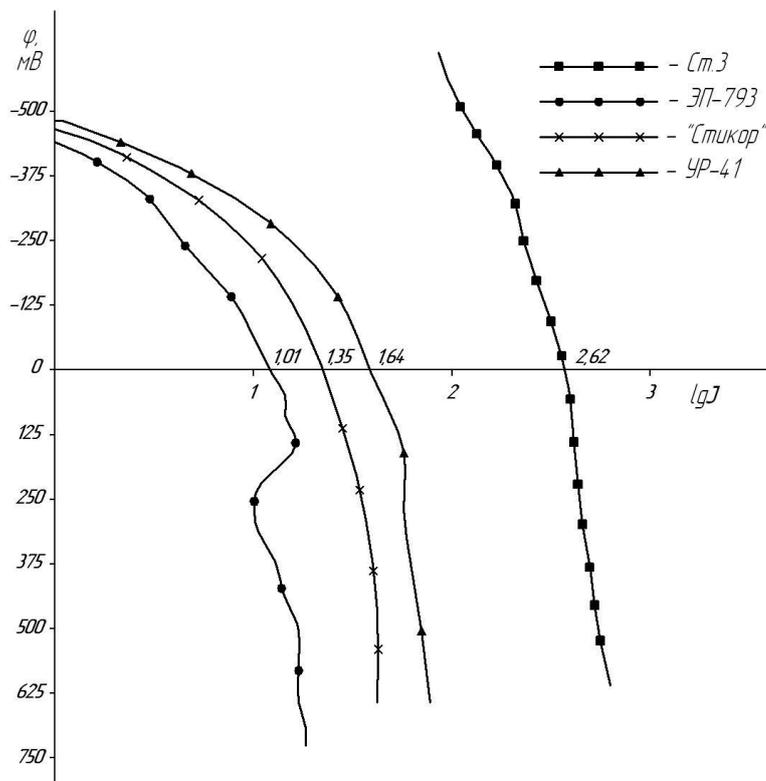


Рис. 1. Анодные потенциостатические кривые

Повышение анодной поляризации металла с лакокрасочным покрытием свидетельствует об интенсивном протекании реакции образования оксидов. Образующая при этом защитная пленка препятствует прохождению электрохимической коррозии, а большая часть тока тратится на выделение кислорода [6].

С помощью емкостно-омического метода изучена возможность кинетики разрушения лакокрасочных пленок на металле в электролитах и с его помощью получены ценные сведения о механизме процесса. По изменению емкости и сопротивления можно судить об изменении защитных свойств лакокрасочных покрытий, их адгезии и стойкости в условиях эксплуатации.

Результаты емкостно-омических исследований приведены на рис.2.

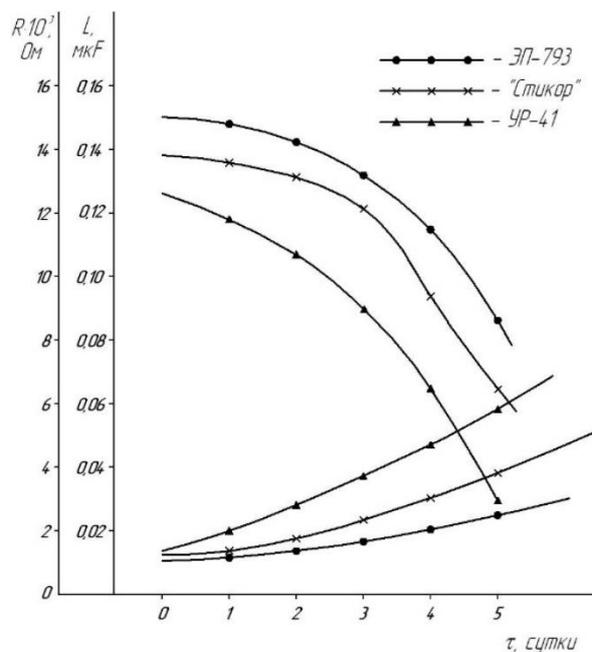


Рис. 2. Изменение электрических характеристик защитных свойств покрытий

Как показали исследования композиция «Стикор» имеет достаточно высокие значения сопротивления  $13-14 \cdot 10^3$  Ом после 1 суток испытаний и  $5-7 \cdot 10^3$  после 5 суток испытаний и низкие значения дифференциальной емкости и незначительно уступает по своим характеристикам эпоксидному покрытию ЭП-793.

При более длительном испытании отмечено снижение величины сопротивления и увеличение емкости, что свидетельствует о протекании коррозионных процессов под пленкой.

Дальнейшей задачей исследования являлось получение негорючего многослойного покрытия, одним из слоев которого является разработанный лакокрасочный материал «Стикор» с введенными в него в качестве наполнителей нанопорошков гидроксиапатита и оксида графена.

Гидроксиапатит ( $\text{Ca}_{10}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6$ ), хорошо известный член семейства фосфатов кальция, обладающий высокой твердостью ( $4,6 \pm 0,4$  ГПа), хрупкостью и плохой гибкостью.

Совершенно другие качественные характеристики приобретает наноструктурированный порошок гидроксиапатита. В нанодисперсном состоянии он имеет форму нанонитей со сверхвысокими соотношениями

сторон толщиной около 10 нм и длиной более 10 мкм, которые обладают высокой гибкостью, рис. 3.

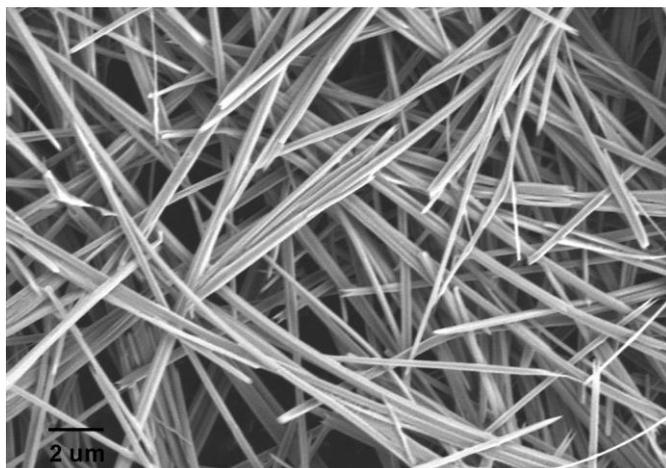


Рис. 3. Гидроксиапатитовые нанопроволоки

Сверхдлинные гидроксиапатитовые нанопроволоки являются перспективным наноматериалом со многими преимуществами, такими как высокая гибкость, хорошие механические свойства, высокая термостабильность и огнестойкость. Такое сочетание физико-механических и огнестойких свойств обусловлено большой удельной поверхностью и особенностью строения – наличием большого количества линейных дефектов дислокаций. Поэтому сверхдлинные гидроксиапатитовые нанопроволоки являются превосходными строительными материалами для изготовления пластичного огнестойкого неорганического покрытия. Учитывая вышеперечисленные преимущества, мы пришли к выводу, что огнестойкий неорганический материал на основе гидроксиапатита подходит для применения в качестве наполнителя ЛКМ. Для увеличения механической прочности эти нанонити должны быть расположены в слое покрытия в виде плоских переплетенных сеток, а также в виде волокон, намотанных на стеклянные провода из оксида кремния. В составе наполнителя, таким образом, вводится примерно 20% стеклянных микроволокон.

Успешное тушение пожара в значительной степени зависит от правильно организованной и надежно действующей связи и сигнализации.

Срабатывание автоматического пожарного извещателя носит общий или дифференцированный характер, отдельно реагируя на тепловое, ультрафиолетовое, ионизационное и ультразвуковое излучения. В реальных условиях большая часть строительных материалов имеет органическую основу, поэтому при возникновении пожара температура растет очень быстро, что приводит к смещению параметров газовой среды и нарушает четкое срабатывание автоматического пожарного извещателя. Известны примеры использования в качестве термочувствительных датчиков оксида графена [7].

Вводимый в состав огнезащитного покрытия оксид графена представляет собой двумерную модификацию углерода. Сенсорные элементы на основе ОГ, размещенные в краске первого слоя, способны изменять свои свойства при изменении температуры окружающей среды – вырабатывать электричество, изменять сопротивление или менять диэлектрические свойства на токопроводящие. Это позволяет быстро, в течение 2 – 3 секунд, реагировать на повышение температуры и срабатывать при нагреве до 150<sup>0</sup> С. В открытом огне указанные сенсорные элементы сохраняют свои свойства не менее 5 минут и всё это время «работают», сигнализируя о пожаре. Покрытие может применяться самостоятельно, либо в качестве одного из слоёв в сочетании с другими лакокрасочными материалами. Подобные композиции являются представителями новой «умной» перспективной огнезащитной технологии, обладающей способностью подачи тревожного сигнала.

Предложенный в качестве термодатчика в этой краске оксид графена при повышении температуры выделяет из своей структуры все кислородсодержащие функциональные группы, что приводит к переходу его из диэлектрического в проводящее состояние. Потеря кислородных атомов подтверждается методом дифракционного рентгеновского анализа. Для термочувствительного датчика оксида графена без термической обработки

имеется резкий дифракционный пик, расположенный при  $2\theta = 10,902^\circ$  (рис.4), соответствующий межплоскостному расстоянию  $d = \sim 8,12 \text{ \AA}$ .

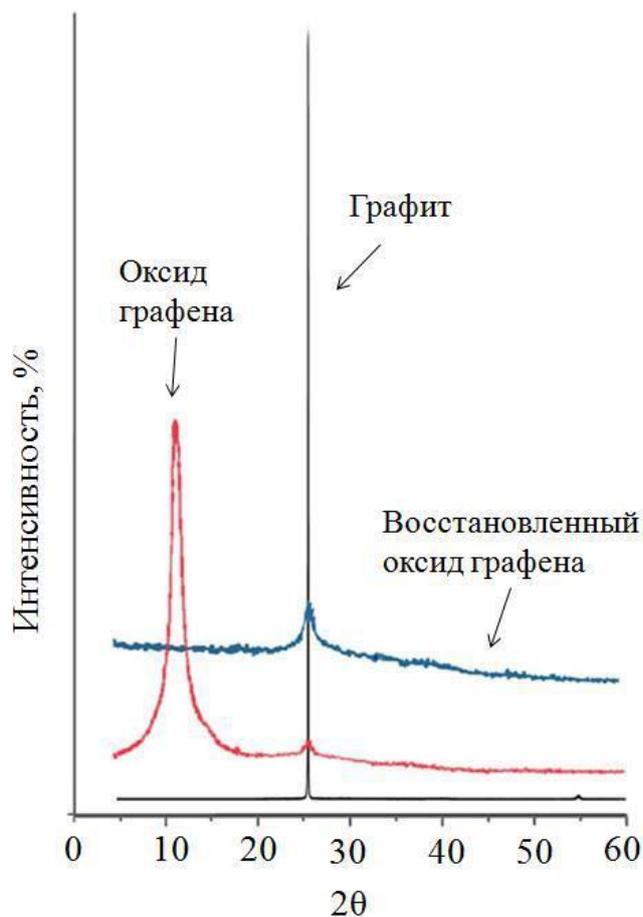


Рис.4. Фрагмент дифрактограммы оксида графена до и после термического воздействия

При повышении температуры термической обработки до  $150^\circ\text{C}$  этот дифракционный пик смещается до  $2\theta = 11,443^\circ$  ( $d = \sim 7,73 \text{ \AA}$ ). Уменьшение межслойного расстояния можно объяснить ослаблением сил отталкивания между листами оксида графена за счет удаления кислородсодержащих групп. Этот дифракционный пик термочувствительного датчика оксида графена, термически обработанного при  $200^\circ\text{C}$ , продолжает смещаться к более высокой степени дифракции ( $2\theta = 13,723^\circ$ ,  $d = \sim 6,45 \text{ \AA}$ ), и, кроме того, наблюдается дополнительный широкий пик при  $2\theta = \sim 22,087^\circ$ , что указывает на некоторое удаление кислородсодержащих групп. Для термочувствительного датчика оксида графена термически обработанного при  $250^\circ\text{C}$ , дифракционный пик ниже  $2\theta = 15^\circ$  полностью исчезает, и

наблюдается только широкий пик при  $2\theta = 23.388^\circ$ . Этот пик близок к характерному дифракционному пику графита ( $2\theta = \sim 26,6^\circ$ ), что свидетельствует о высокой степени восстановления.

Высокая температура быстро удаляет кислородсодержащие группы, что превращает электрически изолированный оксид графена в высоко токопроводящий редуцированный ГО. Эта его особенность подходит для применения в качестве термочувствительного датчика. При пожаре температура значительно выше температуры перехода оксида графена из электрически изолированного состояния в токопроводящее. Поэтому сигнальная лампа и зуммер, соединенные с термочувствительным датчиком оксида графена, будут посылать сигналы тревоги, как только ГО подвергнется воздействию пламени.

Выводы. Представлена характеристика современных огнезащитных красок на водной и органической основе. Показаны их преимущества и недостатки при термическом воздействии. Рассмотрена роль современных технологий, и в первую очередь нанотехнологий, используемых в последнее время в производстве огнезащитных красок нового поколения.

В результате проведенных исследований разработан состав новой огнезащитной краски на основе полистирольного покрытия, обладающего высокими физико-химическими, механическими и коррозионными свойствами, и хорошей адгезией. В качестве наполнителя для усиления огнезащитных свойств и гибкости покрытия использованы нановолокна гидроксиапатита. В качестве термодатчика в краску введен оксид графена, способный при воздействии температуры изменять свои диэлектрические свойства в высоко токопроводящие.

По сравнению с выпускаемыми промышленными огнезащитными красками, предложенная «умная» лакокрасочная композиция, модифицированная нанопорошками гидроксиапатита и оксида графена, обладает возможностью обеспечения пожарной сигнализации. «Умные» покрытия с помощью различных пигментов могут быть окрашены в

различные цвета и наноситься в несколько слоев и, таким образом, имеют перспективное применение в безопасной внутренней отделке домов и защите промышленных объектов. В отличие от старых датчиков, новые термодатчики, являющиеся непосредственной составляющей материала краски, будут достаточно долго подавать сигнал. Подключив к тревожной сети звуковую и световую пожарную сигнализацию, они позволят значительно повысить безопасность помещений и обеспечить своевременную эвакуацию людей.

### Литература

1. Огнезащитные краски: виды, свойства, преимущества, правила нанесения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/ognezashhitnyie-kraski-vidyi-svoystva-preimushhestva-pravila-naneseniya/> (Дата обращения 24.09.2020)
2. Материалы нанотехнологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lkmprom.ru/analitika/primenenie-nanotekhnologiy-v-lakokrasochnoy-promys/> (Дата обращения 02.08.2015)
3. Нано краски – новые результаты работы с привычными материалами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ligamasterov.com/note/40/Nano-kraski-novye-rezultaty-raboty-s-privychnymi-materialami/> (Дата обращения 28.03.2021)
4. Способ получения наноразмерной пленки MgO (111) на металлической подложке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [findpatent.ru/patent/244/2442842.html](http://findpatent.ru/patent/244/2442842.html) (Дата обращения 28.03.2021)
5. Фрейман Л.И. Потенциостатические методы в коррозионных исследованиях и электрохимической защите / Л.И. Фрейман, В.А. Макаров. – Л.: Химия, 1972 - 221 с.
6. Поляризация при анодном растворении металлов.

Справочник химика 21 века. Химия и химическая технология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.chem21.info/index/> (Дата обращения 28.03.2021)

7. Графен как сверхчувствительный термодатчик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [sdelanounas.ru/Лента/131352](http://sdelanounas.ru/Лента/131352) (Дата обращения 28.03.2021)

---

*Zhdanov S. A. PhD in Technical Sciences, Professor of the Constitutional Law and Historical and Legal Disciplines Department of the Law Institute of the State Educational Institution of Higher Education of Lugansk People's Republic "Vladimir Dal Lugansk State University" e-mail: [zholsa11@gmail.com](mailto:zholsa11@gmail.com)*

*Malkin V.Yu. PhD in Legal Sciences, Director of the Institute of Civil Protection, Head of Fire Safety Department of the State Educational Institution of Higher Education of Lugansk People's Republic "Vladimir Dal Lugansk State University", e-mail: [malkvu@mail.ru](mailto:malkvu@mail.ru)*

*Zhdanova M.N. PhD in Chemistry, Associate Professor of the Technical Service in the Agroindustrial Complex Department of the State Educational Institution of Higher Education of Lugansk People's Republic "Lugansk State Agrarian University" e-mail: [zholsa11@gmail.com](mailto:zholsa11@gmail.com)*

## DEVELOPMENT OF MODERN FIREPROOF COATINGS USING NANOTECHNOLOGIES

*Abstract. The study is devoted to the development of the composition and technology of applying modern fire retardant paint. The advantages and disadvantages of modern fire retardant paints under thermal exposure are shown. The composition of a new fire retardant paint based on a polystyrene coating has been developed, in which hydroxyapatite nanofibers are used as fillers, and graphene oxide is used as a thermal sensor. The proposed "smart" paint and varnish composition, in addition to fire-retardant properties, has the ability to provide a fire alarm. Thermal sensors, which are a direct component of the paint material, are capable of signaling a fire for a long time.*

*Keywords: compositions of fire retardant coatings; fire resistance; polystyrene coating; fillers; nanofibers; hydroxyapatite; graphene oxide; fire alarm; thermal sensor.*

УДК 614.8

*Кацавалов Е.А., Министр чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий Луганской Народной Республики*

*Малкин В.Ю., «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», директор института гражданской защиты, заведующий кафедрой пожарной безопасности, к.ю. н., malkvu@mail.ru.*

*Ермак В.П., «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», профессор кафедры пожарной безопасности, института гражданской защиты, vermak1@list.ru.*

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO В СИСТЕМАХ ВЫЯВЛЕНИЯ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА**

*Аннотация: Предлагается функции мониторинга пожарной ситуации на лесных насаждениях, объектах инфраструктуры народного хозяйства возложить на автономные модули мониторинга пожарной ситуации, созданные на базе недорогой и хорошо масштабируемой аппаратной платформы ARDUINO. Для уменьшения времени реакции на информацию о пожарах, предлагается функции сбора информации и оповещения пожарных расчетов возложить на систему искусственного интеллекта.*

*Ключевые слова: пожар; выявления и тушение пожаров; модуль мониторинга пожарной обстановки; противопожарный модуль.*

Пожары в народном хозяйстве ежегодно наносят огромный ущерб инфраструктуре и сельскому и лесному хозяйству Луганской Народной Республики. Ущерб наносится как объектам производственной инфраструктуры, так и сельскохозяйственной и муниципальной технике.

Ущерб от пожаров согласно оценочной стоимости в Луганской Народной Республике с начала года составила более 43 млн. руб. За этот период, силами служб МЧС ЛНР было зарегистрировано и потушено более 2 930 пожаров.

Пожары на объектах сельского и лесного хозяйства развиваются до приличных масштабов и наносят большой ущерб, благодаря наличию следующих факторов:

- наличие большого количества легковоспламеняемых и горючих материалов, расположенных на больших площадях (склады, стоги сена, соломы, зернохранилища, урожайные поля и т.п.);
- позднее обнаружение и сообщение о пожаре;
- удаленность от пожарных частей;
- затрудненность проезда к месту пожара;
- отсутствие источников воды в непосредственной близости к месту пожара;
- отсутствие или неисправность первичных средств пожаротушения;
- незнание работниками своих обязанностей при пожаре.

Как следствие – уничтожается огнем техника, урожай, гибнет скот, полностью сгорают и приходят в негодность склады и технологические установки, наносится непоправимый ущерб экологии, получают ожоги, травмы и гибнут люди.

В условиях боевых действий на территории Луганской Народной Республики возникает вероятность массовых возгораний объектов сельскохозяйственного производства, техники и зелёных насаждений вследствие попадания боевых зарядов.

Другой неприятной особенностью является возможность перебрасывания лесных и полевых пожаров с территории соседних государств, по линии разграничения.

На современном этапе развития техники, обязанности по мониторингу пожарной обстановки и тушению пожаров на аграрных предприятиях и объектах их инфраструктуры, в основном возлагаются на работающий персонал предприятий и службы Министерства чрезвычайных ситуаций Луганской Народной Республики.

В условиях городских объектов инфраструктуры для мониторинга пожарной обстановки и охранной сигнализации используются аналогово-

цифровые системы типа «Тирас», «Артон», «Лунь», «Satel», «Дунай» и подобными [1-3], представлено на рис.1.



Рис.1. Внешний вид современного комплекса пожарной сигнализации «TIRAS PRIME A»

В целом такие системы обладают жестко фиксированными типами возможных конфигураций, а так же имеют высокую стоимость и низкую помехозащищенность, что обуславливается применением в основном аналоговых датчиков, срабатывающих по TTL уровню, и требующего на каждый датчик дыма, или температуры или возгорания отдельного коммуникационного провода в монтируемой магистрали.

Кроме этого, такие системы, сложно применимы для автономного мониторинга пожарной обстановки на полях сельскохозяйственных культур, а также лесных насаждений, и отдельно стоящих на большом удалении объектов инфраструктуры аграрного назначения, например складов, элеваторов, насосных и т.д.

Используемые системы мониторинга и пожарной сигнализации об возгораниях, торговой марки «Тирас» производства Украины, установленные в большом количестве, вследствие боевых действий и напряженной военно-политической обстановки между Луганской Народной Республикой и Украиной, не могут быть в достаточной мере доукомплектованы запасными и расходными частями.

Таким образом, с течением времени установленные системы пожарных, тревожных сигнализаций украинского производства не могут быть модернизированы, и длительное время поддерживаться в технически исправном состоянии. Это связано с невозможностью прямых поставок через линию разграничения запасных частей, датчиков и расходных материалов.

Одним из возможных путей решения проблемы переоснащения пожарных сигнализаций и систем автоматического реагирования на пожары, является приобретение дорогостоящего оборудования производства Российской Федерации (см. рис. 2) и зарубежного производства.

При этом, существующие системы пожарной и тревожной сигнализации нуждаются в полном демонтаже и замене.



Рис.2. Внешний вид современного комплекса охранно-пожарной сигнализации «СИГНАЛ-20П» производство Российской Федерации

Таким образом, задача обслуживания, монтажа, замены и поддержания в работоспособном состоянии комплекса систем пожарной и тревожной сигнализации на объектах инфраструктуры и производства Луганской Народной Республики является актуальной.

Существующий на протяжении большого количества лет способ обработки заявок граждан на вызов служб МЧС для тушения пожаров обладает рядом недостатков, связанных с человеческим фактором,

обеспечивающим длительное время приема, регистрации и реакции на поступившие оперативные данные о возгораниях.

Целью настоящей работы является разработка путей решения актуальной задачи создания, обслуживания и поддержания в работоспособном состоянии систем пожарной и тревожной сигнализации на объектах Луганской Народной Республики с минимальными затратами энергетических, человеческих и денежных ресурсов.

Наиболее простыми, удобными и надежными являются цифровые системы пожарной и тревожной сигнализации, построенными на основе однокристальных микрокомпьютеров, называемых микроконтроллерами.

В мире существует огромное количество разных производителей и разновидности выпускаемых микроконтроллеров, пригодных для построения на их базе систем пожарной и тревожной сигнализации и применения в условиях Луганской Народной Республики.

Наиболее распространенными являются микроконтроллеры фирмы MicroChip и Atmel, а так же их китайские аналоги или копии.

Каждый из этих микроконтроллеров требует некоторую обвязку, т.н. программатор, для записи исполняемой программы для работы микроконтроллера как сердца системы пожарной или тревожной сигнализации. Кроме этого, каждый из таких микроконтроллеров требует своих языков программирования, часто несовместимых между собой, например ассемблерный компилятор и C++.

В настоящее время широкое распространение получили микроконтроллеры Atmel собранные вместе с адаптером интерфейса USB и загрузчиком на маленькой плате, подготовленное к прямому программированию под управлением операционной системы Windows.

Наиболее распространенными платами ARDUINO являются ARDUINO UNO (см. рис. 3) и ARDUINO MINI (см. рис.4.).



Рис.3. Внешний вид платы ARDUINO UNO.

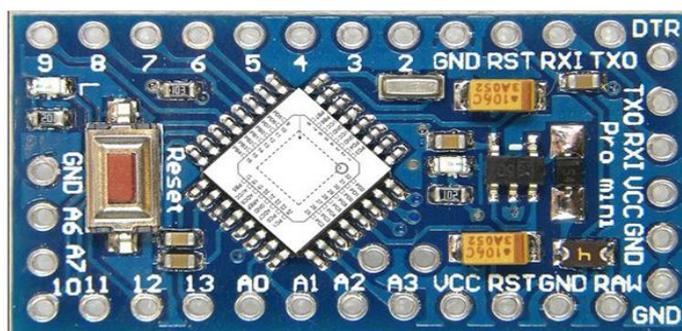


Рис.4. Внешний вид платы ARDUINO MINI.

Весьма перспективной в данный момент является универсальная аппаратная платформа ARDUINO, обладающая низкой стоимостью, высокой надёжностью, масштабируемостью, унификацией и автономностью.

Таким образом, применение и разработка основ и технических средств для мониторинга и тушения пожаров на основе аппаратной платформы ARDUIN является актуальной и важной народнохозяйственной задачей, способной снизить ущерб Луганской Народной Республики от возгорания как лесных и сельскохозяйственных угодий, так и элементов инфраструктуры и сельскохозяйственной и муниципальной техники, применяемой в лесном, аграрном и промышленном производстве народного хозяйства Луганской Народной Республики.

Основным недостатком существующей системы обнаружения и реагирования на пожары и чрезвычайные ситуации, является малое быстродействие системы обнаружения (сейчас преимущественно визуально осуществляется очевидцами), регистрации (пока очевидец доберется до телефонной или интернет связи, дозвонится или выйдет в непосредственное

общение с оператором оперативного центра), и реагирования, пока диспетчер дозвонится до оператора или командования соответствующего дежурного подразделения ответственного за ликвидацию очагов возгорания (пожаров) на соответствующей территории, как показано на рис. 5.

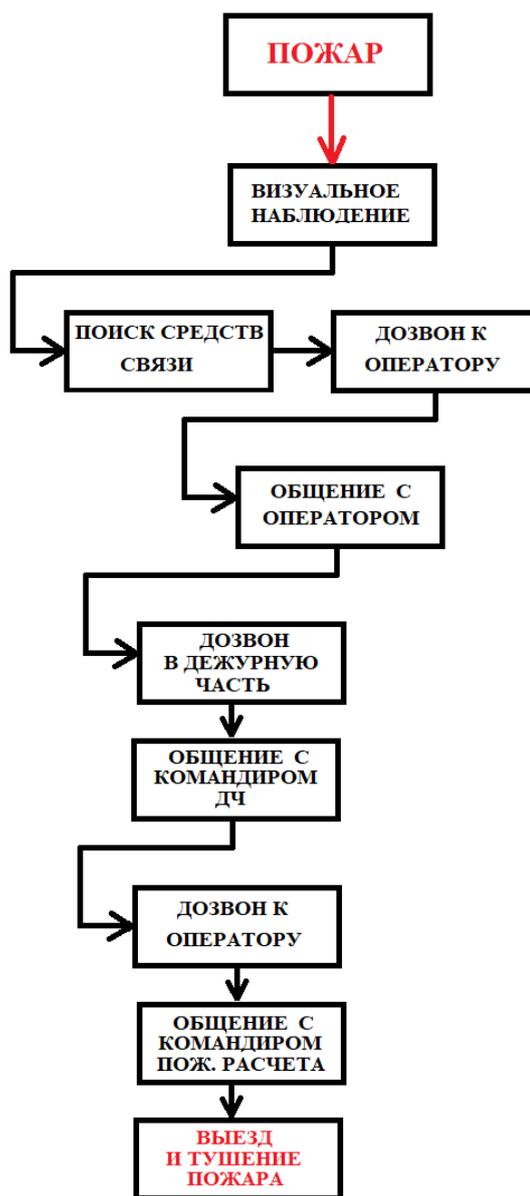


Рис. 5. Схема существующей системы выявления и реагирования на пожары

Кроме того, драгоценное время тратится на выяснение и согласование с экипажами пожарных машин их фактического местоположения, состояния боевой готовности (заправлены ли водой или пенными средствами

пожаротушения) на момент доведения информации до командующего соответствующего подразделения о наблюдаемом возгорании.

Как известно, пожары развиваются во времени нелинейно.

Сначала происходит локальное возгорание малого количества способных к возгоранию материалов вследствие статического электричества, короткого замыкания, или иных факторов, приводящих к инициализации процесса горения. Затем, медленно разогревая окружающие предметы, способные к горению, очаг пожара распространяется в ускоряющемся темпе.

Таким образом, случаются ситуации, когда приезд пожарного наряда на 5-10 минут раньше, способен снизить ущерб от пожара, наносимого объектам народного хозяйства, подвергшимся горению.

При этом, затраты ГСМ, воды и иных материалов, применяемых в качестве источников энергии, и вещества препятствующему дальнейшему горению при тушении пожара, могут быть в некоторых случаях существенно снижены.

Поэтому, время срабатывания системы выявления-реакции-тушения пожаров, является исключительно важным фактором, способным существенно снизить ущерб от пожаров и расходы государственных средств Луганской Народной Республики на ликвидацию пожаров в народном хозяйстве Республики.

Нами предлагается функции мониторинга пожарной ситуации на лесных насаждениях, объектах инфраструктуры народного хозяйства возложить на автономные модули мониторинга пожарной ситуации, созданные на базе недорогой и хорошо масштабируемой аппаратной платформы ARDUINO.

Также для уменьшения влияния человеческого фактора и снижения задержек времени в цепочке приема, регистрации, обработки и реагирования на сведения о пожарах, полученные из сообщений очевидцев, переданных по голосовому каналу, нами предлагается использовать системы искусственного интеллекта, построенные на базе известных пакетов распознавания речи, доступ к которым легко получить из языка высокого уровня Python для персонального компьютера.

Как известно, «Искусственный интеллект» представляет собой комплекс технологических и программных решений, приводящих к результату, сопоставимому с результатом интеллектуальной деятельности человека или превосходящему его, и используемых для решения прикладных задач на основе больших данных, в том числе с помощью систем компьютерного зрения, обработки естественного языка, распознавания и синтеза речи, рекомендательных систем и интеллектуальных систем поддержки принятия решений, а также систем, основанных на перспективных методах и технологиях.

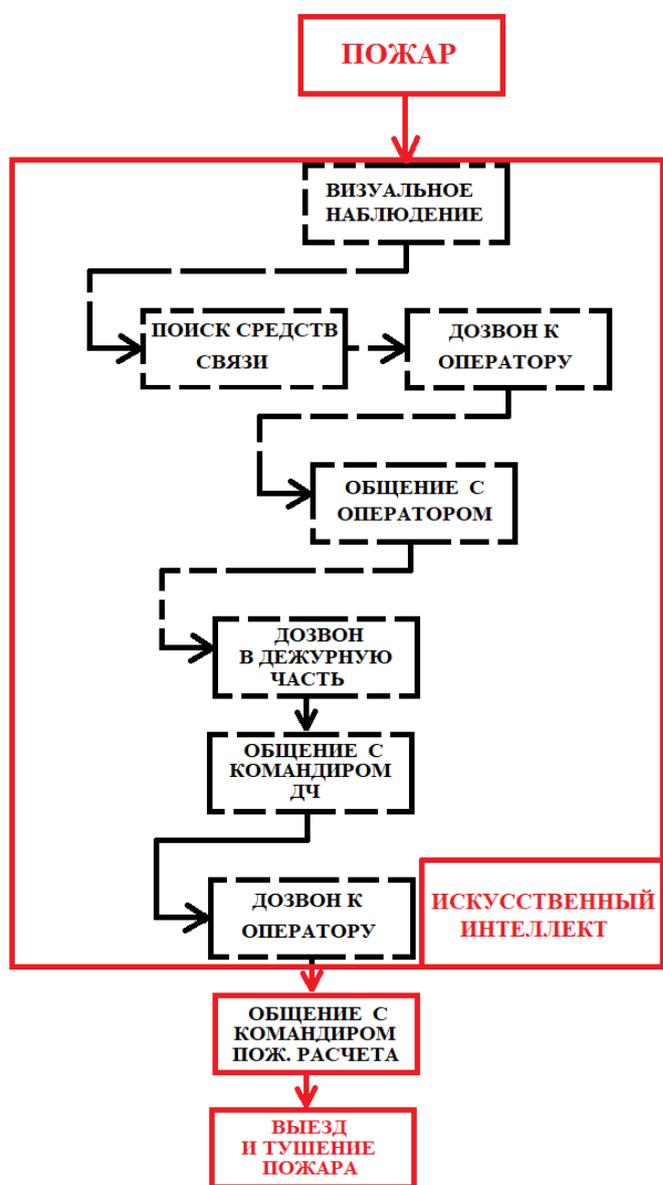


Рис. 6. Схема предлагаемого замещения элементов существующей системы выявления и реагирования на пожары, на основании использования искусственного интеллекта.

### **Результаты исследования и их обсуждение.**

1. Установлено, что одним из возможных путей решения проблемы переоснащения пожарных сигнализаций и систем автоматического реагирования на пожары, является применение аппаратной платформы ARDUINO.

2. В ходе дальнейших исследований необходимо исследовать и определить рациональные схематические и технологические параметры система пожарной и тревожной сигнализации на базе аппаратной платформы ARDUINO.

3. Предлагается реализацию функций мониторинга пожарной ситуации в лесных массивах и зелёных насаждениях, объектах инфраструктуры народного хозяйства, возложить на автономные модули мониторинга пожарной ситуации, созданные на базе недорогой и хорошо масштабируемой аппаратной платформы ARDUINO

4. Предложено, для уменьшения влияния человеческого фактора и снижения задержек времени в цепочке приема, регистрации, обработки и реагирования на сведения о пожарах, полученные из сообщений очевидцев, переданных по голосовому каналу, использовать системы искусственного интеллекта, построенные на базе известных пакетов распознавания речи.

### **Литература**

1. Магауенов Р. Г. Системы охранной сигнализации. Основы теории и принципы построения; Горячая Линия - Телеком - , 2008. - 508 с.
2. Малов В. В. Пьезорезонансные датчики; Энергоатомиздат - Москва, 1989. - 272 с.
3. Прозоров В. М., Стебленко А. И., Абилов А. В. Общеканальная система сигнализации №7; Горячая Линия - Телеком - , 2008. - 152 с.
4. Рейкс, Ч.Д. 55 электронных схем сигнализации; М.: Энергоатомиздат - Москва, 1991. - 112 с.

5. Синилов В. Г. Системы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации; Академия - Москва, 2011. - 512 с.

---

*Katsavalov Evgeny Anatolyevich. Minister of Emergency Situations and Elimination of Consequences of Natural Disasters of the Luhansk People's Republic*

*Malkin Vladimir Yurievich, "Lugansk State University named after Vladimir Dahl", Director of the Institute of Civil Protection, Head of the Department of Fire Safety, Ph.D. Sci., [malkvu@mail.ru](mailto:malkvu@mail.ru).*

*Ermak Vasily Petrovich, "Lugansk State University named after Vladimir Dahl", Professor of the Department of Fire Safety, Institute of Civil Protection, [vermak1@list.ru](mailto:vermak1@list.ru).*

#### PROSPECTS OF APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND HARDWARE PLATFORM ARDUINO IN SYSTEMS FOR DETECTING AND EXTINGUISHING FIRES IN FACILITIES

*Abstract: It is proposed to assign the functions of monitoring the fire situation on forest plantations, infrastructure facilities of the national economy to autonomous modules for monitoring a fire situation, created on the basis of an inexpensive and highly scalable hardware platform ARDUINO. To reduce the reaction time to information about fires, it is proposed that the functions of collecting information and notifying fire brigades be assigned to an artificial intelligence system.*

*Key words: fire; detecting and extinguishing fires; fire situation monitoring module; fire-fighting module*

УДК 528.942, 912.4

*Михайлов Д.В., кандидат технических наук, доцент, ГОУ ВО ЛНР Луганский государственный университет имени Владимира Даля*

*Кукушкин В.П., старший преподаватель, ГОУ ВО ЛНР Луганский государственный университет имени Владимира Даля*

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ОПАСНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ТЕХНОГЕННОГО И ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

*Аннотация: В статье представлен обзор современного состояния картографирования чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера. Описаны используемые способы картографического отображения различных характеристик ЧС и опасных явлений.*

*Ключевые слова: чрезвычайные ситуации техногенного и природного характера, опасные природные явления, геоинформационное картографирование, способы картографического изображения.*

В 2019 г. на территории Российской Федерации произошло 266 ЧС, в том числе 116 – локальных, 109 – муниципальных, 7 – межмуниципальных, 30 – региональных и 4 – федеральных. В результате ЧС погибло 532 чел., пострадало 120 911 чел., спасено 9607 чел. [1]. Всю динамику и характеристики этих чрезвычайных ситуаций можно наглядно проследить на специальных плакатах и картах чрезвычайных ситуаций.

Карты чрезвычайных ситуаций (ЧС), на которых отображены такие ЧС как пожары, затопления, землетрясения и опасные гидрометеорологические явления, такие как молнии, ливни, снегопады, гололёд, ураганные ветры, смерчи являются важной составляющей для статистического анализа и обеспечения безопасности населения [2]. Карты ЧС дают представления о характере, интенсивности и периодичности возможных угроз для определенной территории, а также служат основой для прогнозирования вероятности возникновения данных явлений.

Изучение часто возникающих и повторяющихся ЧС, их пространственно-временное распределение, периодичность и количественная оценка вероятности

возникновения, а также детальный анализ службами МЧС об этих внезапных явлениях, позволяют прогнозировать с помощью картографических материалов наносимый народному хозяйству ущерб. Анализируя по картам ЧС повторяющиеся ежегодные природные события, специалисты МЧС смогут ожидать возникновения ожидаемой ситуации. В свою очередь прогнозирование необходимо для оценки территориального риска ЧС техногенного и природного характера, а также для разработки мероприятий и профилактической работы, нейтрализующих и смягчающих их негативные последствия.

В Российской Федерации и в зарубежных странах накоплен значительный опыт создания специальных карт, позволяющих вести учёт опасных техногенных и природных явлений.

Первые попытки этой работы по учёту и отображению опасных природных явлений на картах были зафиксированы ещё в начале XX века. В ходе анализа множества работ в области изучения картографирования опасных природных явлений, можно сделать вывод, что все опасные природные явления можно классифицировать по двум признакам:

1 направление - тематическое картографирование ЧС техногенного и природного характера и опасных природных явлений;

2 направление - пространственный охват создавшихся чрезвычайных ситуаций на большой территории, отображаемой на карте.

В качестве примера этих признаков показаны фрагменты карты Российской Федерации по федеральным округам (рис.1,2,3).

Фиксируя различные ЧС и нанося их на карты, всю имеющуюся картографическую документацию можно подразделить на четыре подгруппы:

- карты режимных характеристик, по которым изучают опасные явления и ЧС;
- карты, на которых фиксируются опасные явления и ЧС;
- карты, на которых наносятся данные причиненного опасными ЧС материального ущерба;



Рис.1 Карта интегрального риска возникновения ЧС на территории России



Рис.2 Карта повторяемости техногенных ЧС на территории России

- карты прогнозируемой опасности, риска и вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций, вызванных опасными техногенными и природными явлениями, а также прогноза оценки возможного ущерба.

К картам режимных характеристик, по которым изучают опасные явления и ЧС относятся карты повторяемости и интенсивности возникающих ситуаций. Эти карты, как правило, создаются в целях исключения и недопущения подобных явлений и для осуществления задач мониторинга, так как отражают ареалы наиболее частого возникновения ЧС техногенного и природного характера, опасных явлений и их наибольшей интенсивности.

Карты, на которых фиксируются опасные явления и ЧС отражают случившиеся в прошлом аварии и катастрофы и по ним производится анализ прошедших событий с целью недопущения ЧС в дальнейшем.

Карты, на которых наносятся данные причиненного опасными ЧС материального ущерба, позволяют осуществить подсчёт различных потерь и возмещения необходимых ресурсов.

Карты прогнозируемой опасности, риска и вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций, вызванных опасными техногенными и природными явлениями, а также прогноза оценки возможного ущерба, как правило, анализируются Министерством по ЧС и на основании анализа высылаются рекомендации о порядке действий заинтересованным организациям.

Основными источниками информации для картографирования интенсивности и масштаба размеров являются оперативные и архивные данные наблюдательной сети МЧС.

Известен целый ряд как российских, так и зарубежных научных рекомендательных работ, в которых реализованы методики построения карт повторяемости и интенсивности явлений на основе анализа многолетних рядов данных об опасных явлениях (ОЯ), полученных наблюдательной сетью. Например, в работах [3, 4] представлены карты повторяемости опасных явлений погоды для Европейской территории России. В Атласе природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации [5] представлены карты повторяемости и интенсивности многих опасных метеорологических и гидрологических явлений на территории страны; аналогичные карты для федеральных округов России имеются в атласах [1,6].

Для Луганской Народной Республики также созданы карты повторяемости и интенсивности некоторых видов ЧС (сильной жары, сильных дождей и снегопадов, затоплений речных пойм).

Большое количество карт повторяемости и интенсивности отдельных видов опасных явлений (торнадо, ураганов, засух, наводнений, землетрясений и др.) за разные временные периоды разработано государственными научными учреждениями в Японии, США: Национальным управлением океанических и атмосферных исследований США (NOAA), Департаментом сельского хозяйства США (USDA), Геологической службой США (USGS).

Известны случаи, когда для создания карт режимных характеристик опасных явлений природного и техногенного характера, помимо данных наблюдательной сети, используются другие источники информации. Так на сайте Европейского агентства по окружающей среде (EEA) по картографированию повторяемости опасных явлений на территории Европейского Союза [7], представлены карты, отображающие распределение числа случаев зафиксированных ЧС техногенного и природного характера в Европе начиная с 1998 г. Большинство карт получено на основе сведений из базы данных международных стихийных бедствий (EM-DAT) Центра исследований эпидемиологии катастроф (CRED), расположенного в Бельгии. База EM-DAT содержит основные данные о более чем 18 тысячах аварий и катастроф и их последствиях, случившихся с 1900 г. по настоящее время. База формируется по данным различных источников, таких как учреждения ООН, средства массовой информации [8], научно-исследовательские институты, неправительственные организации, страховые компании.

На сайте и в отчетах Агентства [7] представлены карты, отображающие распределение числа случаев зафиксированных ЧС природного характера в Европе начиная с 1998 г. Большинство карт получено на основе сведений из базы данных международных стихийных бедствий (EM-DAT) Центра исследований эпидемиологии катастроф (CRED), расположенного в Бельгии. База EM-DAT содержит основные данные о более чем 18 тысячах катастроф и их последствиях,

случившихся с 1900 г. по текущую дату. База формируется по данным из различных источников, таких как учреждения ООН, неправительственные организации, страховые компании, научно-исследовательские институты, средства массовой информации [8].

Наряду с вышеперечисленными источниками, информацию об опасных явлениях получают из космоса, используя данные дистанционного зондирования земли (ДЗЗ). В качестве примера можно привести ФБГУ НИЦ «Планета», получающего информацию с метеорологических спутников Meteosat- 10, об интенсивности града и гроз, которую в дальнейшем можно использовать для оценки их пространственно-временного распределения. Опыт применения данных дистанционного зондирования со спутников Terra/Aqua MODIS в целях картографирования повторяемости затопления речных пойм и частоты возникновения природных пожаров описан в работе «Районирование по степени опасности паводков и пожаров территории некоторых областей Казахстана по многолетним рядам данных ДЗЗ» [11].

Для создания карт режимных характеристик ЧС техногенного и природного характера используются методы математико-картографического моделирования в сочетании со статистическими методами и геоинформационного картографирования.

Способы картографического изображения, описаны в учебниках Российских учёных Берлянта А.М. и Салищева К.А.[9, 10], в которых, для отображения режимных характеристик опасных явлений на картах чаще всего применяются:

- количественный фон в сочетании с изолиниями и псевдо изолиниями;
- картограммы и картодиаграммы (при отображении повторяемости ОЯ по единицам административного деления);
- качественный фон (при дифференциации территории по частоте возникновения и интенсивности ОЯ);
- способ значков и шкал условных знаков при отображении интенсивности и экстремальных характеристик явлений.

Карты, на которых фиксируются опасные явления и ЧС создаются как с использованием данных о пространственном и временном фиксировании явлений и ЧС, зарегистрированных наблюдательной сетью, а также на основе информации, полученной другими способами (по данным ДЗЗ, от очевидцев событий, из средств массовой информации). Карты данной группы могут содержать либо оперативную информацию, либо архивные данные о зафиксированных за какой-либо промежуток времени явлениях. Карты мест фиксации случаев опасных явлений представляют сведения, которые в дальнейшем могут быть использованы для изучения периодичности, повторяемости и других характеристик явлений, поэтому требуют регулярного обновления.

В качестве примера регулярно обновляемой карты мест фиксации опасных явлений и ЧС можно привести карту Чернобыльской катастрофы, произошедшей в ночь с 25 на 26 апреля 1986 года, интерактивную карту Европы (включая Европейскую территорию России) на сайте Европейской базы данных об опасных явлениях и карту ЧС с нанесённым социально-экономическим ущербом—ESWD. На выше перечисленных картах в виде точечных объектов отображены места фиксации опасных явлений: радиоактивного заражения, сильных дождей и снегопадов, сильных ветров, гроз, крупного града и т.д.

Карты мест фиксации ЧС и опасных природных явлений на территории России приводятся в атласах природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций. Ведётся статистика наводнений в различных районах России, и составляются карты с районами затоплений. В качестве примеров больших подтоплений можно отметить Свердловскую область в июне 1993 года, республику Бурятию в августе 1993 года, республику Саха (Якутию) 16 -17 мая 1998 года, город Ленск на р. Лене в мае 2001 года, Иркутскую область в июне 2002 года, Краснодарский край в августе 2002 года, город Геленджик в июле 2012 года, Дальний Восток в конце лета 2013 года. С конца июля 2013 года юг России северо-восток КНР оказались подвержены катастрофическим наводнениям, вызванными интенсивными затяжными осадками, что привело к

последовательному увеличению уровня воды в реке Амур. На пике паводка, 3 и 4 сентября, расход воды в Амуре достигал 46 тыс. м<sup>3</sup>/с, при норме в 18 – 20 тыс. м<sup>3</sup>/с. Наводнение таких масштабов произошло впервые за 115 лет наблюдений, и, согласно моделям, вероятность повторения такого события – один раз в 200 – 300 лет.

Участки, на которых фиксируются опасные явления и чрезвычайные ситуации техногенного и природного характера на картах могут отображаться различными способами, зависящими от масштаба создаваемой карты и площади территории, подвергшейся воздействию опасного явления. Так, значками обычно показывают опасные явления при мелкомасштабном картографировании либо таким же способом отображают пункты наблюдательной сети, отметившие явление и иные места, где зафиксирована ЧС. Способом линейных знаков и знаков движения отображают опасные явления линейного заражения с указанием направления его распространения (зоны радиоактивного заражения, сходы селевых лавин, шквалы, смерчи и др.). Ареалы используют для отображения опасных явлений и ЧС, имеющих значительную площадь распространения в масштабе карты (карты зон радиационного и химического заражения, карты зон затопления, карты засушливых районов и др.).

Карты, на которых наносятся данные причиненного опасными ЧС материального ущерба, с помощью условных знаков отражают непосредственно масштаб трагедии, произошедшей в данном районе. Основным источником для этих карт – это сведения, полученные при проведении обследования района, в котором произошла чрезвычайная ситуация. В России задача по обследованию территории, на которой произошла чрезвычайная ситуация входит в полномочия Министерства по чрезвычайным ситуациям, Гидрометеослужбы России и региональных управлений Гидрометеослужбы. В расследование и оценку сложившейся ситуации возникновения чрезвычайной ситуации и оценку нанесённого ущерба, как правило, привлекаются также сотрудники прокуратуры, полиции и другие организации.

На картах, с нанесёнными данными причинённого опасными ЧС материального ущерба, отображаются сведения о количестве человеческих жертв, пострадавших и лиц, пропавших без вести, разрушений жилищ, производственных помещений и другого нанесенного ущерба. На основании полученных данных, сотрудниками МЧС осуществляется определение компенсации и выделения средств на восстановление непосредственно самого района. Картографирование ущерба, причиненного различными чрезвычайными ситуациями, наиболее широко представлено в атласах чрезвычайных ситуаций. В этих атласах имеются карты произошедших ЧС, и карты прогноза возможного ущерба при различных возникающих ситуациях: пожарах, затоплениях, сходах селей и др.

В зарубежных странах, также проводятся аналогичные исследования. На картах отображаются такие характеристики, как число погибших и пострадавших людей и пропавших без вести, численность населения, которое было заблаговременно эвакуировано (карты США, Японии, Нидерландов), проживающего в зоне прогнозируемых землетрясений, в зоне затопления, выброса опасных химических и других веществ. Прогнозируется причинённый материальный ущерб от воздействия различных чрезвычайных ситуаций, которые могут произойти в рассматриваемом районе [7].

Количественные характеристики причиненного чрезвычайными ситуациями техногенного и природного ущерба по единицам административно-территориального деления чаще всего отображаются с помощью специальных графиков, научных расчётов, диаграмм; показатели качественных характеристик ущерба отображаются различными фоновыми знаками.

Карты прогнозируемой опасности, риска и вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций, вызванных опасными техногенными и природными явлениями, а также прогноза оценки возможного ущерба используются очень часто потому, что большинство исследований в области прогнозируемых аварий и катастроф посвящено оценке рисков их возникновения, возможного социально-экономического и экологического ущерба от них. Карта обстановки,

отображающей прогнозируемую ЧС, должна отвечать требованиям наглядности, полноты (достоверности). Основное назначение картографических материалов, относящихся к данной группе, состоит в информационном сопровождении задач прогнозирования опасных явлений и возможных ЧС техногенного и природного характера. Данные картографические материалы используются компаниями при страховании объектов, находящихся в зонах повышенного риска возникновения опасных явлений. Стоит отметить, что карты данной группы чаще всего носят комплексный характер, включающий в себя территории, на которых расположен ряд объектов, представляющих опасность для общества в случае аварии на одном из них.

Карты вероятности возникновения ЧС, вызванных опасными техногенными и природными явлениями, для территории отдельных регионов представлены в атласах [5, 6]. По картам вероятности возникновения ЧС специальные компетентные комиссии анализируют возможные опасности и в связи с этим возможные риски при возникновении ЧС и предполагаемый ущерб для данного региона, области, района.

При рассмотрении на карте прогнозируемого района, в котором с высокой степенью риска может возникнуть чрезвычайная ситуация техногенного и природного характера чаще всего наносят непосредственно границы ожидаемой стихии, которые поднимаются помощью различного цветового фона. Производится мониторинг опасных явлений и возникновения ЧС, расчёт предполагаемого ущерба, и намечаются мероприятия по недопущению прогнозируемой чрезвычайной ситуации. После этого составляются рекомендации в виде пояснительной записки с расчётами и различными графиками для окончательного принятия решения по недопущению спрогнозированной ситуации.

Учитывая то, что Россия занимает обширную территорию, необходимы критерии пространственного охвата всей территории страны в целом. Поэтому картографирование различных чрезвычайных ситуаций и опасных природных явлений осуществляется на различных пространственно-иерархических

уровнях: глобальном, объединяющем несколько континентов, уровне отдельного континента или части света (макро региональном), уровне отдельной страны (национальном), региональном внутри страны и местном уровне.

Картографирование распространения чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера на глобальном уровне. При решении данной проблемы в настоящее время применяются новейшие геоинформационные подходы и статистические методы обработки данных на картах 1: 2 000 000 и мельче. Все разработанные мелкомасштабные карты, на которые наносятся ЧС, составлены на основе методов и приемов геоинформационного картографирования и позволяют получать наглядную информацию о масштабных зонах, подвергшихся воздействию ЧС техногенного и природного характера, опасных природных явлений, воздействующих на мировое сообщество. Такого рода информация может использоваться в целях международного (в том числе научного) сотрудничества в области прогнозирования, предупреждения различных катаклизмов, стихийных бедствий и смягчения негативных последствий от них. При выполнении картографирования прогнозируемых опасных явлений, на симпозиумах учёных рассматриваются вопросы отображения пространственного и временного распределения землетрясений, вулканических извержений, цунами, и многих опасных метеорологических явлений. На картах прогноза составляются уровни уязвимости различных стран при возникновении опасных явлений с точки зрения результатов общего воздействия возникающих ЧС на экономику и общество.

Чрезвычайные ситуации техногенного и природного характера имеют тенденцию повсеместного распространения на Земле. Они становятся опасными, когда в зоне их воздействия оказывается человек или созданные им объекты. Для предотвращения чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера необходима достоверная, полноценная и разносторонняя информация о возникшей опасной ситуации. Анализируя возникшие опасные чрезвычайные ситуации, нужно констатировать тот факт, что для всесторонней оценки

обстановки необходимо геоинформационное картографирование, которое осуществляется с применением современных технологий в области сбора, обработки, моделирования и представления пространственных данных. В качестве карт распространения ЧС техногенного и природного характера на макро региональном и национальном уровнях служат «Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации» [1, 2], «Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций Приволжского федерального округа» [3], «Атлас опасных гидрометеорологических явлений Уральского Прикамья» [8].

Анализируя зарубежные картографические материалы можно сделать вывод о том, что на макрорегиональном уровне созданию карт пространственно-временного распределения опасных явлений наибольшее внимание уделяют кроме России, США и Китай.

На региональном уровне, как правило, картографирование ЧС ведётся в ограниченных количествах. Причиной такого подхода является то, что опасные явления в регионах возникают эпизодически и поэтому не представляется возможным системный подход к данной проблеме. Поэтому картографическая продукция выпускается малыми тиражами.

Подходы, применяемые при районировании территории России для дифференциации критериев опасности чрезвычайных ситуаций природного характера, такие как разливы рек, в весеннее половодье, сильных снегопадов, могут быть использованы для уточнения критериев опасности других гидрометеорологических явлений.

Еще одним из важнейших направлений в изучении опасных явлений является атласное картографирование. Как известно, атлас – это система карт, концентрирующая знания и представления о местности и жизни общества в рамках определенной темы. Атласы опасных природных явлений и вызванных ими ЧС позволяют представить целостную характеристику подверженности территории их воздействию.

В России имеется опыт создания таких атласов только на национальном уровне [5] и для отдельных федеральных округов [6].

### **Выводы:**

1. В статье рассмотрен и обобщён опыт картографирования чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера и опасных природных явлений и процессов, которые они вызывают. Несмотря на то, что ВУЗы географического картографирования в России имеют устойчивые традиции и разработанные ими методы картографирования опасных природных процессов явлений и чрезвычайных ситуаций, которые они вызывают, исторически сложившейся методической основы по профилактике ЧС техногенного и природного характера пока полностью не разработано.

2. Разработана методика мелкомасштабного картографирования природных ЧС и в зависимости от назначения карт ЧС техногенного и природного характера, сформулированы различия в локализации ЧС, выборе способа картографического отображения ЧС. Отображение компонентов техногенной освоенности, наиболее подверженных негативному воздействию от природных ЧС различного генезиса, позволяет существенно увеличить информативность карты, предоставляет новые возможности для визуального анализа распространения ЧС различного типа.

### **Литература**

1. Евдокимов В.И. Региональные риски при возникновении чрезвычайных ситуаций в России (2009 – 2013 годы): СПб., 2016.17с.
2. Галушкин И.В. Основы составления карт природной опасности: автореф. ... дис. канд. геол.-минер. наук. М., 2010. 26 с.
3. Андреева Е.С. Концепция вероятностно-географического прогнозирования опасных явлений погоды юга России: автореф. дис. ... докт. геогр. наук. СПб., 2008. 45 с.
4. Гаврилова С.А. Картографирование природных чрезвычайных ситуаций на территории России: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 2013. 27 с.

5. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации / под общ. ред. С.К. Шойгу. М.: Дизайн. Информация. Картография, 2005. 269 с.

6. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций: Российская Федерация. Сибирский федеральный округ / под общ. ред. С.К. Шойгу. М.: Дизайн. Информация. Картография, 2009. 382 с.

7. Сваткова Т.Г. Атласная картография. М.: Аспект Пресс, 2002. 203 с.

8. Пьянков С.В., Шихов А.Н. Опасные гидрометеорологические явления: режим, мониторинг, прогноз / Перм. гос. ун-т. Пермь: Изд-во ООО «Раритет-Пермь», 2014. 296 с.

9. Берлянт А.М., Востокова А.В., Кравцова В.И. и др. Картоведение / под ред. А.М. Берлянта. М.: Аспект Пресс, 2003. 477 с.

10. Салищев К.А. Картоведение. М.: Изд-во МГУ, 1990. 400 с.

11. Архипкин О.П., Спивак Л.Ф., Сагатдинова Г.Н. Районирование по степени опасности паводков и пожаров территории некоторых областей Казахстана по многолетним рядам данных ДЗЗ. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2009. Т 6. № 2. С. 487–496.

---

*Mihaylov D.V., Candidate of technical Sciences, Associate Professor, Vladimir Dahl Lhansk State University, Lugansk*

*Kukushkin V.P., senior lecturer Vladimir Dahl Luhansk State University, Lugansk*

#### ANALYSIS OF CURRENT STATE MAPPING HAZARDS EMERGENCY SITUATIONS OF TECHNOGENIC AND NATURAL CHARACTER

*Abstract: The article provides an overview of the current state of the mapping of technogenic and natural emergencies. The methods used for cartographic display of various characteristics of emergencies and hazardous phenomena are described.*

*Key words: technogenic and natural emergencies, natural hazards, geoinformation mapping, methods of cartographic representation.*

УДК 004.5

*Филимонова В.А., магистрант 2 г.о., Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», blondinkl@mail.ru.*

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭРГОНОМИКИ РАБОЧЕГО МЕСТА ВОДИТЕЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

*Аннотация: К тому времени, когда изделие подходит к стадии прототипа, зачастую оказывается, что его производство нецелесообразно с экономической точки зрения, поскольку невозможно внести изменения, чтобы устранить проблемы, влияющие на функциональность или представляющие собой серьезную угрозу безопасности.*

*Ключевые слова: виртуальная реальность, моделирование, эргономика рабочего места*

### **Введение**

Автомобильная промышленность превратилась в отрасль, которая научилась максимально применять AR и VR для ускорения жизненного цикла создания продукта, включая этапы: формулировки концепции, проектирования, планирования, сборки, маркетинга и продаж. Цифровой макет, технологии VR и AR, являются важными компонентами цифровизации в автомобильной промышленности.

Технологии цифровых двойников (Digital Twins – DT), когда объект представлен в 3D-формате, более эффективны и экономически выгодны, чем создание физических макетов, в особенности, для автомобилестроения. Использование 3D-моделирования в конструкторских бюро дает возможность еще в процессе проектирования проверить адекватность предложенных решений и при необходимости оптимизировать их, а также снизить риск принятия неверных решений [1].

Проектирование автомобилей и технологических процессов их производства отличается высокой степенью сложности ввиду большого количества переменных, влияющих на производственный процесс

(технологических, экологических, эргономических), часть из которых не всегда принимается во внимание. В частности, эргономические аспекты часто грубо рассматриваются на этапе разработки проекта, в первую очередь из-за сложности их оценки, даже если на этапе проектирования их учет и оценка позволяют проектировать рабочие места, ориентированные на безопасность человека.

Создание виртуальной копии автомобиля, так называемого цифрового двойника, позволяет воспроизвести реальное поведение всех ресурсов, от технических и организационно-технических систем до людей, анализировать и оптимизировать их работу в реальных условиях эксплуатации.

### **Влияние цифровизации на совершенствование процессов в производственных системах**

Технологии VR/AR в 2017 году вошли в перечень важнейших цифровых технологий, ставших основополагающими для реализации программы «Цифровая экономика РФ». К этому моменту примеры млн зарубежных и отечественных корпораций уже доказали, что VR и AR — практичный и эффективный инструмент, который позволит решить важные задачи на этапе цифровой трансформации производства. При этом технологии с каждым годом демонстрируют бизнесу всё новые и новые возможности, которые открываются в процессе запуска пилотных проектов и исследований эффективности внедрений цифровых разработок.

Поскольку VR обладают возможностью воссоздать сложные процессы и наглядно показать их работу, эта технология часто используется в промышленности, позволяя более наглядно, чем чертежи и изображения, оценить будущее изделие, а также выполнить предварительное определение, проверку и оценку соответствия конструкции изделия требованиям эргономики. С помощью данной технологии любой желающий может детально рассмотреть изделия, которые находятся на этапе проектирования. В таком формате сотрудники корпорации могут в объёме рассмотреть устройство сложного оборудования, а также оценить реальные размеры.

Иммерсивная среда позволяет взаимодействовать с оборудованием, точно работать на всех этапах процесса, а также выполнять сложные инструкции в интерактивном формате. Использование треков движения в VR позволяет быстро и эффективно отработать взаимодействие человека и машины, найти и исключить использование коллизий еще на этапе цифровой верстки. Для этого используется специальный термин, не имеющий прямого русского перевода – Design Review [2].

В нашем случае Design Review будет включать в себя: оценку дизайна интерьера и экстерьера объекта в VR, расположение приборных панелей и элементов управления, кресел, механизмов, любых других элементов, которые будут использоваться в будущем объекте так, как будто они уже произведены.

Стимулом для компаний задуматься о реализации VR-проектов являются и многочисленные успешные примеры крупных игроков рынка, которые уже внедрили эти технологии. В России к таким можно отнести Газпромнефть, Сибур, Biocad, Северсталь и другие. Компании рассказывают о своих результатах цифровизации и являются для более мелкого бизнеса примерами осмысленного подхода к внедрению технологичных продуктов.

### **Проблема проектировании рабочих мест и ее решением средствами виртуальной реальности**

При проектировании рабочих мест следует принимать меры по устранению или уменьшению поспешного переутомления людей, недопущение появления психофизического стресса, а также формирования нарушений.

Компоновка рабочего места должна гарантировать скорость, безопасность, прямоту и экономичность работы в обычных и экстренных ситуациях и целиком коррелировать функциональным требованиям и ожидаемым требованиям эксплуатации.

Каким бы ни было натурное прототипирование, это всегда довольно затратный процесс, требующий времени, денег и людей. Естественным выходом из этой ситуации является виртуализация прототипирования.

Преимуществом свободных программ является создание и размещение в открытом доступе множества готовых моделей, а также сниженные требования к аппаратной части компьютера.

В таких системах можно создать схемы рабочих мест и модель человека с учетом различных характеристик, получить полноценную реалистичную трехмерную модель, смоделировать деятельность человека на рабочем месте с помощью анимации и получить вид от первого лица. Недостатком универсальных графических объектов является результирующее изображение - это просто набор цветных многоугольников, расположенных в двух или трех координатах, а объекты с собственными именами представляют собой наборы свойств, поведения и возможных операций над ними. Кроме того, в такие пакеты не входит создание чертежей и технической документации.

Наряду с графическими редакторами получили широкое распространение получили пакеты, предназначенные для поддержки и сопровождения процессов проектирования изделий и среды, включая жилую и производственную. Большинство современных систем автоматизированного проектирования (САПР), таких как AutoCAD, Personal Designer, КОМПАС, AMD, Solid Edge, Solid Works, CATIA, Unigraphics, Pro/Engineer, EUCLID и др., позволяют строить чертежи, выполнять трехмерное твердотельное моделирование, унифицировать проекты и сопровождать производство изделий.

Перечисленный инструментарий, хоть и позволяет решать задачи эргономического прототипирования и соматографического анализа, тем не менее все же напрямую не предназначен для этого. В этих пакетах невозможно задавать антропометрические характеристики человека, угловые размеры и т.п. Открытым остается вопрос о биомеханическом анализе скелетно-мышечной нагрузки при выполнении рабочих операций.

Был проведен анализ существующих решений, программные продукты схожи между собой основными функциями. Данные инструменты должны быть настроены в автономном режиме и обеспечивают только эргономическую оценку в автономном режиме, то есть даны значения нагрузки на спинной мозг

и необходимо сравнить их с заданной метрикой. У них есть недостаток, связанный с представлением неполной информации для системы поддержки принятия решений. Полноценно разработанных систем анализа и решения задач оценки эргономики рабочего места водителя с учетом опорно-двигательного моделирования не существует. Присутствует потребность в разработке системы анализа и решения задач оценки эргономики рабочего места водителя с использованием моделирования и VR.

### **Наше решение**

Распространенный принцип проектирования в расчете на «среднего» человека не всегда пригоден на практике, так как в природе наблюдается самое разнообразное сочетание признаков (короткое туловище, длинные или короткие конечности и т. д.)

Пропорции различных человеческих рас также отличаются. Исследование размеров человеческого тела должно быть основано на знании закономерности, их изменчивости с учетом пола, возраста, расовой принадлежности, климата.

Для того чтобы обеспечить наибольшую эффективность работы и наименьшую утомляемость, должны быть учтены биомеханические возможности человека и учитываться как крайние положения частей человеческого тела, так и оптимальные зоны их работы, отвечающие физиологической и анатомической структуре тела.

Систематизировать порядок выполняемых операций и исключить возможные ошибки при создании компьютерной модели кабины для проведения виртуальных испытаний на соответствие требованиям, была разработана методика проведения виртуальных испытаний. Методика пошагово описывает последовательность необходимых действий для создания корректной компьютерной модели кабины и проведения последующих виртуальных испытаний.

Было проведено исследование методов и решений, применяемых при проектировании продукции. Исходя из текущей тенденции увеличения производства, часто используется эргономичное программное обеспечение,

которое служит повышению производительности, безопасности, устранению профессиональных заболеваний и, как следствие, повышению эффективности.

Эксперименты будут проводиться в VR. Для точности эргономических значений больше подходит Tecnomatix Plant Simulation вследствие того, что:

- Данное программное обеспечение позволит создать полноценную информационную систему

- Обеспечивает простоту создания моделей

- Имеет упрощенный язык программирования SimTalk2.0

- Обладает возможностью взаимосвязи с Teamcenter, который является одним из главных программных пакетов, используемых на предприятии ПАО «КАМАЗ»

- ПАО «КАМАЗ» имеет лицензию на это программное обеспечение

Интеллектуальным ядром разрабатываемой информационной системы будет имитационная модель, реализованная с помощью Tecnomatix Plant Simulation.

Методика включает в себя сравнение результатов проверки эргономических значений, основанную на виртуальном моделировании рабочих действий и их последовательности, выполняемых с помощью:

- цифровой модели человека (DHМ) в программной среде Tecnomatix Process Simulate;

- эксперта при испытании в среде виртуальной реальности

После виртуального испытания макета пользователь должен сравнить результаты симуляции модели и экспертные, и при выявлении отклонений написать в программе свои замечания к макету и отправить на доработку.

И программа, и методика разработаны на базе актуальных стандартов, касающихся объектов определенной категории.

## **Заключение**

Технологический процесс можно рассматривать как сложный процесс, состоящий из набора технологических операций, тогда для моделирования

деятельности человека и его исследования целесообразно использовать имитационное и математическое моделирование.

Имитационное моделирование позволяет строить модели техпроцессов так, как они происходили бы в действительности, анализировать их. Более того, имеется возможность проведения ряда экспериментов, варьирования параметров модели, и выбора наилучшего из них для совершенствования техпроцесса. В этом заключается математическая сторона моделирования. В качестве системы моделирования была выбрана Tecnomatix, с помощью которой была спроектирована модель процесса испытания.

### Литература

1. Кузин, А.В. Виртуальная реальность как средство современного проектирования судов, оптимизации производственных издержек и сроков приемки [Электронный ресурс]. URL: [https://www.plm-ural.ru/sites/default/files/2019-12/rem\\_03\\_2019\\_ic.ido\\_1.pdf](https://www.plm-ural.ru/sites/default/files/2019-12/rem_03_2019_ic.ido_1.pdf). Дата обращения: 16.09.2020.
2. Инженерный VR. Виртуализация в промышленности [Электронный ресурс]. URL: <https://irinest.ru/products/techviz/vr-for-business/>. Дата обращения: 17.12.2020.

---

*Filimonova V.A., 2 year master student, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan (Volga Region) Federal University, [blondinkl@mail.ru](mailto:blondinkl@mail.ru).*

### DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR ASSESSING THE ERGONOMICS OF A DRIVER'S WORKPLACE WITH THE APPLICATION OF SIMULATION AND VIRTUAL REALITY

*Abstract: By the time a product reaches the prototype stage, it often turns out that it is economically impractical to manufacture it, since changes cannot be made to eliminate problems that affect functionality or pose a serious safety risk.*

*Keywords: virtual reality, modeling, workplace ergonomics*

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

УДК 6.004

*Аглямзянова Г.Н., кандидат физико-математических наук, доцент, Набережночелнинский государственный педагогический университет.*

*Гумерова Л.З., кандидат педагогических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CRM-СИСТЕМ В ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

*Аннотация. Статья посвящена использованию современных информационных технологий в организации образовательного процесса, в частности, проектной деятельности обучающихся. Приведен пример построения эффективной совместной деятельности участников проекта на основе использования CRM-системы Битрикс24.*

*Ключевые слова: проектная деятельность обучающихся, CRM-система, Битрикс24, информационные технологии.*

Проектная деятельность относится к разряду инновационной, т.к. как учит самостоятельному, критическому мышлению; рассуждениям, опирающимся на знание фактов, закономерностей науки; умению делать обоснованные выводы; принятию самостоятельных аргументированных решений; умению работать в команде, выполняя разные социальные роли. Необходимость овладения основами проектирования обусловлена тем, что данная технология имеет широкую область применения на всех уровнях организации системы образования. На всех этапах осуществления метода проектов одной из составляющей является командная, совместная деятельность участников проекта. Возникает проблема эффективной совместной их работы по обмену и обсуждению информации. В данной статье рассматривается один из подходов в решении этого вопроса, а именно использование CRM-систем в организации проектной деятельности обучающихся.

В литературе встречаются различные формулировки определения «CRM-системы». Если обратиться к свободной энциклопедии, можно получить следующее определение: CRM-система (Customer Relationship Management или Управление

отношениями с клиентами) — это прикладное программное обеспечение для организаций, предназначенное для автоматизации стратегий взаимодействия с заказчиками (клиентами), в частности, для повышения уровня продаж, оптимизации маркетинга и улучшения обслуживания клиентов путем сохранения информации о клиентах и истории взаимоотношений с ними, установления и улучшения бизнес-процессов и последующего анализа результатов [3]. Необходимо понимать, что не существует общих стандартов и единого понимания того, что подразумевать под термином «CRM-система». Сюда относится и удобная для бизнеса организация управления взаимоотношениями с клиентами. Это и автоматизированная информационная система, обеспечивающая эффективное взаимодействие всех подразделений компании с участниками и потребителями на уровне, определяемом CRM-идеологией. Она отвечает на запросы потребителей услуг или товаров и оптимизирует с экономической точки зрения деятельность фирмы.

Но так как функционал CRM-систем практически безграничен мы можем использовать ее для упрощения любых процессов в любых компаниях, не ограничиваясь при этом исключительно товарно-денежными отношениями. Например, что наиболее интересно в нашем контексте, мы можем использовать CRM для организации проектной деятельности.

На рынке информационных услуг и продуктов сегодня представлено огромное количество CRM-систем. С одной стороны это вызывает затруднения с выбором нужной системы, а с другой стороны предоставляет пользователю возможность найти именно ту систему, отвечающую всем требованиям. Именно таковой является CRM-система Битрикс24. Это надежная, функциональная система, предназначенная для организации работы участников (рис.1). Многофункциональный инструмент Битрикс24 включает функции постановки задач, построения плана, эффективной работы с документацией, вывод отчетов, а главное - оптимизация отношений между участниками проекта.

Битрикс24 относится к классу ПО Social Business Software (SBS) и является первым российским облачным сервисом. Эта CRM-система является признанной и за рубежом. Она включена с 2010 года в отчеты западной некоммерческой

организации АПМ, которая является куратором в области электронного документооборота и управления контентом. В России этот класс ПО пока не является широко распространенным, но компании проявляют все больше интереса к подобным решениям.

Битрикс24 можно сравнить с внутренней рабочей социальной сетью участников проекта [5]. Важным моментом является быстрое взаимодействие между разными подгруппами, автоматизированность всего процесса, а также возможность выполнения контроля и анализа. В Битрикс24 присутствуют привычные и удобные инструменты из социальных сетей: «лайки», обсуждения, «живая» лента, «социальный» поиск, мгновенные сообщения, рабочие группы.

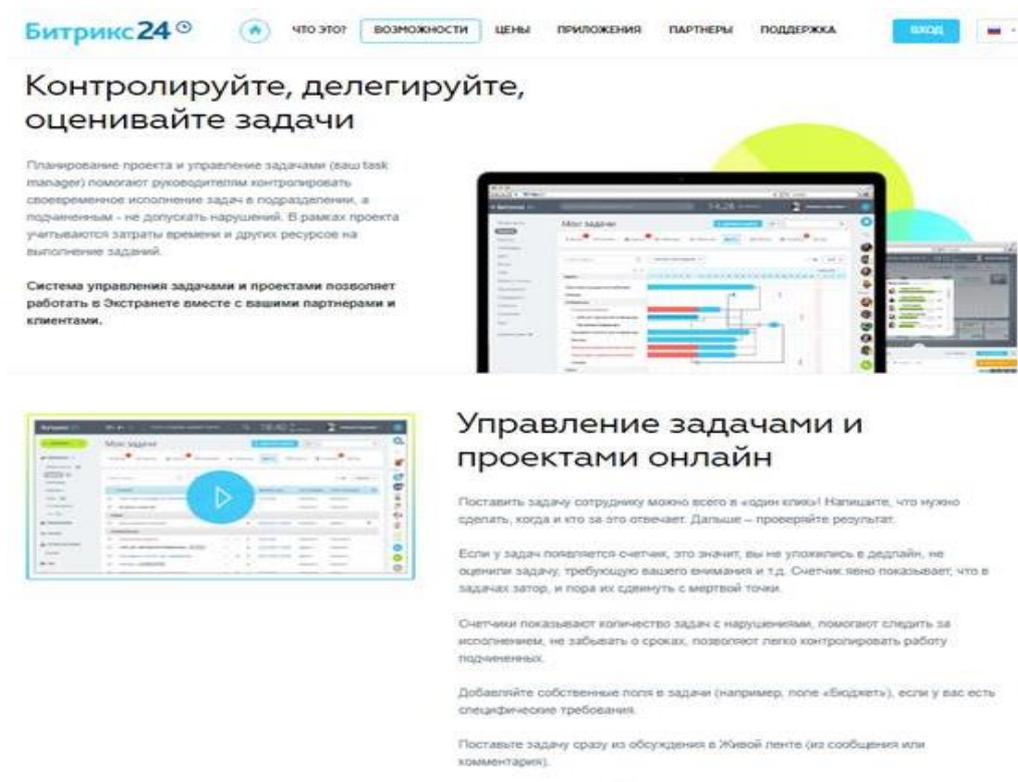


Рис. 1 - Битрикс24

Можно также сравнить Битрикс24 с многофункциональным инструментарием, т.к. система осуществляет доступ к базам знаний, управлению задачами, календарям, работе с документами, рабочим отчетам. Немаловажным в системе является вопрос об информационной безопасности. В Битрикс24 реализовано 10 уровней защиты.

В Битрикс24 сохраняется иерархия членов проектной группы. Разграничены роли участников команды, например, постановщик может сформулировать задачу, наблюдатель может просматривать ход ее выполнения и комментировать, соисполнители могут обсуждать и дополнять. Поставленная задача отображается в живой ленте, согласно настроенным правам доступа.

Сервис поддерживает графическую иллюстрацию графика работы над задачами. Она отображается с помощью диаграммы Ганта. Эта классическая ленточная диаграмма наглядно отображает время работы над каждой задачей проекта. После выполнения очередной задачи руководитель проекта может ее оценить. Независимо от того, какую отметку положительную или отрицательную он поставил, формируется отчет, по которому можно сделать вывод об эффективности работы и каждого участника проекта и всей группы в целом.

В «Битрикс24» есть возможность формировать учебные классы, приглашая туда обучающихся для работы над отдельными проектами. У каждого класса будут доступны все требуемые функции: публикация статусов, документов, постановка задач, комментарии и обсуждения, формирование отчетов.

Кроме всего этого, есть понятная наглядная система рейтингов, которая подстегивает обучающихся быть лучше всех; статистика выполненных и невыполненных задач.

Функций и возможностей огромное количество! В контексте организации проектной деятельности нас интересуют следующие: создание (выделение) учебной группы, постановка задач, контроль и оценка выполнения задач, рейтинги, планирование выполнения задач, работа с задачами.

Несложно создать группу или проект – нужно лишь нажать на одноименную кнопку в правой части раздела Группы, далее выбрать, что вы хотите создать.

В слайдере создания/редактирования группы (проекта) вы можете изменить: название группы (проекта), краткое описание, изображение, владельца (руководителя проекта) и модераторов группы (помощника руководителя проекта).

Основное отличие проекта от группы – это связь сроков проекта и сроков задач. Сроки задачи проекта нельзя ставить и изменять вне сроков проекта.

При изменении группы на проект, владелец группы становится руководителем проекта, а модераторы – помощниками руководителя проекта. Сами же права доступа не меняются.

Несмотря на то, что CRM-системы чаще используются корпоративными коммерческими структурами, их можно использовать и в организации учебного процесса. Как видим, это очень актуально в вопросе организации проектной деятельности обучающихся.

#### Литература

1. *Васильев В.А.* Проектно-исследовательская технология: развитие мотивации. – Народное образование. – М., 2000, № 9, с.177-180.
2. Официальный сайт «Битрикс 24» [Электронный ресурс] / Веб-сайт. Режим доступа: URL: <https://www.bitrix24.ru/>
3. Официальный сайт «Википедия»: PEST – анализ [Электронный ресурс] / Веб-сайт. Режим доступа: URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/PEST>
4. *Сауренко, Н. Е.* Проектный подход: интеграция теории и практики // Профессиональное образование. – 2014. - № 1. – С. 44-47
5. Официальный сайт «Бизнес идея. Каталог лучших идей бизнеса» [Электронный ресурс] / Веб-сайт. Режим доступа: URL: <https://bisnesideya.ru/>

---

*Aglyamzyanova G.N., Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Naberezhnye Chelny State Pedagogical University.*

*Gumerova L.Z., Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan (Volga Region) Federal University.*

#### USE OF CRM SYSTEMS IN THE ORGANIZATION OF PROJECT ACTIVITIES OF STUDENTS

*Abstract. The use of modern information technologies in the organization of the educational process, in particular, the project activities of students. Building effective joint activities of project participants based on the use of the Bitrix24 CRM system.*

*Keywords: project activities of students, CRM system, Bitrix24, information technologies.*

УДК 378. 02 (075.8)

*Дынник И.В., ассистент, Луганский государственный университет имени Владимира Даля «Институт гражданской защиты»*

## НОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ В СФЕРЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Аннотация. Раскрыта важная роль компетентностного подхода в системе современного образования на территории Луганской Народной Республики, а именно, при подготовке студентов бакалавриата. Рассмотрены вопросы модернизации образования, а также компетенции и компетентности, как основных требований к образовательной подготовке бакалавров.*

*Ключевые слова: образование, образовательная система, технологии, бакалавр, компетентностный подход, компетенция, визуализация, умение, навык, потребность, модернизация, техносферная безопасность.*

Концепция модернизации современного образования поставила перед учебными заведениями ряд задач, одна из которых – формирование ключевых компетенций, определяющих современное качество содержания образования. Актуализация компетентностного подхода в последние десятилетия обусловлена целым рядом факторов. Переход от индустриального к постиндустриальному обществу сопряжен с увеличением уровня неопределенности окружающей среды, с возрастанием динамизма протекания процессов, многократным увеличением информационного потока.

Именно поэтому сегодня компетентностный подход в системе образования становится все более важным в процессе подготовки бакалавров различных направлений. В связи с этим необходимо понять содержание и цели современного образования в целом для того, чтобы сделать выводы о сущности компетентностного подхода. Итак, цель образования неизбежно влечет за собой представление о его содержании: то есть, что должно состояться в личности в результате образования, чтобы реализовались ее потребности и как члена общества, и как индивидуальности?

Согласно современной концепции модернизации образования, оно должно играть ключевую роль в сохранении нации, её генофонда, обеспечении устойчивого, динамичного развития общества, стать важнейшим фактором гуманизации социально-экономических отношений, формирования новых жизненных установок. На сегодняшний день Республике нужны современно образованные, нравственные, предприимчивые специалисты самых различных направлений, которые могут самостоятельно принимать ответственные решения в ситуации выбора, прогнозируя их возможные последствия, способные к сотрудничеству, и которые будут отличаться мобильностью, динамизмом, конструктивностью и т.д.

Содержание образования является важнейшей составляющей системы образования. В настоящее время необходимость серьезной модернизации содержания образования очевидна. Луганская Народная Республика стала самостоятельным, демократическим государством, которое строит гражданское общество, и где на первое место должен быть поставлен человек, обладающий значительно большей, чем ранее, мерой свободы и ответственности. Именно эти тенденции положены в основу кардинальной модернизации содержания образования, направленной на развитие самостоятельности студентов, способности к самоорганизации, формирование умений отстаивать свои права, вести диалог, искать и находить компромиссы, готовности к сотрудничеству, развитие способности к созидательной деятельности.

Можно с уверенностью сказать, что содержание современного образования основывается на «педагогически адаптированный социальный опыт человечества, тождественный, по структуре (но не по объему) человеческой культуре во всей ее структурной полноте.

Оно состоит из четырех основных структурных элементов (Рис.1.)

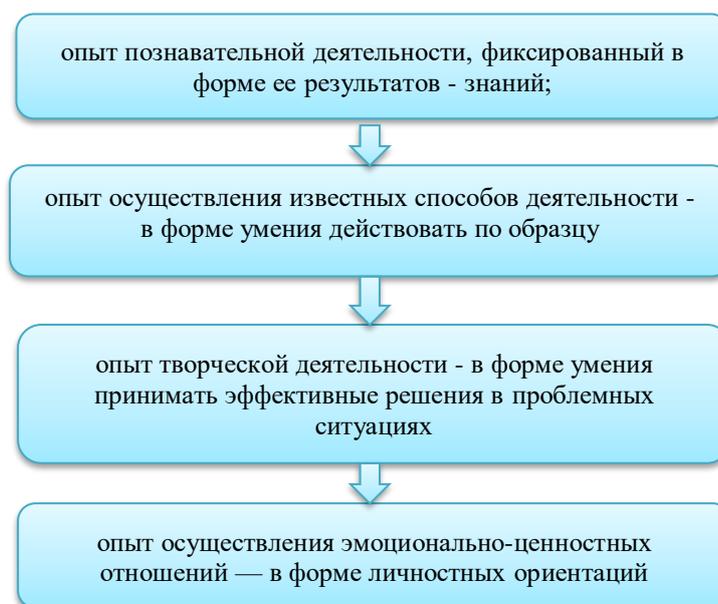


Рис.1. Основные структурные элементы современного образования

Освоение этих четырех типов опыта позволяет сформировать у студентов способности (потенциал) осуществлять сложные виды действия.

Эти способности (умения) в современной педагогической литературе часто называют компетентностями. Для модернизации образования необходимо в основу класть планируемые цели (характеристики результата «на выходе»), и только после этого формировать — и модернизировать - само содержание образования «на входе». И потому не случайно, что в качестве центрального понятия, вокруг которого должны строиться разработки в сфере содержания образования, выступает понятие ключевых компетентностей, личностно-ориентированных по своей природе.

Процесс изменения в образовательной системе не может идти по пути увеличения объема изучаемого учебного материала. Такой подход не дает полного осознания предмета изучения, делает его менее привлекательным для самостоятельной работы и формирования личного мнения студентов по тому или иному вопросу. Более того, изучение большого количества теоретической информации, которая может оказаться не актуальной в послевузовской практической деятельности, в большинстве своем остается не усвоенной студентами.

При этом инструменты и система проверки знаний базируются на проверке способности воспроизвести учебный материал.

Невозможность традиционной системы обучения добиться вышеперечисленных результатов, можно заметить, рассматривая особенности, характерные для традиционной системы обучения:

✓ абстрактный характер содержания образования и его усвоения, обособленный, с одной стороны, от реальных условий и требований жизни современного общества и, с другой стороны, — от формирования субъектного опыта, вследствие чего выпускники не обладают компетенциями, необходимыми для активной социально-экономической жизни;

✓ репродуктивный характер обучения, который ориентирован на развитие стереотипных форм познавательной деятельности и личностной, социальной активности;

✓ ориентация на «средний» уровень развития способностей студентов, что не позволяет в достаточной мере использовать развивающий эффект обучения;

✓ субъект-объектный характер обучения, при котором студент является объектом педагогических воздействий, а учебные материалы — объектом для усвоения, вследствие чего преподаватель не использует субъектность обучаемого как активного целеполагающего участника совместного познавательного и личностного развития, а учебный материал не обретает для обучаемого субъектной значимости;

✓ отождествление компетентности студентов в различных областях деятельности с уровнем усвоения учебного материала.

Одним из приоритетных направлений в решении вопроса повышения качества образования является переход от «знаниевого» к компетентностному подходу в образовательном процессе. Другими словами, переход от общеобразовательной (традиционной) системы обучения, когда к основному содержанию постепенно прибавляются новые и новые элементы, увеличивая тем самым объем изучаемого материала, к лично-ориентированному подходу,

который в условиях быстроменяющейся окружающей действительности подходит как нельзя лучше и помогает в решении нестандартных, «внеплановых», «внеучебных» ситуаций.

Нужно заметить, что проанализировав литературу, нормативные документы и другие источники понятие «компетентность» и «компетенция» встречаются редко.

Исходя из этого необходимо провести краткий обзор по различным трактовкам этих понятий, что позволит нам, во-первых, дать определение термину «компетентность», во-вторых, определиться со структурой, условиями формирования и функциями компетентности в целом, что является предметом нашего исследования.

В Большом советском энциклопедическом словаре компетентность определяется как «знание или опыт в той или иной области» (лат. «*compe*to» - добиваюсь, соответствую, подхожу).

В словаре русского языка С.И. Ожегова слово «компетентный» приобретает смысл «знающий, осведомленный, авторитетный» [1].

Компетентный (лат. *compe*rens, *competentis* — надлежащий, способный) - знающий, сведущий в определенной области; имеющий право по своим знаниям или полномочиям делать или решать что-либо, судить о чем-либо. Быть компетентным человеком означает мобилизовать в определенной ситуации полученный багаж знаний, умений, опыта деятельности.

Понятие «компетентность», по мнению Э.Ф. Зеера, шире понятия «компетенция», так как оно включает наряду с когнитивно-знаниевым, мотивационный, отношенческий, регуляторный компоненты. Автор отмечает, что компетентность – это способность правильно оценивать сложившуюся ситуацию и принимать в связи с этим адекватное решение, позволяющее достигнуть практического или иного значимого результата. Компетентность предполагает не обладание значительным объемом знаний и опыта, а способность применять их на практике, то есть в процессе выполнения профессиональных функций, а также нести личную ответственность за все

решения и действия. Мнение автора о том, что компетентность необходимо рассматривать как следствие обучения, мы полностью поддерживаем [3].

Трактовка компетентности И.А. Зимней, как основывающийся на знаниях, интеллектуально и личностно обусловленный опыт социально-профессиональной жизнедеятельности человека, а компетенции представляет как некоторые внутренние, потенциальные, сокрытые психологические новообразования: знания, представления, программы (алгоритмы) действий, систем ценностей и отношений, которые затем выявляются в компетентностях человека, не может остаться незамеченной [4].

По Ю.Г. Татуру, компетентность - качество человека, завершившего образование определенной ступени, выражающееся в готовности (способности), на его основе к успешной (продуктивной, эффективной) деятельности с учетом ее социальной значимости и социальных рисков, которые могут быть с ней связаны. Также он приводит обстоятельства, которые, по его мнению, обосновывают использование термина «компетентность» при описании желательного образа специалиста с высшим образованием.

Учитывая обобщенный, интегральный характер понятия «компетентность» по отношению к используемым сегодня в образовательных стандартах терминам «знания», «умения», «владение», такой переход обеспечит формирование обобщенной модели качества подготовки специалиста, абстрагированной от конкретных дисциплин и объектов труда, что позволит, в свою очередь, говорить о более широком, чем сегодня, возможном поле деятельности специалиста.

В условиях нестабильности экономики, и как следствие, рынка труда, такой подход становится весьма актуальным как для выпускающихся бакалавров, так и для работодателей.

Поскольку современная модель выпускника вуза, основанная на компетентностном подходе, будет иметь значительно меньшее число составляющих ее элементов, чем при ее описании через знания, умения и навыки,

то это позволит, во-первых, более четко и обоснованно, на междисциплинарной основе выделить составляющие в образовательной программе подготовки специалистов и, во-вторых, вести сравнение различных образовательных программ [5].

В педагогике высшей школы феномен компетентности как качества человека, завершившего образование определенной ступени, приобретает особую значимость при оценке результатов педагогического процесса.

Так, академик Б.С. Гершунский располагает цепочку результативности профессионального образования следующим образом: грамотность — образованность — профессиональная компетентность — культура — менталитет [7].

В сфере трудовой деятельности наиболее полная самореализация личности возможна именно в форме профессиональной компетентности. Профессиональная компетентность включает в себя: профессиональное образование, опыт, ответственность, индивидуальные особенности, стремление к самосовершенствованию и самообразованию, творчество.

Необходимо отметить работу М.А. Чошанова, в которой компетентность определяется как углубленное знание предмета или освоенное умение, то есть компетентность включает в себя как содержательный (знание), так и процессуальный (умение) компоненты, но в то же время предполагает постоянное обучение, то есть расширение знаний для решения профессиональных вопросов на актуальный период. Что касается компетентного специалиста, его отличает способность среди множества решений выбирать наиболее оптимальное, обладать критическим мышлением.

Результатом вышеперечисленных утверждений автора является «Формула компетентности», которая выглядит следующим образом:

Компетентность = мобильность знания + гибкость метода + критичность мышления.

И.Н. Пономарева отмечает, что основой компетентности молодого специалиста является фундаментальность образования, обеспечивающая

возможность самообразования, а также определяющая смену стереотипа поведения в соответствии с социальным заказом общества [6].

По мнению А.В. Хуторского понятия компетенция и компетентность различаются. Компетенция – это наперед заданное требование к образовательной подготовке; а компетентность – это уже состоявшееся личностное качество или совокупность качеств, и минимальный опыт по отношению к деятельности в заданной сфере, то есть компетентность предполагает минимальный опыт применения компетенции.

Работа автора представляет значительный интерес для определения сущности компетентности в нашем исследовании.

Также интересна методика построения «древа компетенций», которая заключается в разработке общепредметных связей, которые объединяют требования к подготовке обучающегося и обобщают степень готовности по общим умения, навыкам и способам деятельности.

А.В. Хуторской различает блоки личностных качеств, которые необходимо развивать для формирования компетентности в соответствующей области:

- ✓ познавательные - умение чувствовать окружающий мир, отыскивать причинно-следственные связи и др.,
- ✓ творческие - гибкость ума, чуткость к противоречиям, прогностичность и др.,
- ✓ оргдеятельностные - способность осознавать цели учебной деятельности и умение по ее достижению и др.,
- ✓ коммуникативные - необходимость взаимодействовать с объектами окружающего мира и его информационными потоками и др. [7].

Автор определяет компетентность как условие успешного выполнения определенной деятельности.

Для С.Е. Шишова и И.Г. Агапова «компетентность – это общая способность и готовность личности к деятельности, основанные на знаниях и опыте, которые приобретены благодаря обучению, ориентированные на

самостоятельное участие личности в учебно-познавательном процессе, а также направленные на ее успешное включение в трудовую деятельность» [8].

Схожие мнения можно увидеть в работах Ю.В. Варданяна и А.В. Баранчикова. Ю.В. Варданян считает, что компетентность - это «готовность и способность личности использовать теоретические знания и практический опыт для разрешения определенных задач». А.В. Баранчиков определяет компетентность как «самостоятельно реализуемую способность, основанную на приобретенных знаниях студента, его учебном и жизненном опыте, ценностях и наклонностях, которую он развил в результате познавательной деятельности и образовательной практики» [9].

В работах В.А. Слостенина, И.Ф. Исаева, А.И. Мищенко, Е.Н. Шиянова уточняется понятие «профессиональная компетентность», включающее единство теоретической и практической готовности к осуществлению профессиональной деятельности [10].

Нельзя не отметить документ «Стратегии модернизации содержания общего образования», в котором компетентность понимается шире, чем знание, или умение, или навык, оно включает их, хотя, разумеется, речь не идет о компетентности как о простой сумме знания - умения - навыка. Это понятие включает не только когнитивную и операционально-технологическую составляющие, но и мотивационную, этическую, социальную и поведенческую [12].

Мнения указанных выше авторов имеют большую ценность для нашего исследования: прежде всего, помогают определить основные тенденции компетентностно-ориентированного обучения, а также специфику ноологической компетентности, что очень важно для студентов бакалавриата направления «Техносферная безопасность».

Важно отметить, что при новом веянии построения образовательного процесса - формирование компетентностей, нет отказа от традиционных систем обучения. Важно то, что знания, умения, практический опыт должны формироваться под воздействием личностной оценки обучаемого.

На основе всех вышеперечисленных определений и понятий компетентности, мы остановимся на следующих:

Компетенция – это заранее заданное требование к образовательной подготовке бакалавров, то чем он должен овладеть по завершению образования.

Компетентность – это мера освоения компетенции и готовность выпускника к актуальному выполнению своей профессиональной деятельности.

Подводя итог, можно отметить, что как содержательная, так и процессуальная составляющие компетентностного подхода нацелены на достижение нового, целостного образовательного результата, который изначально предполагается как вариативно-личностный и отражает итог усвоения содержания образования и развития личности, овладевшей значимым для нее содержанием, одновременно.

#### Литература

1. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка – М., 2010г. – 736 с.
2. Лобанова Н. Н., Косарев В. В., Крючатов А. П. –Профессиональная компетентность педагога. Рос. акад. образования, Санкт-Петерб. ин-т образования взрослых РАО, Самар. экон. лицей. - Самара ; СПб.: ОАО "СамВен", 1997. – 107 с.
3. Зеер Э.Ф. Компетентностный подход к образованию. Уральское отделение Российской Академии Образования, 2004. – 145с.
4. Зимняя И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании: авторская версия. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. – 265 с.
5. Татур Ю.Г. Компетентность в структуре модели качества под-готовки специалиста. – М.: Высшее образование сегодня, 2004, № 3. – 185с.
6. Пономарева О.С. Развитие профессиональных компетенций студентов вуза в рамках концепции устойчивого развития/О.С. Пономарева. — Текст: непосредственный // Педагогика высшей школы. — 2016. — № 2 (5).

7. Хуторской А.В. Компетентностный подход в обучении. Научно-методическое пособие. — М.: Издательство «Эйдос»; Издательство Института образования человека, 2013. — 276 с.

8. Шишов С.Е. Компетентностный подход к образованию: прихоть или необходимость / С.Е. Шишов, И.Г. Агапов // Стандарты и мониторинг в образовании. — 2002. — №2. — 245 с.

9. Варданын Ю.В., Савинова Т.В., Яшкова А.Н. Монография/ Развитие студента как субъекта овладения профессиональной компетентностью (На материале изучения психологии); М-во образования Рос. Федерации. Мордов. гос. пед. ин-т им. М. Е. Евсевьева. - Саранск, 2002. - 100 с.: ил.

10. Слостенин В.А., Исаев И.Ф., Мищенко А.И., Шиянов Е.Н. Учебное пособие для студентов педагогических учебных заведений 3е изд. М. ШколаПресс, 2000. —512с.

11. Троянская С.Л. Основы компетентностного подхода в высшем образовании: учебное пособие. — Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2016. — 176 с.

12. Стратегия модернизации содержания общего образования <http://www.1060.ru/upload/fm/pinskiy/strateg.pdf>

---

*I. V. Dynnik, Assistant, Luhansk State University named after Vladimir Dal "Institute of Civil Protection»*

***NEW EDUCATIONAL TECHNOLOGIES FOR BACHELOR'S DEGREE TRAINING  
IN THE FIELD OF TECHNOSPHERE SECURITY***

*Annotation. The article reveals the important role of the competence approach in the system of modern education in the territory of the Luhansk People's Republic, namely, in the preparation of undergraduate students. The issues of modernization of education, as well as competence and competence, as the main requirements for the educational training of bachelors, are considered.*

*Keywords: education, educational system, bachelor, competence approach, competence, skill, skill, need, modernization, technosphere security.*

УДК 616-083.98

*Иванкин М.А., старший преподаватель, Институт гражданской защиты ГОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»*

## ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ БАЗОВОЙ СЕРДЕЧНО-ЛЕГОЧНОЙ РЕАНИМАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

*Аннотация: Базовый объем реанимационных мероприятий – это минимум действий, которыми должны владеть в полной мере все медицинские работники, сотрудники экстренных служб для экономии времени и повышения эффективности этих мероприятий. На догоспитальном этапе владение этими навыками особенно актуально, что требует их знания в свете последних достижений науки в этой области и постоянного совершенствования. В условиях пандемии COVID-19 эти навыки нуждаются в корректировке в соответствии с требованиями эпидемиологической безопасности.*

*Ключевые слова: первая помощь, пострадавшие, базовая сердечно-легочная реанимация, пандемия COVID-19.*

Одной из серьезнейших проблем для мирового здравоохранения являются травмы. Из-за телесных повреждений ежедневно погибают тысячи людей, на каждого погибшего приходится несколько тысяч раненых, у многих из которых в течение всей жизни сохраняются последствия травмы. В мире практически четверть (22,8 %) погибших в результате травм приходится на дорожно-транспортный травматизм [1].

В Европейском регионе Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) наиболее низкие показатели смертности наблюдаются в странах Западной Европы, таких как Швеция и Великобритания, а наиболее высокие показатели приходятся на ряд стран СНГ (16,6 погибших на 100 тыс. населения против 5.5 погибших на 100 тыс. населения в странах Евросоюза) [1].

Российская Федерация, по данным за 2015 г., занимает одно из первых мест по показателям дорожно-транспортной смертности среди стран Европейского региона ВОЗ. Подавляющее большинство погибших при ДТП в РФ (57 %) – водители и пассажиры автомобилей.

Треть погибших в дорожно-транспортных происшествиях составляют люди наиболее трудоспособного и активного возраста (26–40 лет). Ежегодные экономические потери страны от дорожно-транспортных происшествий составляют около 2 % валового внутреннего продукта и сопоставимы в абсолютных показателях с валовым региональным продуктом таких субъектов Российской Федерации, как Краснодарский край или Республика Татарстан[2].

Среди причин высокого уровня смертности на дорогах РФ можно особо выделить собственное отношение участников дорожного движения к безопасности, в том числе низкую медицинскую грамотность и неготовность оказывать первую помощь пострадавшим.

Очень часто причиной смертельного исхода становятся временной фактор (задержка скорой помощи) и невысокий уровень подготовки сотрудников полиции, а также водителей, порой не умеющих и не понимающих, как оказать первую помощь пострадавшему

Первая помощь - вид помощи, включающий комплекс простейших мероприятий на месте происшествия и вблизи него, направленных на временное устранение причин, угрожающих жизни пострадавших и предупреждающих развитие тяжелых осложнений с использованием Аптечки первой помощи (автомобильной) и подручных средств.

Первую помощь оказывают лица, не имеющие медицинского образования, руководствуясь Законом Российской Федерации «О внесении изменений в статью Основ законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 26 июня 2009 года № 143680-5.

Одна из возможных причин высокой смертности при ДТП в РФ - неоказание быстрой и грамотной первой помощи.

В мае-сентябре 2018 г., а также в январе и июне 2019 г. проводились опросы граждан РФ, имеющих водительское удостоверение и опыт управления транспортным средством, в разных регионах страны (Волгоградская область, Краснодарский край, Ростовская область, Москва и др.). Всего было опрошено

403 человека: 284 мужчин и 119 женщин. Респондентам было предложено ответить на вопросы о медицинской подготовке в автошколах, участии в ДТП, приемах оказания первой помощи. По результатам исследования около 17 % сталкивались с ситуацией необходимости оказания первой помощи и оказывали ее, а около 14 % не могли оказать помощь по причине боязни навредить пострадавшему и стрессовой обстановки.[1]

Одним из важнейших навыков оказания первой помощи, в том числе при ДТП, является умение оценивать жизненно важные показатели состояния здоровья пострадавших, такие как наличие или отсутствие (степень нарушения) сознания и дыхания и, как следствие, своевременно начинать и эффективно проводить базовую сердечно-легочную реанимации в случае необходимости.

Основные принципы проведения сердечно-лёгочной реанимации базируются на «Рекомендациях по проведению реанимационных мероприятий Европейского совета по реанимации» (пересмотр 2015 г.) и последних международных рекомендациях таких, как «Рекомендации Американской ассоциации сердечных заболеваний по сердечно-лёгочной реанимации и неотложной помощи при сердечно-сосудистых заболеваниях» от 2020 г.

По разным данным, возобновить кровообращение при остановке сердца удавалось у 17–61% пациентов. Доказано, что успешность реанимационных мероприятий может быть свыше 60%, при условии, что реанимационное пособие было начато людьми, владеющими его базовым объемом [3].

В условиях аварии при отсутствии врачей, каких-либо приспособлений, оборудования и аппаратуры речь может идти о первичной (базовой) сердечно-легочной реанимации (BasicLifeSupport – BLS), выполнимой и эффективной благодаря простому стандартному набору приемов, составляющих фундамент реанимационного алфавита С-А-В и обеспечивающих

на этапе С (circulation)– восстановление циркуляции крови,

на этапе А (airway)–проходимость верхних дыхательных путей,

на этапе В (breathing)– искусственную вентиляцию легких.

По рекомендациям ESR (Европейского совета по реанимации) от 2015 года лица, обученные основам СЛР, ставшие свидетелем внезапной остановки кровообращения у взрослого, должны незамедлительно начать СЛР в виде 30 компрессий грудной клетки (непрямой массаж сердца) с частотой 100-120 компрессий в 1 мин с последующим осуществлением двух выдохов в рот больного. Другие очевидцы должны позвонить по телефону 103(112).

Согласно «Рекомендации Американской ассоциации сердечных заболеваний (АНА) по сердечно-лёгочной реанимации (СЛР) и неотложной помощи при сердечно-сосудистых заболеваниях» от 2020 г. неспециалистам надо начинать СЛР при предположительных случаях остановки сердца, так как вероятность вреда для пациента при отсутствии остановки сердца низка.

Если взрослый внезапно потерял сознание или у пострадавшего в бессознательном состоянии нарушено дыхание, непрофессиональный реаниматор не должен проверять пульс. В такой ситуации следует считать, что у пострадавшего остановилось сердце.

Риск вреда для пострадавшего, к которому применяются компрессии грудной клетки при отсутствии остановки сердца, минимален. Непрофессиональные реаниматоры неспособны точно определить наличие пульса у пострадавшего, а риск от непроведения СЛР для пострадавшего без пульса превышает возможный вред от ненужных компрессий грудной клетки.

Тем не менее, определение наличия (отсутствия) спонтанного дыхания у пострадавшего до начала СЛР является предпочтительным.

Если пострадавший без сознания, для определения наличия у него признаков дыхания обычно используют прием «Вижу, слышу, ощущаю».

При этом спасатель приближает лицо ко рту и носу пострадавшего, чтобы можно было услышать и ощутить движение воздуха при выдохе, одновременно контролируя визуально движения грудной клетки.

Очевидно, что при проведении мероприятий первой помощи и, особенно, при реанимационных мероприятиях, высок риск инфицирования

спасателя от пострадавшего, являющегося больным или бессимптомным носителем возбудителя заболевания.

Тем более актуальность этой проблемы возросла с началом пандемии коронавируса SARS-CoV-2, объявленной Всемирной организацией здравоохранения.

Это заболевание вызывается коронавирусом тяжёлого острого респираторного синдрома-2 (SARS-CoV-2) и является крайне контагиозным.

В настоящее время в мире зарегистрировано более 124 млн. случаев заболеваний, умерло более 2,7 млн. человек.

Основным механизмом передачи SARS-CoV-2 является секрция из дыхательных путей пациента – либо непосредственно, либо через прикосновение к загрязненным поверхностям. Выделения из дыхательных путей называют либо каплями (> 5–10 мкм в диаметре), либо аэрозольными частицами (<5 мкм). Капли оседают на поверхностях в пределах 1-2 метров от дыхательных путей пациента, а аэрозольные частицы могут оставаться в воздухе в течение длительного времени.

Образование аэрозоля при непрямом массаже сердца является вероятным, поскольку имеет место небольшой, но измеримый дыхательный поток. Человек, выполняющий непрямой массаж сердца, находится в непосредственной близости от дыхательных путей пациента.

В условиях пандемии COVID-19, в апреле 2020 года изданы «Рекомендации Европейского Совета по реанимации относительно COVID-19».

Сердечно-легочная реанимация – процедура, несущая высокий риск заражения, даже если ограничиваться компрессией грудной клетки.

В связи с этим возникла потребность скорректировать общие рекомендации по лечению пациентов без подтвержденного COVID-19, исходя из оценки рисков на местах.

Для пациентов с подозрением на COVID-19 или с подтвержденной инфекцией Европейский совет по реанимации, основываясь на недавнем

обзоре фактов и комментариях Международного согласительного комитета по реанимации (ILCOR), рекомендует внести следующие изменения в базовые реанимационные мероприятия, выполняемые непрофессиональными спасателями, по отношению к взрослым пациентам с подтвержденным COVID-19 или подозрением на эту инфекцию:

1. Остановка сердца имеет место, если человек не реагирует на внешние воздействия и у него нарушено дыхание.

2. Чтобы проверить наличие реакции, слегка встряхните человека за плечи и окликните его.

3. Чтобы проверить дыхание, посмотрите, дышит ли он. Для минимизирования риска инфицирования не открывайте дыхательные пути и не приближайте свое лицо ко рту и/или носу пострадавшего. Проведите оценку дыхания визуально (подъемы грудной клетки) и, опционально, положив «ладонь на живот».

4. Вызовите скорую помощь, если человек не реагирует на внешние воздействия и у него нарушено дыхание.

5. Если реанимационные мероприятия выполняет один спасатель, желательно использовать телефон с громкой связью для переговоров со станцией скорой медицинской помощи во время СЛР. Если помощь оказывают два человека, то один из них должен немедленно вызвать скорую помощь, пока второй приступает к визуальному осмотру.

6. Если остановка сердца подтверждается, лица, оказывающие первую помощь, должны провести как минимум безвентиляционную СЛР (только руки).

В этом случае до начала наружного массажа сердца необходимо закрыть нос и рот пострадавшего защитной маской. Это может снизить риск распространения вируса воздушно-капельным путем во время выполнения непрямого массажа сердца.

Использовать вместо маски повязку из подручной ткани не рекомендуется: существует риск при этом случайно перекрыть дыхательные

пути и/или нарушить их пассивную проходимость слишком плотным пережатием; кроме того, нет доказательств, что ткань предотвращает воздушно-капельное распространение инфекции. Тем не менее, если защитной (хирургической) маски нет, а совсем без маски оказывать помощь никто не решается, допустимо использовать и повязку из подручной ткани или салфетку/полотенце (при этом нос и рот пострадавшего не должны быть завязаны туго).

7. Если складывается ощущение, что первопричиной не являются проблемы с сердцем («внезапная потеря сознания при свидетелях») при проведении СЛР у детей, спасатели, которые способны и согласны это сделать, должны также, в соответствии с алгоритмами Американской кардиологической ассоциации от 2015 года, открыть дыхательные пути и приступить к искусственной вентиляции лёгких, осознавая, что это может увеличить риск заражения (если у ребёнка COVID-19), но при этом значительно повысит вероятность благоприятного исхода для ребёнка.

8. Непрофессиональные спасатели должны следовать указаниям станции скорой медицинской помощи.

Сразу после выполнения СЛР непрофессиональные спасатели должны тщательно вымыть руки с мылом или продезинфицировать их гелем для рук на спиртовой основе и связаться с местными органами здравоохранения, чтобы получить информацию о тестировании после контакта с человеком, у которого подтверждено наличие COVID-19 или имеется подозрение на эту инфекцию.

Приблизительно в 70% случаев остановки сердца у детей вне больницы первую помощь пострадавшим оказывают члены семьи, которые, таким образом, уже подверглись воздействию SARS-CoV-2 (если инфицирован сам ребёнок). Также они более склонны рисковать собственным здоровьем и жизнью, если это требуется для облегчения состояния ребёнка. Для случайных прохожих такое поведение маловероятно.

Присутствующие рядом непрофессиональные спасатели также должны предпринять все возможные меры для своей защиты и избегать действий, несущих высокий риск передачи инфекции. Если среди спасателей есть члены семьи ребёнка или опекуны, то они, вероятнее всего, уже подверглись воздействию вируса. Также они, вероятно, с наибольшей готовностью окажут помощь медикам, несмотря на повышенную угрозу здоровью.

Присутствующие рядом непрофессиональные спасатели и медицинские работники должны отдавать себе отчёт о потенциальных рисках. Решение, когда и каким образом принимать участие в оказании первой помощи, каждый принимает индивидуально, но только до тех пор, пока это не затрагивает безопасность другого непрофессионального спасателя или медицинского работника.

Важна безопасность того, кто оказывает помощь, будь то профессионал или прохожий. При проведении реанимационных предприятий всегда существует компромисс между риском для медработника или спасателя/непрофессионального спасателя и пользой для пострадавшего. При всем стремлении снизить риск для себя в разумных пределах, медработники и спасатели/непрофессиональные спасатели сталкиваются с ним как с неизбежной частью своей профессии. В определенной степени это также актуально для непрофессионалов, но для них это определяется отношениями с пострадавшим, а также собственным восприятием того, что такое «риск». Ключевым испытанием для реанимации в условиях пандемии COVID-19 является неизвестность степени риска для медработника или спасателя/непрофессионального спасателя и пользы для пострадавшего.

Медицинские работники и спасатели должны использовать соответствующие средства индивидуальной защиты (СИЗ), а также знать, как правильно ими пользоваться, когда имеют дело с подтвержденным случаем или подозрением на COVID-19.

Непрофессионалам рекомендуется максимально обезопасить себя и избегать процедур, несущих высокий риск заражения. Это особенно важно,

если они сами находятся в группе с вероятностью неблагоприятного исхода при заражении (люди старшего возраста, с хроническими заболеваниями легких, сердечными заболеваниями).

Опекуны или домочадцы пострадавшего уже имели контакт с ним и поэтому склонны игнорировать риски при сердечно-легочной реанимации.

Серьезные травмы и заболевания по-прежнему требуют своевременного и эффективного оказания первой помощи в различных условиях, и диагностирование этих случаев не должно откладываться из-за страха перед COVID-19.

В заключение нужно отметить, что по мере накопления клинических данных по эффективности и безопасности оказания первой помощи пострадавшим и, в частности, проведения мероприятий базовой сердечно-легочной реанимации в условиях продолжающейся пандемии COVID-19, необходимо своевременное внесение соответствующих изменений в протоколы и стандарты оказания первой помощи и программы обучения, как медицинских работников, так и сотрудников экстренных служб и непрофессиональных спасателей.

#### Литература

1. Попов А.В., Каймакова У.М., Стецкий Н.П., Ребро И.В., Мустафина Д.А., Отсутствие навыков первой помощи как фактор высокой смертности при ДТП в Российской Федерации// Журнал «Здоровье населения и среда обитания». – 2020. - №4. – С.43-47.

2. Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы (утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 января 2018 г. № 1-р). URL: <https://rg.ru/2018/01/24/strategiya-site-dok.html> (дата обращения: 04.02.2021 г.).

3. Альмухамбетов М.К., Мустафин М.С., Альмухамбетова Э.Ф., Карабаева А.И., Нурмаханова Ж.М., Еркинбекова Ф., Бегалиева Д., Тавбаева А., Оценка эффективности базовых мероприятий по проведению сердечно-

легочной реанимации на догоспитальном этапе// Вестник КазНМУ, №1 - 2014 С.51-53.

4. Рекомендации по проведению реанимационных мероприятий Европейского совета по реанимации (пересмотр 2015 г.). Под ред. Чл.корр. РАН Мороза В. В. 3е издание, переработанное и дополненное. — М.: НИИОР, НСР, 2016. — 192 с.

5. Обзор «Рекомендаций Американской ассоциации сердечных заболеваний (АНА) по сердечно-лёгочной реанимации (СЛР) и неотложной помощи при сердечно-сосудистых заболеваниях от 2020 г.». URL: Доступно по: <https://webmed.irkutsk.ru/doc/pdf/aha.pdf> (дата обращения: 04.03.2021 г.).

6. Рекомендации Европейского Совета по реанимации относительно COVID-19 от 24 апреля 2020 года. URL: Доступно по: <https://stopcovid19.com.ru/530-european-resuscitation-council-covid-19-guidelines/> (дата обращения: 04.03.2021 г.).

---

*Ivankin M.A., Senior Lecturer, Institute of Civil Protection, State Educational Establishment of Higher Education "Lugansk Vladimir Dahl State University"*

#### FEATURE RECOMMENDATIONS OVERVIEW CARRYING OUT BASIC CARDIAC-PULMONARY REANIMATION FOR VICTIMS IN THE CONDITIONS OF THE COVID-19 PANDEMIC

*Annotation: The basic volume of resuscitation measures is a minimum of actions that all medical workers, emergency workers must fully master in order to save time and increase the effectiveness of these measures. At the prehospital stage, the possession of these skills is especially important, which requires their knowledge in the light of the latest advances in science in this area and constant improvement. In the context of the COVID-19 pandemic, these skills need to be adjusted in accordance with the requirements of epidemiological safety.*

*Key words: first aid, affected, basic cardiopulmonary resuscitation, COVID-19 pandemic.*

УДК 378.096; 621.861.2

*Коноваленко В.Н., старший преподаватель, ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».*

*Коноваленко А.А., специалист директората, ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».*

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

## ПРОВЕДЕНИЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ОБЪЕКТАХ ПОВЫШЕННОЙ ВЫСОТНОСТИ

*Аннотация: Проблема эффективного применения полиспастных систем при проведении аварийно-спасательных работ (АСР) на объектах повышенной высотности является одной из актуальных задач, стоящих перед спасательными формированиями.*

*К сожалению, на сегодня в отечественной альпинистской и спасательной литературе трудно найти профессионально составленные методики обучения работе со спасательными полиспастами.*

*В данной статье освещаются ключевые моменты, лежащие в основе методики обучения профессиональных спасателей работе с полиспастами при проведении АСР на высотных объектах, отражены практически значимые нюансы использования легких аварийных полиспастов.*

*Ключевые слова: полиспаст, промышленный альпинизм, аварийно-спасательные работы, обучение студентов, спасательные подъемные системы, спасательные буксировочные системы, теоретически возможный выигрыш.*

Проведение аварийно-спасательных работ зачастую сопряжено с перемещением грузов в трехмерном пространстве по сложным траекториям, что характерно для эвакуации пострадавших либо для организации доступа к месту проведения спасательных мероприятий в тех случаях, когда в силу сложившихся обстоятельств использование тяжелой специальной техники, машин и механизмов невозможно.

Пример таких осложняющих факторов – масштабные разрушения и завалы, не позволяющие подойти к месту аварии на специальной технике, ведение в зоне АСР боевых действий, отсутствие специализированных машин и профильного оборудования в местах локации аварий.

Теоретически обоснованным решением подобного рода задач выступает применение техник веревочного доступа, т.е. использование технических и тактических решений, свойственных альпинизму и такелажным работам. Такой способ проведения АСР имеет высокую эффективность, сочетаемую с малой стоимостью проведения спасательных работ, в основе которых лежит веревочный доступ.

Яркими примерами таких работ служат уникальные операции, проведенные российскими спасателями. Так, в сентябре 1991 года на Уфимском нефтеперерабатывающем заводе надломился обломок заводской трубы массой более чем 700 тонн, и завис на 150-метровой высоте. Падение обломка на нефтехранилища грозило региону масштабной экологической катастрофой. В течение нескольких суток группа альпинистов подняла к зоне разлома 350 кг взрывчатки, и направленным взрывом переместила обломок в определенное экспертами место. Эта операция занесена в книгу рекордов Гиннеса [1].

Ликвидация последствий аварии 2009 года на Саяно-Шушенской ГЭС (высота до 242 м), потребовала применения сложных полиспастных систем для расчистки завалов, проведения поисково-спасательных мероприятий, ведения восстановительных работ вплоть до 2014 года.

Чаще всего необходимость в проведении аварийно-спасательных работ на ВГПО возникает при разрушениях, вызванных причинами природного и техногенного происхождения: землетрясениями, оползнями, сходом селевых потоков и лавин, взрывами, пожарами, в т.ч. – сопровождающихся выбросами химически опасных либо сильнодействующих ядовитых веществ.

Международное сообщество профессиональных спасателей традиционно уделяет изучению методов проведения АСР с применением техники альпинизма большое значение. Фундаментальные исследования в этом направлении ведутся французской компанией Petzl, американской компанией «3M Capital Safety Group», английской Торговой ассоциацией промышленных альпинистов (IRATA), ассоциацией FISAT в Германии, компанией SOFT в Норвегии, Канадской Ассоциацией Горных Гидов (ACMG), Международной Комиссией по

Спасательным работам в Горах (IKAR). Адаптация в практику АСР результатов научно-практических разработок интернационального сообщества спасателей регулярно проводится участниками Международного симпозиума по технически сложным спасработам (International Technical Rescue Symposium), который ежегодно проходит в США [2].

Среди российских компаний заслуживают внимания соответствующие разработки НПО «Венто». В Луганской Народной Республике работы в этом сегменте ведутся НПО «КРОК» (г. Стаханов) и в Институте гражданской защиты ГОУ ВО ЛНР «Луганский национальный университет имени Владимира Даля».

В числе авторов постсоветского пространства, работающих в этой теме, следует отметить Шершнева В.В., Абрамова Б.Н., Мартынова А.И., Кузнецова В.С., Кондратьева О.В., Доброва О.Г., Фарберова Ф., Веденина С.

Вышеуказанные авторы и объединения в исследовательской и практической деятельности огромное значение уделяют изучению применения полиспастов в различных условиях.

Понимание основных физических процессов, протекающих во всех звеньях полиспастных систем, знание основ механики, уверенное применение полиспастов является базовым техническим навыком, который необходим при проведении спасательных работ, при организации навесных переправ, при изменении вылета стрелы такелажных приспособлений, при перемещении конструкций в монтажно-демонтажных работах, при деблокировании объектов, при строительстве линий аварийного энергообеспечения.

*Цели и задачи, стоящие перед преподавателем в процессе изучения теоретического материала и отработки практических навыков работы с полиспастными системами*

Целью данного учебного раздела подготовки к проведению АСР является обучение студентов профильных ВУЗов и профессиональных спасателей эффективному применению полиспастов в экстремальных условиях на фоне жесткого лимита времени и значительных психофизических нагрузок.

Задачами обучения является успешное овладение студентами комплексом теоретических знаний и практических навыков, среди которых теоретические основы построения полиспастов, элементарные сведения о физических свойствах и технических характеристиках применяемого снаряжения, навыки проведения экспресс-анализа сложившейся аварийной ситуации и выбора оптимальных схем для применения полиспастов в конкретных условиях.

Обязательным условием обучения является проведение тренировок на реальном рельефе в сложных погодных условиях, с применением мокрого или обледенелого снаряжения, в условиях задымленности и недостаточной освещенности, в штатной экипировке и снаряжении.

После усваивания студентами базовых навыков целесообразно переходить к отработке типовых сценариев АСР в условиях, приближенных к реальным, с видеофиксацией хода выполнения задания и акцентом на улучшение исходных временных показателей выполнения технических приемов, а затем – применяя дополнительные сценарии, осложняющие выполнение задачи.

*Основные вопросы, обязательные к изучению в ходе занятий по данной теме*

Акцент при обучении следует сделать на тех позициях и теоретических положениях, владение которыми позволит оптимизировать практические действия по построению полиспастов в экстремальных условиях. Коснемся основных позиций, требующих обязательного понимания.

Полиспаст (др. греч. πολύσπαστος от πολύσπαστος — «многотяг») представляет собой грузоподъемное устройство, состоящее из нескольких подвижных и неподвижных блоков, огибаемых веревкой, канатом или тросом, позволяющее поднимать грузы с усилием в несколько раз меньшим, чем вес поднимаемого груза [3, С.19]. В инженерном отношении полиспаст представляет собой предназначенное для выигрыша в силе (силовой полиспаст) или в скорости (скоростной полиспаст), натягиваемое несколькими верёвками (тросами, канатами) грузоподъемное устройство, состоящее из блоков, которые конструктивно собраны в две обоймы (подвижную и неподвижную), последовательно огибающиеся движущимся канатом.

Студенты должны уяснить, что выигрыш в усилиях дают только подвижные ролики полиспастной системы, т.е. те, которые прикреплены к перемещаемому грузу или к веревке, идущей от такого груза. Неподвижные ролики служат лишь для изменения направления движения веревки, не давая при этом выигрыша в силе. В практической деятельности для облегчения расчетов неизбежные потери на трение, возникающие в системе, зачастую не учитываются, и за основу берется так называемый «теоретически возможный выигрыш в усилиях», (ТВ, теоретический выигрыш) который в отношении к усилию, прикладываемому для перемещения груза, равен проигрышу в расстоянии (соответственно – и в скорости).

#### *Теоретические основы построения полиспастов для спасательных работ*

В элементарном полиспасте 1:1. для того, чтобы поднять груз на 1 метр, необходимо протянуть через блок 1 метр веревки.

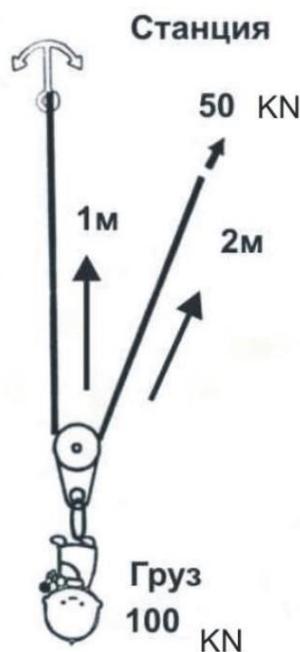


Рис. 1. Схема полиспаста с ТВВ 2:1[4]

В схеме, приведенной на рисунке 1, веревка закреплена на станции и пропущена через блок на грузе. При такой схеме для поднятия груза необходимо усилие в 2 раза меньше, чем масса поднимаемого элемента. Выигрыш в усилиях составляет 2:1. Ролик движется вместе с грузом вверх. Для того, чтобы поднять

груз на 1 метр, необходимо протянуть через ролик 2 метра веревки. Если в полиспасте 2:1 на каждый метр подъема груза вверх надо протянуть через систему 2 метра веревки, то в полиспасте 6:1, соответственно, 6 метров. Практический вывод: чем «мощнее» полиспаст – тем медленнее поднимается груз.

#### *Практический расчет теоретического выигрыша в усилии при применении простых полиспастов*

В простых полиспастах каждый добавленный в систему подвижный ролик, закрепленный на грузе, добавочно дает двукратный ТВ. Пример: добавив еще один подвижный ролик в полиспаст 2:1, мы получим выигрыш в силе  $2:1 + 2:1 = 4:1$ . В условиях реальных АСР для проведения экспресс-расчета усилия готового полиспаста необходимо сосчитать количество подвижных ветвей веревки, идущих от груза вверх, начиная от точки закрепления роликов. Пример расчета для полиспаста 5:1 приведен на рисунке 2.

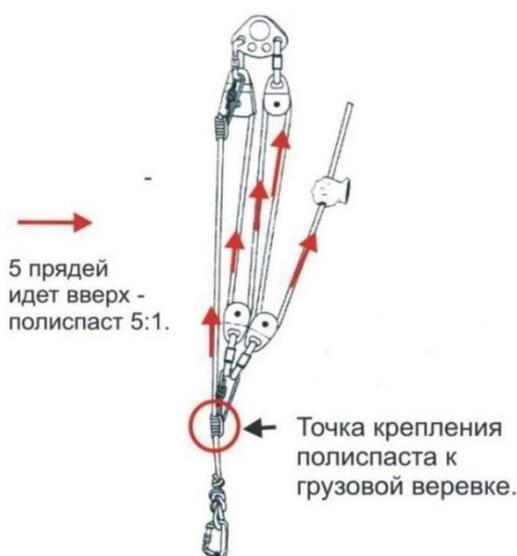


Рис. 2. Пример практического экспресс-расчета усилия для готового полиспаста 5:1[4]

В зависимости от того, где закреплен конец грузовой веревки (на станции или на самом грузе), простые полиспасты подразделяются на четные и нечетные. Если конец веревки закреплен на станции, то все последующие полиспасты

будут четные: 2:1, 4:1 и т.д. В нечетных полиспастах: 3:1, 5:1 и т.д. конец грузовой веревки закреплен на грузе.

Кроме простых полиспастов, в спасательных работах также широко применяются сложные полиспасты. В этом случае один простой полиспаст тянет другой простой полиспаст, что позволяет объединить в одну систему 2, 3 и более полиспастов.

В комплексных полиспастах усилие вытягивания направлено в сторону от станции, а ролики движутся навстречу друг – другу. Благодаря этой особенности такие полиспасты лучше других схем подходят для работы на крутых склонах, отвесах, и во всех других случаях, когда страховочная станция расположена выше спасателей. На рисунке 3 приведены схемы полиспастов для проведения АСР, которые наиболее эффективны с точки зрения выигрыша в усилие и потерь, возникающих из-за трения в системе.

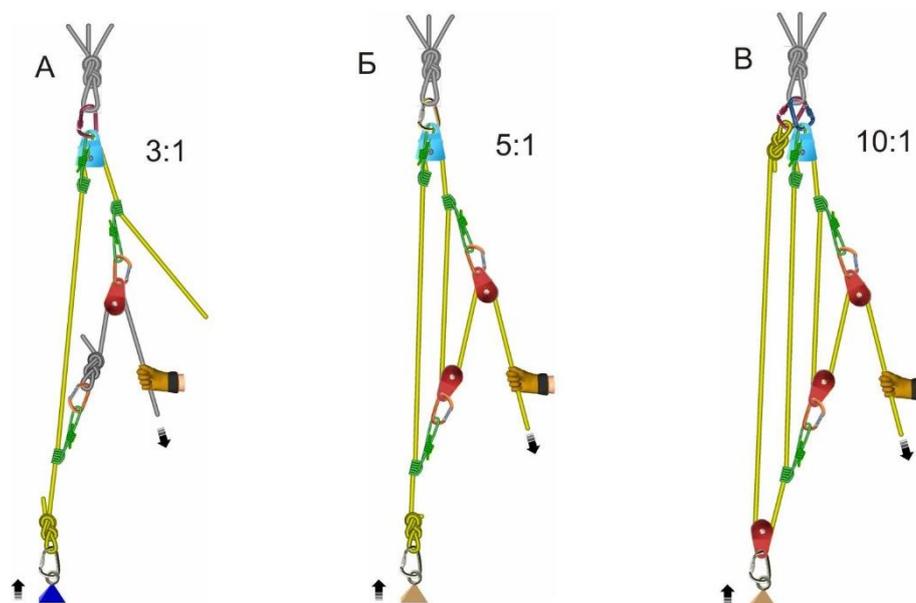


Рис. 3. Схемы наиболее эффективных комплексных полиспастов [4]

Так, комплексный полиспаст 3:1 позволяет одному спасателю поднимать пострадавшего напарника на отвесе даже при включении в схему всего одного ролика. Оптимальное расположение ролика – на месте красного ролика на вышеприведенной схеме. При отсутствии специальных роликов вместо них

вынужденно используются карабины. В этих условиях для подъема пострадавшего напарника в одиночку на отвесе оптимальной является приведенная выше схема 5:1, позволяющая частично компенсировать потери в усилии, возникающие из-за трения в системе.

*Технические нюансы и некоторые элементы снаряжения, применяемые в работе с легкими веревочными полиспастами*

При обучении практической работе с полиспастными системами студентам необходимо усвоить нижеследующие постулаты:

1. Все штатные спасательные формирования должны работать только со стандартным сертифицированным штатным снаряжением, имеющим соответствующие технические характеристики. Использование нештатного снаряжения запрещено, и допускается только в самых крайних случаях.
2. Любое спасательное снаряжение должно быть рассчитано на нагрузки, возникающие при работе со стандартным спасательным грузом. Международным сообществом за стандартный спасательный груз принята масса в 2KN, что соответствует 200 кг, рассчитанные, исходя из веса спасателя пострадавшего, используемого в работе снаряжение.
3. Все спасательные системы должны строиться с учетом фактора безопасности, лежащего в пределах 10:1. Это значит, что каждый компонент спасательной системы (карабин, блок, спусковое устройство и т.п.) должен выдерживать нагрузку как минимум в 10 раз большую, чем стандартный спасательный груз, т.е. не менее чем 20 KN.
4. Все специальное спасательное снаряжение ведущих производителей тестируется в рамках этого стандарта. Стоит отметить, что спортивное снаряжение тестируется для выдерживания нагрузок при срыве стандартного груза массой 0.8 KN (80кг) при страховке с использованием динамической, а не статической веревки, нашедшей применение в спасательной практике.

Примером может служить рекомендованное Канадской Ассоциацией Горных Гидов (ACMG - Association of Canadian Mountain Guides) для проведения профессиональных спасработ (Organized Rescue) снаряжение [5]:

1. Веревка статическая диаметром 11мм.
2. Ролики с диаметром шкива 44 мм и более (т.е. не менее чем в 4 раза, превышающем диаметр веревки). При вынужденном применении карабинов в качестве роликов потери ТВ, вызванные трением в карабинах, составляют около 50%, а на роликах – от 5% до 30%.
3. Схватывающие узлы в три оборота из статического 8 мм репшура, применимые для присоединения полиспастов и их компонентов к веревке (принятый в сообществе термин - грузовые схватывающие узлы). Такие же схватывающие (фиксирующие схватывающие) используются для предотвращения обратного хода грузовой веревки и её фиксации на выходе из полиспаста.
4. Прочность 8 мм репшура у ведущих производителей (Edelweiss, Mammut, Beal и т.д.) составляет от 12,8 кН до 15 кН. В практике используются стандартные петли длиной 135см.
5. Применяемые соединительные карабины – только с муфтой.

*Общие требования по обеспечению безопасности при работе с полиспастами*

Грузовые станции для крепления полиспаста должны, как минимум, соответствовать требованиям по уровню фактора безопасности 10:1.

Количество человек, работающих на полиспасте, рассчитывается с учетом Фактора тяги (haul factor) - числа, полученного от умножения ТВ полиспаста на количество тянущих. Оно не должно быть больше 18-ти. На практике это значит, что полиспаст 3:1 должны тянуть не более 6 человек, полиспаст 2:1 – не более 9 человек и т.д. При натягивании переправ рекомендуют использовать фактор тяги не более 12-ти.

При обучении студентов следует обратить внимание на особенности применения сложных полиспастов: они не складываются полностью и при этом имеют небольшой рабочий ход (расстояние, которое проходят элементы

полиспаста до того момента, когда появится необходимость переставить их вручную). Для того, чтобы сложный полиспаст более полно складывался при каждом рабочем ходе и требовалось меньшее количество циклов перестановок в процессе перемещения груза, необходимо разнести станции, к которым закреплены простые полиспасты, входящие в состав сложного.

Для организации полиспаста может использоваться как отдельная верёвка, так и конец самой грузовой верёвки. В использовании отдельной верёвки существенным плюсом выступает быстрота организации системы, которую можно собрать заранее, возможность использования всей длины грузовой верёвки, относительно простое прохождение узлов на грузовой верёвке. Минусом является невозможность автоматизации фиксации груза. Использование грузовой верёвки успешно решает вопрос автоматической фиксации груза, при этом для работы системы не нужна отдельная верёвка. Минусом выступает сложность в прохождении узлов и затраты длины грузовой верёвки на полиспаст.

Фиксация обратного хода полиспаста возможна с помощью различных схватывающих узлов или с помощью механических автоблокираторов.

*Рекомендации по использованию схватывающих узлов.*

Приведенные ниже рекомендации подготовлены на основании испытаний, проведенных комиссией UIAA, Mountain Rescue Association, разработок лаборатории фирмы Венто (Россия).

Во всех случаях применения узлов для блокирования обратного хода ветвей полиспаста и подстраховки груза следует использовать сертифицированный репшнур с разрывной нагрузкой для 6 мм – не менее 7 кН, и для 7 мм – не менее 9,8 кН.

Данные, которые приводит Международная комиссия по альпинизму и учебным стандартам (MCTS Panel UIAA, 2014), говорят о том, что оптимально диаметр репшнура для схватывающих узлов должен составлять  $2/3$  от толщины той веревки, в отношении которой предполагается применять этот узел.

Использование для этих целей репшнуров и лент из дайнимы, спектры и кевлара не рекомендуется. Дайнима и спектра отличаются очень низкой температурой плавления (+147С), а волокна кевлара (СВМ) подвержены быстрому старению под действием UV-излучения и перегибов рельефа.

На теоретических занятиях необходимо рассмотреть целесообразность применения этих материалов в зависимости от температуры плавления. Для нейлона/капрона температура плавления составляет 230 градусов. Дайнима/спектра имеет температуру плавления в 147 градусов. Уже при температуре +67 градусов дайнима теряет 30% прочности, что и обуславливает очень низкую прочность схватывающих узлов из дайнимы.

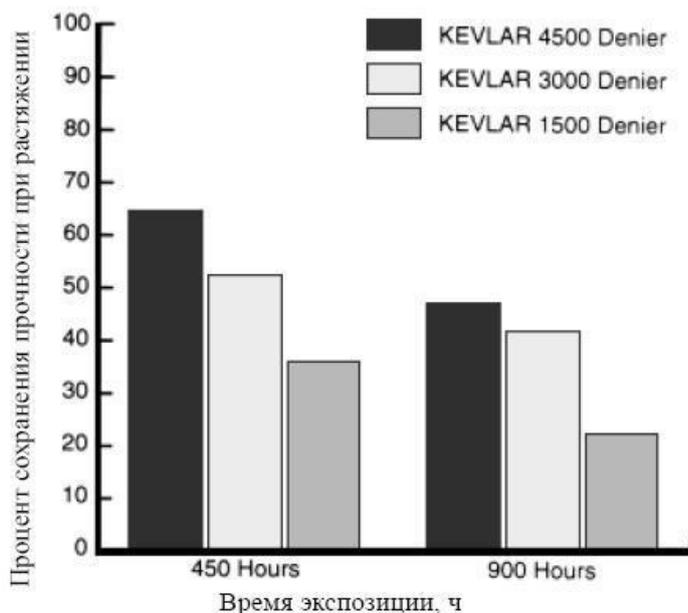


Рис. 4. График снижение прочности кевлара в условиях воздействия солнечного света на уровне моря [3]

Кевлар не плавится, но, обладая гораздо более низкой, чем капрон веревки, теплопроводностью, удерживает все выделившееся тепло в узле, что может привести к повреждению веревки. Волокна кевлара сильно повреждаются ультрафиолетовым излучением. В течение 30 дней экспозиции на солнце прочность этого материала может упасть на 70% [3]. К сожалению, внешне оценить это невозможно. Кевлар очень плохо переносит истирание и резкие перегибы, значительно теряя в местах перегибов свою прочность.

### *Узлы, рекомендуемые для применения в полиспастных системах*

Узел Прусика (*англ. Prusik knot, нем. Prusikknoten*), завязанный в 3 оборота, при незначительном увеличении трудоемкости при завязывании в сравнении с двухвитковым, обладает почти двукратным превосходством в усилии проскальзывания перед узлом в 2 оборота. Классический схватывающий узел Прусика в три оборота, завязанный из 8мм репшура на 11мм веревке, начинает сползать по ней при нагрузке в 10-11 KN [2, с. 28]. Поэтому схватывающий узел выполняет исключительно важную функцию в полиспасте: он защищает от перегрузок всю систему в целом, что обеспечивает сглаживание и снижение пиковых нагрузок при рывках.

Количество витков во французском схватывающем узле (*клемхайст (Klemheist Hitch, он же - автоблок, обмоточный)*) зависит от качества и толщины применяемого репшура, свойств и состояния веревки. Стандартно при выполнении АСР узел вяжется в 4-5 оборотов. Выбор данного узла обусловлен тем, что автоблок имеет стабильно высокую удерживающую силу и дает возможность ослабить узел даже под нагрузкой.

Вариант обмоточного схватывающего узла – узел Маршара, отличается надежной работой на грязных, мокрых и обледенелых веревках. Но за счет эффекта «зажимания» веревки его прочность ниже прочности французского схватывающего.

Широко применяемая в практике АСР система блокировки «тандем-прустик» начинает проскальзывать при усилии в 7,5-9,5 кН. В сравнении с одинарным узлом в 3 оборота очевидная разница в усилии не очень велика, но в двух узлах находится в два раза больше материала, поэтому при динамическом рывке на их расплавление требуется в два раза большее количество тепловой энергии. Во время испытаний система тандем-прустик из репшура диаметром 7 мм выдержала падение стандартного контрольного груза (200 кг) с высоты 1,75 метра (фактор рывка 0,6), а система с узлами из 8 мм репшура выдержала падение груза с высоты 2,5 метра (фактор рывка 0,8).

Для блокировки обратного хода грузовой и страховочной веревки довольно успешно используются такие устройства, как Petzl Pro TRAXION, Petzl MINI TRAXION, Petzl Gri-Gri, Petzl Rig, Kong Duck и подобные. При организации полиспаста с помощью грузовой верёвки подобные им блокирующие ролики ставятся первыми по отношению к грузу. Это позволяет не только заблокировать обратный ход полиспаста, но и закрепить груз на время разгрузки полиспаста, например для перестановки полиспаста, либо в случае необходимости легко спустить груз.

При организации полиспаста с помощью отдельной верёвки блокирующий ролик ставится последним от груза. В этом случае для фиксации груза необходимо использовать отдельное устройство, и отдельно вручную выбирать через него грузовую верёвку. Ролик, блокирующий обратный ход, должен обладать высокой эффективностью.

Следует обратить внимание студентов на то, что на сегодняшний день нет равной по надежности и безопасности полноценной альтернативы системе РМР-ролик + схватывающий. Это связано с тем, что не существует специального устройства для автоматической фиксации веревки с функцией стравливания веревки при превышении нагрузки.

*Обучение работе с комплексными миниполиспастами, изготовленными промышленным способом*

При комплектации снаряжения для штатных подразделений, задействованных в АСР, целесообразно учитывать возможность применения готовых миниполиспастов. В Луганской Народной Республике миниполиспасты выпускает НПО «КРОК», г. Стаханов. Пример - спасательный подъёмно-эвакуационный полиспаст SPAS, имеющий высокий КПД: усилие подъёма груза массой 100 кг составляет всего 20 кг [6]. Длину полиспаста можно увеличить, заменив штатный тяговый шнур на более длинный полиамидный шнур диаметром от 4 мм. Из шнура длиной в 25 метров получают полиспаст длиной 4 метра.

Для эффективного безаварийного применения подобных изделий студенты должны уяснить реальные возможности и узкую область применения миниполиспастов: работу в месте, габариты которого недостаточны для размещения полноценного полиспаста, перемещение пострадавшего вверх на небольшое расстояние, перенос нагрузки для пропуска узла при спуске/подъеме с наращиванием веревок.

**Заключение.** Обучение целесообразно проводить, последовательно переходя от занятий, проводимых в комфортных условиях, к занятиям в стесненном пространстве, на высоте, в условиях лимита времени, в форменной одежде и экипировке, в различных погодных условиях, в том числе – в темное время суток и в задымленном пространстве. Завершать обучение необходимо дифференцированным зачетом, в ходе которого обучаемым предлагается на практике провести условную спасательную операцию в условиях специально подготовленного полигона либо соответствующего учебного места по сценарию, предложенному преподавателем.

#### Литература

1. Игнатова О. Уникальные операции российских спасателей за последние 20 лет / О. Игнатова, 2013 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rg.ru/2013/12/27/spasateli-site.html> (дата обращения 01.03.2021).
2. Фарберов Ф. Справочная информация и ссылки к статье о полиспастах / Ф. Фарберов, 2007 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://risk.ru/blog/1553> (дата обращения 01.03.2021).
3. Полиспаст // Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. – 3-е изд. — М.: Советская энциклопедия, 1969-1978.
4. Фарберов Ф. Полиспасты для спасательных работ / Ф. Фарберов, 2007 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://risk.ru/blog/1435> (дата обращения 03.03.2021).

5. Веденин С. Спасательные работы на сложном горном рельефе в малой группе. Методическое пособие / С. Веденин. – М.: ФАР, 2014. – С. 27. - ISBN 978-5-904219-07-9.

6. Веденин С. Схватывающие узлы. 2009 г. / С. Веденин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://4sport.ua/articles?id=17859> (дата обращения 01.03.2021).

7. Спасательный полиспаст SPAS СПОРТ, Сайт: Интернет-магазин от производителя KROK™[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://krok.biz/blok-roliki/spasatelniy-polispast-spas-sport> (дата обращения 17.03.2021).

---

*Konovalenko V.N., Senior lecturer, State Educational Institution of the LPR "Vladimir Dahl Luhansk State University".*

*Konovalenko A. A., specialist of the Directorate, State Educational Institution of the LPR "Vladimir Dahl Luhansk State University".*

*Oreshkin M. V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, State Educational Institution of the LPR "Vladimir Dahl Luhansk State University".*

## CONDUCTING EMERGENCY RESCUE OPERATIONS AT HIGH-ALTITUDE FACILITIES

*Abstract: The problem of the effective use of multi-blade systems in emergency rescue operations (ERO) at high-altitude objects is one of the urgent tasks facing rescue formations.*

*Unfortunately, today in the domestic mountaineering and rescue literature it is difficult to find professionally compiled methods of training to work with rescue polispastami.*

*This article highlights the key points underlying the methodology of training professional rescuers to work with polispastami during ERO on high-rise objects, reflects the practically significant nuances of the use of light emergency polispastov.*

*Keywords: polispast, industrial mountaineering, emergency rescue operations, student training, rescue lifting systems, rescue towing systems, theoretically possible gain.*

## **ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ФИНАНСЫ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ**

УДК 330.315

*Ильин С.Ю., кандидат экономических наук, доцент, ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»*

### **ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ КОНЪЮНКТУРЫ**

*Аннотация: статья посвящена закономерностям функционирования экономики и управления организациями при действующем хозяйственном механизме. В ней исследованы особенности ведения экономики и управления организациями в текущих условиях хозяйствования, на основе которых сформированы показатели их эффективности и интенсификации. Они отличаются целостностью и органичностью структурных элементов, отражающих современные конъюнктурные требования к осуществлению ими своей деятельности. Материал также полезен работникам образования и науки, учащимся по направлениям «Экономика» и «Менеджмент».*

*Ключевые слова: организации, экономика, управление, эффективность, интенсификация.*

Потенциал и благополучие государства во многом зависят от успешного функционирования юридических лиц (организаций), которые в силу своей синергетической сущности обладают существенными преимуществами перед физическими лицами (гражданами), являющимися наряду с ними субъектами хозяйственных отношений, в удовлетворении общественных потребностей в различных благах как продавцы и производители, инвесторы, а также потребностей государства в финансовых ресурсах в статусе налогоплательщиков, плательщиков таможенных пошлин, обеспечении населения возможностями трудиться и получать законное материальное и нематериальное вознаграждение, требующееся ему для полноценной жизнедеятельности, в статусе работодателя. Такая многофункциональная миссия и определила выбор темы автором, сконцентрировавшим свое усилие на исследовании вопросов экономики и управления ими при действующем хозяйственном механизме, отличающемся в современную эпоху сложностью

среды их функционирования, проявляющейся, прежде всего, в постоянных технико-технологических изменениях вследствие стремительного развития науки, ускоряющего динамику людских запросов и, как следствие, усиливающего острое соперничество в борьбе за клиентов, особенно в сфере услуг и сфере обращения, партнеров, средства массовой информации и иную контактную аудиторию, государственную поддержку. Ориентируясь на данную объективную реальность, которой организации обязаны следовать, для того, чтобы быть конкурентоспособными и достигать свои цели с наибольшей степенью эффективности, сформулируем и подробно рассмотрим особенности их экономики и менеджмента в условиях современной хозяйственной конъюнктуры. К ним автор относит трансформацию производительных сил, углубление разделения труда, цифровизацию хозяйственных операций.

Производительные силы есть ядро экономики организаций и представляют собой совокупность факторов воспроизводства их деятельности. До середины прошлого столетия под воспроизводственными факторами понимались ресурсы, и фактически обе категории по своему содержанию отождествлялись, но рост численности населения, возрастание общественных потребностей в благах, глобализация хозяйственных операций способствовали активному переходу организаций от экстенсивного к интенсивному типу жизнедеятельности, ознаменованному прогрессивными темпами производительности живого и овеществленного труда, и тождества между ними теперь не существует. Поэтому хозяйственные отношения в организациях строятся не только вокруг ресурсного фактора. Как было отмечено автором выше, равноправным по отношению к нему стал технологический фактор, предназначенный для более производительного использования рабочей силы и средств производства и своевременного их обновления с учетом того, что возвышение людских потребностей неотъемлемо от соблюдения объективных законов, в частности, закона экономии времени, влияющего на непрерывность и ритмичность хозяйственных операций. Не может экономика организаций быть эффективной и интенсивной без управления их воспроизводственными процессами и применения в его областях технологий, так

как выполнение хозяйственных операций ими происходит в интерполяционной (контролируемой) и в экстраполяционной (неконтролируемой) среде, которой оперируют именно управленческие кадры [2, с. 12; 3, с. 152]. Следовательно, воспроизводственные факторы в настоящее время интегрированы в три большие группы (ресурсную, технологическую и управленческую), от которых, главным образом, зависит успешность функционирования экономики организаций при действующем хозяйственном механизме, и показатели ее развития (эффективности и интенсификации) в современную эпоху должны выглядеть следующим образом (формулы (1), (2), (3), (4)):

$$\text{Эф}_{\text{эо}(p)} = \frac{СД_o(СП_o)}{P_{po} + P_{mo} + P_{yo}} = \frac{1}{\text{Эф}_{\text{эо}(zp)} + \text{Эф}_{\text{эо}(zm)} + \text{Эф}_{\text{эо}(zy)}}, (1)$$

где  $\text{Эф}_{\text{эо}(p)}$  – совокупная эффективность экономики организаций по результативности;  $СД_o(СП_o)$  – совокупные доходы (совокупная прибыль) организаций;  $P_{po}$  – ресурсные расходы организаций;  $P_{to}$  – технологические расходы организаций;  $P_{yo}$  – управленческие расходы организаций;  $\text{Эф}_{\text{эо}(zp)}$  – эффективность ресурсных расходов организаций по затратности;  $\text{Эф}_{\text{эо}(zt)}$  – эффективность технологических расходов организаций по затратности;  $\text{Эф}_{\text{эо}(zy)}$  – эффективность управленческих расходов организаций по затратности;

$$\text{Эф}_{\text{эо}(z)} = \frac{P_{po} + P_{mo} + P_{yo}}{СД_o(СП_o)} = \frac{1}{\text{Эф}_{\text{эо}(pp)}} + \frac{1}{\text{Эф}_{\text{эо}(pm)}} + \frac{1}{\text{Эф}_{\text{эо}(py)}}, (2)$$

где  $\text{Эф}_{\text{эо}(z)}$  – совокупная эффективность экономики организаций по затратности;  $P_{po}$  – ресурсные расходы организаций;  $P_{to}$  – технологические расходы организаций;  $P_{yo}$  – управленческие расходы организаций;  $СД_o(СП_o)$  – совокупные доходы (совокупная прибыль) организаций;  $\text{Эф}_{\text{эо}(pp)}$  – эффективность ресурсных расходов организаций по результативности;  $\text{Эф}_{\text{эо}(pt)}$  – эффективность технологических расходов организаций по результативности;  $\text{Эф}_{\text{эо}(py)}$  – эффективность управленческих расходов организаций по результативности;

$$I_{\text{эо}(p)} = \left[ \frac{CD_{o1}(СП_{o1})}{P_{po1} + P_{mo1} + P_{yo1}} - \frac{CD_{o0}(СП_{o0})}{P_{po0} + P_{mo0} + P_{yo0}} \right] * (P_{po1} + P_{mo1} + P_{yo1}), (3)$$

где  $I_{\text{эо}(p)}$  – совокупная интенсификация экономики организаций по результативности (изменение совокупных доходов (совокупной прибыли) организаций за счет изменения совокупной результативности их экономики);  $CD_{o1}(СП_{o1})$  – отчетные совокупные доходы (отчетная совокупная прибыль) организаций;  $P_{po1}$  – отчетные ресурсные расходы организаций;  $P_{to1}$  – отчетные технологические расходы организаций;  $P_{yo1}$  – отчетные управленческие расходы организаций;  $CD_{o0}(СП_{o0})$  – базисные совокупные доходы (базисная совокупная прибыль) организаций;  $P_{po0}$  – базисные ресурсные расходы организаций;  $P_{to0}$  – базисные технологические расходы организаций;  $P_{yo0}$  – базисные управленческие расходы организаций;

$$I_{\text{эо}(з)} = \left[ \frac{P_{po1} + P_{mo1} + P_{yo1}}{CD_{o1}(СП_{o1})} - \frac{P_{po0} + P_{mo0} + P_{yo0}}{CD_{o0}(СП_{o0})} \right] * CD_{o1}(СП_{o1}), (4)$$

где  $I_{\text{эо}(з)}$  – совокупная интенсификация экономики организаций по затратности (изменение совокупных расходов организаций за счет изменения совокупной затратности их экономики);  $P_{po1}$  – отчетные ресурсные расходы организаций;  $P_{to1}$  – отчетные технологические расходы организаций;  $P_{yo1}$  – отчетные управленческие расходы организаций;  $CD_{o1}(СП_{o1})$  – отчетные совокупные доходы (отчетная совокупная прибыль) организаций;  $P_{po0}$  – базисные ресурсные расходы организаций;  $P_{to0}$  – базисные технологические расходы организаций;  $P_{yo0}$  – базисные управленческие расходы организаций;  $CD_{o0}(СП_{o0})$  – базисные совокупные доходы (базисная совокупная прибыль) организаций.

Углубление разделения труда вызвано переходом от предметной к технологической специализации в силу определяющей роли науки в эффективности и интенсификации экономики организаций [1, с. 46; 5, с. 83]. Основной акцент в организациях делается на качество товаров и услуг, к которому со стороны клиентов, национальных и международных

контролирующих органов предъявляются очень жесткие требования, и потому данный критерий входит в состав важнейших элементов конкурентоспособности организаций и обеспечивается, в первую очередь, за счет высокой квалификации работников как исполнительского, так и управленческого труда, имеющих прогрессивные знания, умения и навыки, приносящие требующий результат с необходимой степенью эффективности. Особое внимание организации должны уделять углублению специализации в управленческой области, определяющей вектор развития исполнительского труда, который всегда сонаправлен с методологией менеджмента всех юридических лиц, содержащей цели и задачи деятельности, формулируя которые, руководство задает конечные и промежуточные ориентиры подчиненным сотрудникам для получения желаемых экономических показателей [4, с. 41]. Исходя из углубленной специализации и среды деятельности организаций, автором сформированы три элемента (блока) их управления, отвечающие конъюнктуре современных хозяйственных условий: общеорганизационное управление (стратегическое, финансовое, офисное, юридическое), управление хозяйственными процессами (в области производства (основного, вспомогательного, обслуживающего), продаж, качества производственно-сбытовых операций), ресурсно-технологическое управление (кадровое, инвестиционное, инновационное). Такая классификация управления, с авторской точки зрения, состоятельна, поскольку целиком отражает среду функционирования организаций, охватывающую все включенные в его состав стороны деятельности по интерполяционным и экстраполяционным ее характеристикам. Логично, что управление как один из ключевых, органически важных элементов в структуре воспроизводственных процессов, образующих экономику организаций, тоже подлежит оценке эффективности и интенсификации своего развития. Аргументированность факта состоит в единстве (комплексности и системности) и сбалансированности частных показателей, без приемлемых значений которых общие показатели не являются оптимальными. Тогда показатели развития управления организациями

при новом хозяйственном механизме принимают следующий вид (формулы (5), (6), (7), (8)):

$$\text{Эф}_{\text{yo}(p)} = \frac{CД_o(CП_o)}{P_{\text{yoo}} + P_{\text{yxo}} + P_{\text{yрто}}} = \frac{1}{\text{Эф}_{\text{yo}(zo)} + \text{Эф}_{\text{yo}(zx)} + \text{Эф}_{\text{yo}(zpt)}}, (5)$$

где  $\text{Эф}_{\text{yo}(p)}$  – совокупная эффективность управления организациями по результативности;  $CД_o(CП_o)$  – совокупные доходы (совокупная прибыль) организаций;  $P_{\text{yoo}}$  – общеорганизационные управленческие расходы организаций;  $P_{\text{yxo}}$  – расходы по управлению хозяйственными процессами организаций;  $P_{\text{yрто}}$  – расходы по управлению ресурсами и технологиями организаций;  $\text{Эф}_{\text{yo}(zo)}$  – эффективность общеорганизационных управленческих расходов организаций по затратности;  $\text{Эф}_{\text{yo}(zx)}$  – эффективность расходов организаций по управлению хозяйственными процессами по затратности;  $\text{Эф}_{\text{yo}(zpt)}$  – эффективность расходов по управлению ресурсами и технологиями организаций по затратности;

$$\text{Эф}_{\text{yo}(z)} = \frac{P_{\text{yoo}} + P_{\text{yxo}} + P_{\text{yрто}}}{CД_o(CП_o)} = \frac{1}{\text{Эф}_{\text{yo}(po)}} + \frac{1}{\text{Эф}_{\text{yo}(px)}} + \frac{1}{\text{Эф}_{\text{yo}(ppt)}}, (6)$$

где  $\text{Эф}_{\text{yo}(z)}$  – совокупная эффективность управления организациями по затратности;  $P_{\text{yoo}}$  – общеорганизационные управленческие расходы организаций;  $P_{\text{yxo}}$  – расходы по управлению хозяйственными процессами организаций;  $P_{\text{yрто}}$  – расходы по управлению ресурсами и технологиями организаций;  $CД_o(CП_o)$  – совокупные доходы (совокупная прибыль) организаций;  $\text{Эф}_{\text{yo}(po)}$  – эффективность общеорганизационных управленческих расходов организаций по результативности;  $\text{Эф}_{\text{yo}(px)}$  – эффективность расходов по управлению хозяйственными процессами организаций по результативности;  $\text{Эф}_{\text{yo}(ppt)}$  – эффективность расходов по управлению ресурсами и технологиями организаций по результативности;

$$И_{\text{yo}(p)} = \left[ \frac{CД_{o1}(CП_{o1})}{P_{\text{yoo}1} + P_{\text{yxo}1} + P_{\text{yрто}1}} - \frac{CД_{o0}(CП_{o0})}{P_{\text{yoo}0} + P_{\text{yxo}0} + P_{\text{yрто}0}} \right] * (P_{\text{yoo}1} + P_{\text{yxo}1} + P_{\text{yрто}1}), (7)$$

где  $I_{yo(p)}$  – совокупная интенсификация управления организациями по результативности (изменение совокупных доходов (совокупной прибыли) организаций за счет изменения совокупной результативности их менеджмента);  $CD_{o1}(СП_{o1})$  – отчетные совокупные доходы (отчетная совокупная прибыль) организаций;  $P_{yoo1}$  – отчетные общеорганизационные управленческие расходы организаций;  $P_{yxo1}$  – отчетные расходы по управлению хозяйственными процессами организаций;  $P_{yрто1}$  – отчетные расходы по управлению ресурсами и технологиями организаций;  $CD_{o0}(СП_{o0})$  – базисные совокупные доходы (базисная совокупная прибыль) организаций;  $P_{yoo0}$  – базисные общеорганизационные управленческие расходы организаций;  $P_{yxo0}$  – базисные расходы по управлению хозяйственными процессами организаций;  $P_{yрто0}$  – базисные расходы по управлению ресурсами и технологиями организаций;

$$I_{yo(z)} = \left[ \frac{P_{yoo1} + P_{yxo1} + P_{yрто1}}{CD_{o1}(СП_{o1})} - \frac{P_{yoo0} + P_{yxo0} + P_{yрто0}}{CD_{o0}(СП_{o0})} \right] * CD_{o1}(СП_{o1}), (8)$$

где  $I_{yo(z)}$  – совокупная интенсификация управления организациями по затратности (изменение совокупных расходов организаций за счет изменения совокупной затратности их менеджмента);  $P_{yoo1}$  – отчетные общеорганизационные управленческие расходы организаций;  $P_{yxo1}$  – отчетные расходы по управлению хозяйственными процессами организаций;  $P_{yрто1}$  – отчетные расходы по управлению ресурсами и технологиями организаций;  $CD_{o1}(СП_{o1})$  – отчетные совокупные доходы (отчетная совокупная прибыль) организаций;  $P_{yoo0}$  – базисные общеорганизационные управленческие расходы организаций;  $P_{yxo0}$  – базисные расходы по управлению хозяйственными процессами организаций;  $P_{yрто0}$  – базисные расходы по управлению ресурсами и технологиями организаций;  $CD_{o0}(СП_{o0})$  – базисные совокупные доходы (базисная совокупная прибыль) организаций.

В состав совокупных и, в частности, управленческих расходов организации на современном этапе своего функционирования включают

издержки по цифровизации, охватывающие все перечисленные в содержании предыдущей особенности сферы, предназначенные для применения прогрессивных технологий, позволяющих экономить ресурсы и время и, тем самым, снижать относительные (удельные) и абсолютные издержки и повышать прибыль и результативность и затратность ее получения и, значит, тоже должны подлежать оценке для определения, насколько они эффективны и интенсивны в получении финансовой выгоды. Классифицировать цифровые технологические расходы следует аналогично управленческим и, соответственно, исполнительским расходам по идентичной причине (подобное функциональное предназначение, необходимое для систематизации результирующих и факторных показателей эффективности и интенсификации, за счет которой выявляются не только общие параметры, но и степень воздействия на них частных параметров в статике и динамике хозяйственных операций). Это говорит о том, что показатели эффективности и интенсификации цифровых технологий организаций по структурному типу зависимостей от уже сформированных однородных показателей отличаться не будут. Разница лишь только в номенклатуре издержек, а сам принцип корреляции между результирующими и факторными показателями неизменен.

Подводя итог проведенному исследованию, стоит отметить взаимосвязь современной хозяйственной конъюнктуры со сформированными под нее показателями эффективности и интенсификации экономики и управления, предлагаемыми автором организациям для анализа осуществляемой деятельности, которые целиком соответствуют действующему хозяйственному механизму, имеющему свои особенности, подробно рассмотренные в статье для построения их структуры. Данная структура им полностью отвечает, потому что не противоречит, а наоборот, следует конъюнктурным изменениям, точнее сказать, усложнениям среды функционирования организаций вследствие активного развития человечества и усиления его жизненных запросов. Применяя эти показатели, организации смогут объективно оценивать эффективность и интенсификацию своей деятельности в целом и по отдельным

воспроизводственным элементам, в том числе результативность и затратность управления (координирующий компонент воспроизводства), включая его цифровизацию, повышающую информированность руководства при разработке мероприятий по развитию экономики.

#### Литература

1. Аверина О.И. Анализ эффективности бизнеса: критерии оценки // Международный бухгалтерский учет. – 2013. – № 41 (287). – С. 46-54.
2. Авилова С.С. Корпорации в российской экономике // Учетные записки Тамбовского отделения РОСМУ. – 2018. – № 10. – С. 12-19.
3. Андреев В., Павлов К. Интенсификация общественного производства в свете институциональной теории // Общество и экономика. – 2006. – № 6. – С. 152-162.
4. Власова Е.М. Модели корпоративного управления. Зарубежный опыт // European science. – 2015. – № 3 (4). – С. 40-45.
5. Нечаева С.Н., Малицкая В.Б. Оценка факторов экономической эффективности на микроуровне // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. – 2010. – № 3. – С. 83-88.

---

*Ilyin S.Yu., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Financial University under the Government of the Russian Federation*

#### THE ECONOMY AND MANAGEMENT OF ORGANIZATIONS IN THE CONDITIONS OF MODERN ECONOMIC CONJUNCTURE

*Abstract: the article is devoted to the regularities of the functioning of the economy and the management of organizations under the current economic mechanism. It examines the features of economic and management of organizations in the current economic conditions, on the basis of which the indicators of their efficiency and intensification are formed. They are distinguished by the integrity and organicity of the structural elements that reflect the current conjunctural requirements for the implementation of their activities. The material is also useful for employees of education and science, students in the areas of "Economics" and "Management".*

*Key words: organizations, economy, management, efficiency, intensification.*

## **ЯЗЫК В СИСТЕМЕ КОММУНИКАЦИЙ: ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ И ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

УДК 372.881.1.

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

### **ОБУЧЕНИЕ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ СТУДЕНТОВ С ОВЗ В РАМКАХ ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

*Аннотация. Инклюзивное образование является актуальным направлением в современном российском образовательном пространстве. Такого рода образование подразумевает позитивное отношение к учащимся с ОВЗ и является признанным способом реализации права каждого человека на обучение. В международной и отечественной практике доступность и высокое качество образования выступают важнейшим требованием образовательной инклюзии. В рамках данной статьи сделан акцент на обучение профессионально-ориентированному чтению студентов с ОВЗ в рамках инклюзивного образования.*

*Ключевые слова: образование, инклюзивное образование, среда, учащиеся с ОВЗ, профессионально-ориентированное чтение.*

Инклюзивное (включенное) обучение – это особая система построения воспитательного и образовательного процессов, основанная на тесном взаимодействии людей с ограниченными возможностями со своими здоровыми и полноценно развитыми ровесниками, что обеспечивает высокий уровень социального развития и адаптации. Инвалидность выражается не только в ограниченных возможностях здоровья, но и в специфическом образе жизни, связанном со сложностями в социализации в обществе. Учащие с особенностями развития чувствуют себя изолированными от образовательной среды и от своих полноценно развитых сверстников.

Специалисты сходятся во мнении, что инклюзивное образование – это особая система образования, основанная на тесном взаимодействии студентов с ограниченными возможностями и полноценно развитых учащихся. Такая система позволяет молодым людям с особенностями развития на регулярной основе посещать классные занятия и принимать активное участие в образовательном

процессе. Кроме того, эксперты считают, что исключение студентов с особенностями развития из нормального обучающего процесса (создание специализированных классов, отдельное обучение и другие формы исключения) обоснованно только в случае, если особенности развития студента не позволяют обеспечить образовательный процесс в обычном классе.

Важную роль во внедрении и распространении инклюзивного образования играет педагогический состав. Задача педагогов и преподавателей выявлять и устранять барьеры, препятствующие полноценному участию студентов с ограниченными возможностями в образовательном процессе наравне с другими учащимися. Основным препятствием является негативная установка педагогов в отношении образовательных возможностей студентов с особенностями развития, такие студенты в меньшей степени привлекаются к совместной классной работе.

Кроме того, барьеры в построении инклюзивного образовательного процесса связаны с обширными структурными проблемами, устранить эти препятствия невозможно без всестороннего системного подхода.

Специалисты выделяют следующие аспекты, препятствующие построению эффективной системы инклюзивного обучения:

- психологический аспект, как отмечалось выше, состоит в предвзятом отношении к учащимся с особенностями развития, распространенном мнении, что такие студенты хуже усваивают материал, что сказывается на общем уровне знаний в классе, нежелании привлекать студентов с ограниченными возможностями к совместным занятиям, напряженном отношении сверстников к учащимся с особенностями развития;
- методический аспект состоит в особом подходе к построению образовательного процесса и контролю его результатов, отсутствии единой апробированной методики построения образовательного процесса, проведению экзаменов, выстраиванию отношений между сверстниками;
- материальный аспект представлен отсутствием технических средств и ресурсов, система инклюзивного образования требует активного внедрения

технических средств в образовательный процесс, создания доступной среды жизнедеятельности для людей с ограниченными возможностями.

В соответствии с международными требованиями система инклюзивного образования активно внедряется в российских образовательных учреждениях.

Внедрение в России системы инклюзивного образования требует решения следующих задач:

- предоставление неограниченного доступа к специальной образовательной среде (наличие необходимых материальных ресурсов);
- подготовка и повышение квалификации педагогов, преподавателей, специалистов в области предоставления социальных услуг, формирование системы тесного взаимодействия специалистов разного профиля;
- внедрение системы психолого-педагогического сопровождения детей и родителей, формирование индивидуального подхода;
- создание и внедрение специальных программно-методических комплексов в образовательный процесс;
- привлечение родителей к активному участию в образовательном процессе;
- развитие правовой и законодательной основы внедрения и распространения инклюзивного образования.

Инклюзивное обучение – это важный этап развития культуры, нравственности, и в целом российского общества, в основе которого лежат юридические, гуманистические и социальные причины. Внедрение инклюзивного образования требует глубокой теоретической проработки вопроса и практической апробации методических и технических комплексов. Перспективы успешного внедрения и распространения инклюзивного обучения прямо пропорционально зависят от усилий не только государственной системы образования, но и всех участников образовательного и воспитательных процессов.

Создание оптимальной среды для студентов с ОВЗ является необходимым условием для организации учебного процесса и основной сферой для стратегии обучения различным видам чтения. Такими условиями выступают

дифференцированный подход, дифференциация по уровню подготовленности, диверсификация программы обучения, создание психологических условий для обучения, техническая оснащенность.

Учебно-методическая база играет немаловажную роль, которая предполагает использование современных учебных пособий, ЭОРов, ЦОРов для принципа наглядности и индивидуализации.

Получение необходимой информации составляет основную задачу профессионально-ориентированного чтения. На данном этапе существуют такие стили чтения текста, как *skimming*, *scanning* и *in-depth reading*.

*Skimming* используется для быстрого понимания главной идеи текста и предполагает изучение текста посредством чтения заголовков, первых предложений из каждого нового абзаца. Такого рода чтения принимает формы предварительного, общего и повторного просмотров. Предварительный просмотр используется для определения необходимости чтения, интернет-поиска материала, сортировки и выбора. Общий просмотр используется для получения более полного представления о тексте. Основной стратегией выступает фокусирование на ключевых словах и структуре текста.

Повторный просмотр применяется для повторного просмотра текста. Основной стратегией выступает сконцентрированность на деталях: событиях, именах, местах.

*Scanning* предполагает поиск определенного слова или ответа на вопросы, тщательный просмотр с целью нахождения информации. Стратегией выступает прогнозирование информации.

*In-depth reading* представляет собой углубленное чтение с целью концентрации на непонятных моментах. Целью выступает разбор абзаца или отрывка текста для понимания идеи автора и ее интерпретация [1, 2].

Наиболее эффективными стратегиями смыслового чтения считаются: *Read-Ask-Put (RAP)*; *Read-Imagine-Describe-Add (RIDA)*; *Skim-Scan-Select-Slurp-Summarize* (метод пяти "S"); *Survey-Question-Read-Recite-Review (SQ3R)*.

Стратегия "Read-Ask-Put" основана на пересказе содержания своими словами.

Стратегия “Read-Imagine-Describe-Add” в качестве основного инструмента применяет воображение. Учащийся представляет себе сцены, отрывки.

Основными этапами метода пяти “S” (Skim-Scan-Select-Slurp-Summarize) выступают:

1. Чтение введения, выводов, первого и последнего предложения каждого абзаца.
2. Поиск необходимой информации.
3. Выбор для чтения необходимых разделов.
4. Чтение выбранных отрывков более углубленно, попробовав понять искомую информацию.
5. Повторное чтение.
6. Составление плана, вопросов или ключевых слов как основу для составления заметок [3].

Этапами стратегии “Survey-Question-Read-Recite-Review” выступают:

1. Просмотр текста без фокуса на заголовки, подзаголовки.
2. Составление вопросов по заголовкам или из послетекстового задания.
3. Чтение всего текста с целью понимания смысла прочитанного, отмечая важные моменты карандашом.
4. Краткая запись основных моментов по памяти.
5. Проверка правильности своих заметок, добавление информации [4, 5].

Таким образом, в большей степени на успешность деятельности студентов с ОВЗ влияет учебная мотивация, от ее вида (внутренняя, внешняя) и уровня (высокий, средний, низкий) зависят как академические достижения учащихся, так и перспектива их дальнейшего интеллектуального и личностного развития. В связи с этим рекомендуется выявить наличный уровень мотивации к изучению предмета и отслеживать изменения в ходе учебного процесса. В соответствии с результатами диагностики преподавателям следует разработать индивидуальный образовательный маршрут для студентов с ОВЗ, опирающийся на группу нозологии, а также на возрастные и психолого-педагогические особенности учащихся с целью

формирования благоприятной образовательной среды, в рамках которой освоение дисциплины будет проходить с наименьшими трудностями.

### Литература

1. Маевская В.А. Стратегические подходы при обучении иностранным языкам в неязыковом вузе // Создание искусственного иноязычного окружения как один из факторов активизации учебной деятельности: материалы всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) (31 октября, 2019 г.) / под ред. А.В. Набирухиной. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2019. – С. 30-35.
2. Соловова Е.Н. Методика обучения иностранным языкам. – М.: АСТ: Астрель, 2010. – С. 77-78.
3. Щукин А.Н. Лингводидактический энциклопедический словарь: более 2000 единиц. – М.: Астрель: АСТ: Хранитель, 2008. – 746 с.
4. Ortiz A.A. Learning disabilities occurring concomitantly with linguistic differences. *Journal of Learning Disabilities*. – 1997. – No. 30. – Pp. 321-32.
5. Semago N.Ya. System of teaching and advanced training of specialists of educational institutions who implement inclusive education. – 2009. – No. 3. – 12 p.
6. Stubbs S. Inclusive Education where there are few resources. – Norway: The Atlas Alliance, 2008. – 156 p.

---

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

### FOREIGN LANGUAGE TEACHING FOR STUDENTS WITH DISABILITIES WITHIN INCLUSIVE EDUCATION

*Abstract. Inclusive education is an urgent trend in the modern Russian educational sphere. This type of education implies a positive attitude towards students with disabilities and is the recognized way of realizing everyone's right to education. In international and domestic practice, the availability and high quality of education are the most important requirements for educational inclusion. Within the given article the emphasis is placed on teaching professionally oriented reading for students with disabilities within inclusive education.*

*Key words: education, inclusive education, environment, students with disabilities, professionally oriented reading.*