

Содержание журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» №2(4)	Contents of the journal "MILITARY ENGINEER" №2(4)
Содержание	1 Contents
Редакционная коллегия	2 Editorial Board
<b>К 90-летию доктора технических наук профессора Михайлова Алексея Константиновича</b>	<b>3 To the 90-th anniversary of Doctor of technical science professor Mikhaylov Alexei K.</b>
<i>Фоминич Э.Н., Панасюк В.Н. (ВИ(ИТ))</i>	<i>Fominich E.N., Panasiuk V.N. (MI(E))</i>
Великий человек – великие дела	3 Great man – great things
<b>Пожарная безопасность на военных объектах</b>	<b>9 Fire safety at military installations</b>
<i>Горбань Ю.И. («ИЦПР «ЭФЭР»), Синельникова Е.А. НИЦ ПСРТ ФГБУ ВНИИПО МЧС, Танклевский Л.Т. (СПбПУ)</i>	<i>Gorban Y.I. («ECFRT FR»), Sinelnikova E.A. (FGBU VNIPO EMERCOM), Tanklevskii L.T. (SPbPU)</i>
Защита объектов стартового комплекса пожарными роботами	9 Protection of launching site objects with fire robots
<i>Лыткин А.С. (МЧС РФ), Волик А.С. (ДПСА), Шешина Н.И. СПбГТИ(ТУ)</i>	<i>Lytkin A.S. (EMERCOM of RF), Volik A.S. (FER FFA), Sheshina N.I. (SPbGTI (TU))</i>
Об эффективности «пенной атаки» при тушении межбортовых пространств, энергетических установок подводных лодок и береговых сооружений военного назначения	18 About the efficiency of "the foamy attack" at extinguishing between boards spaces, power plants of submarines and military shore structures
<i>Круглеевский В.Н., Соколенко О.А., Цапков А.П. (ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия»)</i>	<i>Krugleevskii V.N., Sokolenko O.A., Tsapkov A.P. (Russian Navy MESC «The Naval Academy»)</i>
Перспективы применения мультикритериального способа обработки сигналов пожарных извещателей в корабельных системах пожарной сигнализации	24 Prospects for the use of the multicriterial method of processing signals of fire annunciators in the ship fire alarm systems
<i>Лосев М.А. (С-Пб УГПС МЧС РФ), Таранцев А.А. (ВИ(ИТ))</i>	<i>Losev M.A. (SPbUSF), Tarantsev A.A. (MI(E))</i>
Перспективные средства экстренной доставки грузов и эвакуации персонала в случае чрезвычайной ситуации	35 Perspective means of emergency delivery of goods and evacuation of personnel in the event of emergency
<i>Жуйков Д.А., Старков Н.Н. (ФГАОУ ДПО «ИПКРРиС ТЭК»), Руфанов К.А. (ООО «ЛИТ «Квинтех»)</i>	<i>Zhuikov D.A., Starkov N.N. (FAEIAPE «IATMS FPS»), Rufanov K.A. ("LIT "Kvintekh")</i>
Анализ проблем повышения эффективности теплопереноса в создании новых огнетушащих составов	40 Analysis of problems of the heat transfer efficiency increase when developing new extinguishing agents
<b>Энергоснабжение, водоснабжение и теплоснабжение объектов военного назначения</b>	<b>48 Power, water and heat supply of military objects</b>
<i>Смолинский С.Н. (ВИ(ИТ))</i>	<i>Smolinskii S.N. (MI(E))</i>
К вопросу технико-экономической оценки модернизации систем теплоснабжения автоматизированными угольными котельными с котлами высокотемпературного кипящего слоя.	48 Revisiting technical and economic assessment of the modernization of heat supply systems by automated coal-fired boiler houses with boilers of high-temperature fluidized bed.
<b>Военная педагогика</b>	<b>55 Military pedagogy</b>
<i>Чиркова Е.И. (ВИ(ИТ))</i>	<i>Chirkova E.I. (MI(E))</i>
Функции невербальной коммуникации в педагогическом общении	55 Non-verbal communication functions in pedagogical interaction
<i>Зорина Е.М. (ГБОУ лицей №445)</i>	<i>Zorina E.M. (SBEI lyceum №445)</i>
Создание образовательной техносферы для обучению языку в военном ВУЗе	64 The creation of educational technosphere for teaching language in a military institute
<b>Проектирование, строительство и реконструкция объектов военного назначения</b>	<b>70 Design, construction and reconstruction of military objects</b>
<i>Климанов С. Г., Лазько Е.А. (ВИ(ИТ))</i>	<i>Klimanov S. G., Lazko E. A. (MI(E))</i>
Модульные комплексы в обустройстве войск в условиях Крайнего севера	70 Modular systems in troop accommodation in the far north
Сведения об авторах	79 Information about the authors

Главный редактор журнала – Головачёв А.В.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

*Председатель редакционной коллегии*

Булат Роман Евгеньевич, доктор педагогических наук доцент

*Члены редакционной коллегии*

Аверьянов Владимир Константинович, доктор техн. наук проф., член-корр. РААСН, засл. деят. науки РФ

Бирюков Александр Николаевич, доктор технических наук профессор, засл. работник высш. шк. РФ

Ваучский Михаил Николаевич, доктор технических наук профессор

Головачёв Алексей Васильевич, кандидат педагогических наук доцент

Гуков Дмитрий Васильевич, доктор технических наук профессор

Дружинин Пётр Владимирович, доктор технических наук профессор, засл. работник высш. шк. РФ

Ивахнюк Григорий Константинович, доктор химических наук профессор

Игнатчик Виктор Сергеевич, доктор технических наук профессор

Курмышов Василий Михайлович, доктор исторических наук доцент

Мухин Владимир Иванович, доктор архитектуры профессор, заслуженный архитектор РФ

Пашкин Сергей Борисович, доктор педагогических наук профессор

Пименова Марина Владимировна, доктор филологических наук профессор

Сайданов Виктор Олегович, доктор технических наук профессор

Смирнов Александр Васильевич, доктор технических наук профессор

Таранцев Александр Алексеевич, доктор технических наук профессор, засл. работник высш. шк. РФ

Третьяков Юрий Александрович, доктор военных наук профессор

Фоминич Эдуард Николаевич, доктор технических наук профессор

Фёдоров Александр Борисович, доктор технических наук доцент

Хомич Владимир Михайлович, кандидат технических наук профессор, засл. работник высш. шк. РФ

Чернобай Михаил Петрович, кандидат педагогических наук профессор, засл. работник физич. культуры РФ

Чиркова Елена Ивановна, доктор педагогических наук профессор

---

Учредитель и издатель научного журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» - Унитарная некоммерческая организация Фонд содействия развитию Военного института (инженерно-технического) «ВИТУ».

---

Журнал издаётся при поддержке ассоциации саморегулируемой организации в области инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства «БАЛТИЙСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС».

---

Средство массовой информации – журнал «Военный инженер» зарегистрировано 15 сентября 2016 года. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77–67057 от 15.09.2016 выдано Федеральным агентством по печати и массовым коммуникациям.

Электронные версии журнала размещаются на сайте Научной электронной библиотеки ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)). Журнал включён в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

---

Вып. редактор Головачёв А.В.	Сдано в набор 29. 05. 2017	Бумага типографская
Редактор текстов на английском языке Черновец Е.Г.	Подписано в печать 30. 05. 2017	Печать офсетная
Дизайн обложки: Панасюк В.Н.	Формат бумаги 60 x 90 1/8	Заказ №4/26/10/2016.
Фото на обложке: Потапенко В.В.		Тираж 300 экз.
Вёрстка: Байдакова Н.В.		Цена договорная

---

Почтовый адрес редакции журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР»: 191123, г. Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д.22, оф.412, телефон 8(812)7198786, e-mail: [mmevitu@mail.ru](mailto:mmevitu@mail.ru), страница журнала на сайте: [http://viit.spb.ru/military\\_engineer/](http://viit.spb.ru/military_engineer/)

---

ООО «АЛЬГИЗ»

Журнал «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» 2017, №2 (№4)

Лицензия ПД №2-69-618

196158, Санкт-Петербург, Московское шоссе, 25, пом. 215

*Фоминич Э.Н., Панасюк В.Н.*

*Fominich E.N., Panasiuk V.N.*

**Великий человек – великие дела**

**Great man – great things**

***Аннотация:***

*Статья посвящена 90-летию со дня рождения великого ученого, военного энергетика, основателя научной школы «Электроснабжение специальных объектов», доктора технических наук профессора Михайлова Алексея Константиновича.*

***Abstract:***

*The article is devoted to the 90<sup>th</sup> anniversary of the great scientist, military power engineer, founder of the scientific school “Power supply of special objects” doctor of technical science professor Mikhailov Alexei K.*

***Ключевые слова:*** *ученый, юбилей, научная школа, электроснабжение.*

***Keywords:*** *scientist, anniversary, scientific school, power supply.*

8 апреля 2017 г. мы отметили 90 - ление профессора кафедры электроснабжения Военного института (инженерно-технического) ВА МТО полковника, лауреата Государственной премии СССР (1985), лауреата Премии Совета Министров СССР (1988), Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР (1982), доктора технических наук (1971), профессора (1974), почетного профессора ВИТУ (1996), почетного академика АЭН РФ (1997), почетного энергетика РФ (1998) **Михайлова Алексея Константиновича.**

Более сорока лет Алексей Константинович прослужил в рядах Вооруженных сил нашей страны, посвятив свою жизнь защите Отечества. Алексеем Константиновичем пройден большой и славный путь от курсанта Владивостокского военно-морского подготовительного училища, которое он закончил в 1944 г., до начальника кафедры электроснабжения ВИТУ.

Большая часть жизни Алексея Константиновича связана с Военным инженерно-техническим университетом, электромеханический факультет которого он закончил в 1951 г. (в то время - Высшее инженерно-техническое училище ВМФ) по специальности военный инженер-электромеханик.



Стремление к совершенствованию знаний привело Алексея Константиновича в 1956 г., после службы на Черноморском флоте, в адъюнктуру ВИТУ ВМФ.

В 1959 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему "Контактный преобразователь в



режиме инвертора". В 1960...1970 гг. начальник проблемной научно-исследовательской лаборатории военной энергетики.

Перед НИЛ-3 стояла задача повысить эффективность научной работы кафедр, в максимальной степени использовать их научный потенциал и имеющийся научный задел, усилить и ускорить их отдачу в практику строительства объектов МО, а также улучшить организацию научно-исследовательской работы на электромеханическом факультете, создать необходимую для нее экспериментальную базу. Совместными усилиями лаборатории и энергетических кафедр была создана и эффективно использовалась уникальная экспериментальная база. В специально построенном арочном сооружении были созданы универсальные стенды параметрических и ресурсных испытаний электроэнергетического оборудования, оснащенные системами электро-, топливо-, масло-, водо- и воздуходобывания, водо- и газоудаления, а также специальной

трансформаторной подстанцией с нагрузочными устройствами, способными создавать электрическую нагрузку до 1500 кВт.

Эти стенды, оборудованные соответствующей измерительной техникой, давали возможность проводить практические исследования и испытания электромашинных и полупроводниковых преобразователей мощностью в несколько сот киловатт и дизель-электрических установок мощностью до 2000 кВт. В комплексе со стендами были созданы: газодинамическая установка, позволяющая имитировать воздействие на энергооборудование воздушных ударных волн с давлением во фронте до 3,0 МПа и длительностью фазы сжатия 0,6...1,2 с; установки для повышения температуры и запыленности воздуха, а также имитации штормовых пожаров; стенды для исследования газотурбинных установок мощностью до 1600 кВт; сейсмоударный стенд для испытания гибких кабельных переходов.

С 1964 г. старший научный сотрудник по специальности "Общая энергетика". В 1970...1989 гг. начальник кафедры электроснабжения.



На этой должности, активно продолжая заниматься научной деятельностью, Алексей Константинович много сил отдавал обучению и воспитанию будущих офицеров-энергетиков. В 1971 г. защитил докторскую диссертацию на тему "Исследование надежности систем электроснабжения специальных объектов Министерства обороны". В 1974 г. стал профессором по кафедре электроснабжения. С 1989 г., после увольнения из Вооруженных Сил в отставку, до последних дней жизни плодотворно трудился на кафедре электроснабжения ВИТУ, являясь бесспорным лидером научной и педагогической деятельности кафедры.

Автор более 300 научных трудов, в том числе 4 монографий, 4 учебников, 8 изобретений. Специалист в области принципов построения, надежности, живучести и безопасности систем малой и автономной энергетики, основатель научной школы в этой области. В числе его учеников три доктора и более 30 кандидатов наук. Руководитель и организатор ряда крупных комплексных научно-исследовательских работ. Председатель Регионального академического проблемного совета по малой энергетике, созданного шестью российскими и международными академиями наук.

Последний многолетний труд Алексея Константиновича вышел в свет уже после его смерти. Книга «Записки военного инженера», описывающая всю его жизнь от рождения по последних лет, с

точностью до незначительных, казалось бы мелочей, показывает путь становления от школьника далекого Уссурийска, курсанта Владивостокского военно-морского подготовительного училища, курсанта ВИТУ ВМФ до профессионала своего дела высочайшего класса. На глазах и при его активнейшем участии развивался и наш институт. В книге Алексей Константинович очень подробно описывает свой жизненный путь, тесно связанный с ВИТУ, все важнейшие события в развитии института, как учебного заведения для подготовки специалистов для Военно-морского Флота, а в последствии, и для военно-строительного комплекса, так и как научно-исследовательского центра, имеющего исключительно важное значение для оборонного комплекса нашей страны.

Многие годы Алексей Константинович занимался проблемами малой энергетики. И, несмотря на то, что «Записки военного инженера» это личные воспоминания о себе, своей семье, Алексей Константинович не мог не коснуться профессиональных вопросов, которыми занимался всю свою сознательную жизнь.

С книгой «Записки военного инженера» можно познакомиться на кафедре электроснабжения, электрооборудования и автоматики, к сожалению, она издана небольшим тиражом и не доступна широкому кругу читателей. Но в ней описана не только личная история жизни Алексея Константиновича, а жизнь нашего прославленного института, неотъемлемой частью которой является великий человек, вершивший великие дела.

И как напутствие в последней книге профессора Михайлова А.К. изложены тезисы о роли малой энергетики в обеспечении энергетической безопасности нашей страны.

### **ТЕЗИСЫ к вопросу о роли малой энергетики в обеспечении энергетической безопасности**

- События последних лет показали существенную неустойчивость в обеспечении электроэнергией и теплом потребителей различного назначения. Одной из причин этого является состояние «отложенного кризиса» в энергетике страны, обусловленное быстрым старением основного оборудования, отсутствием необходимых инвестиций для обновления и строительства новых энергетических объектов и их ремонта, сложностями со снабжением топливом. Существенное влияние на развитие кризисных явлений оказывает общая относительно неблагоприятная экономическая обстановка в стране. Ярким примером проявления указанных процессов является обстановка в Приморье. Близкое к такой ситуации положение имеет место и в ряде других регионов.

- Второй причиной потери энергоснабжения являются природные (прежде всего климатические) катаклизмы, приводящие в ряде случаев к тяжелым последствиям для значительных территорий и населенных пунктов. Разрушение линий электропередачи часто охватывает значительные районы. Особенно характерно это для Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока.

- Весьма уязвимыми являются централизованные системы энергоснабжения и с военной точки зрения. Опыт агрессии НАТО в Югославии показал, что с помощью сравнительно недорогих боевых блоков, разбрасывающих проводящие нити или графитовую пыль, НАТО удалось всего за двое суток вывести из строя до 70 % электроэнергетических систем Югославии. Следует иметь в виду, что у наших вероятных противников в арсенале сохраняется ядерное оружие. Одним из вариантов начала войны стратегами НАТО предусматривается «ослепляющий удар», заключающийся во взрыве над территорией противника на большой высоте ядерного боеприпаса, в том числе и специального боеприпаса с усиленным выходом электромагнитных излучений. Электромагнитный импульс (ЭМИ) высотного взрыва своим влиянием охватывает огромные территории (с радиусом в несколько тысяч километров) и может выводить из строя не только системы управления, связи, но и системы электроснабжения, прежде всего за счет наведения перенапряжений на воздушных и кабельных ЛЭП. Одним из эффектов такого взрыва может быть магнитогиродинамическое воздействие на электрические системы, подобное действию сверхмощных природных геомагнитных бурь.

- Уязвимыми являются централизованные системы энергообеспечения и для террористических актов.

- Очевидно, что потеря электроснабжения недопустима для большого ряда гражданских объектов, таких как промышленные объекты с непрерывным производством, объекты городской инфраструктуры, обеспечивающие жизненно важные потребности города, объекты связи, телевидения и радиовещания, некоторые объекты транспорта, медицинские учреждения и т.п. Следует иметь в виду, что потеря электроснабжения часто грозит и авариями в системах теплоснабжения, что особенно опасно в зимнее время.

- Вместе с тем опасность потери энергоснабжения вследствие указанных выше причин весьма значительна. Устранить ее средствами централизованного энергоснабжения по тем же причинам затруднительно. Однако задача повышения энергетической безопасности ответственных объектов может быть решена средствами малой энергетики.

- Наличие на ответственных объектах резервной электростанции ограниченной мощности, обеспечивающей наиболее важные нужды объекта, многократно повысит надежность и живучесть электроснабжения, т.е. повысит существенно его энергетическую безопасность. Живучесть котельных можно существенно повысить за счет применения на них автономных блоков аварийного электроснабжения, работающих от паровых турбин малой мощности.

- Богатый опыт строительства и эксплуатации резервных электростанций малой мощности имеет Министерство обороны. Этот опыт может быть использован при решении вопросов резервирования электроснабжения на гражданских объектах. Имеется, однако, и существенная разница между военными и гражданскими объектами. На военных объектах резервные электростанции практически не используются в мирное время, сохраняя ресурс для выполнения

боевых задач. Очевидно, что такой режим использования резервных электростанций мало пригоден для гражданских объектов.

- В интересах обеспечения экономической эффективности, окупаемости вложенных в резервное электроснабжение гражданских объектов средств необходимо, вероятно, использовать постоянный режим работы резервных

электростанций. Для этого необходимо законодательно определить, как это сделано в ряде зарубежных стран, возможность свободной продажи электроэнергии централизованным энергетическим системам (когда она в избытке на объекте) и покупки ее в этих системах (когда на объекте дефицит энергии). Такие отношения купли-продажи должны быть привлекательными для производителя энергии малой мощности. Производимая им электроэнергия должна покупаться у него по той же цене, что и продаваемая централизованной системой.

- Современный прогресс в области малой энергетики, постоянное снижение себестоимости производимой ею энергии облегчает решение указанной выше задачи. Очевидно, что повышение энергетической безопасности объектов за счет строительства собственных электростанций малой мощности должно поощряться государством путем снижения налогов или их отмены на определенное время с момента ввода электростанции в строй (опыт такого поощрения имеется за рубежом).

- Для резервного электроснабжения должны применяться наиболее эффективные в техническом и экономическом отношении решения. В частности, широко должно применяться совместное производство электроэнергии и тепла (так называемые мини-ТЭЦ, когенерационные установки), обеспечивающие существенное повышение теплового коэффициента полезного действия. Большие перспективы имеет и применение комбинированных установок, использующих возобновляемые источники энергии (мини-ГЭС, ветровые, геотермальные установки, установки с использованием биогаза и др.)

- Интересы энергетической безопасности требуют применения для установок резервного (аварийного) электроснабжения преимущественно оборудования отечественного производства. В связи с этим требуются со стороны государства протекционные меры к отечественным производителям средств малой энергетики, поскольку современный рынок переполнен энергетической техникой иностранного производства.

- Следует иметь в виду, что инвестиции в малую энергетику существенно меньше, чем в «большую», значительно быстрее окупаются, что делает резервное электроснабжение за счет средств малой энергетики приемлемым для предприятий и организаций с ограниченными капиталами

- Комплекс затронутых выше вопросов требует активных научных разработок, как в области рациональных технических решений, так и особенно в области технико-экономических обоснований, обоснований инвестиционных проектов, маркетинговых исследований и т.п.

Научная школа, основателем которой является Алексей Константинович Михайлов, продолжает развиваться в настоящее время под руководством профессора Фоминича Эдуарда Николаевича, его ученика и соратника.

Достигнутые успехи в развитии научной школы являются неопровержимым доказательством того, что дело, которому посвятил всю свою жизнь Алексей Константинович Михайлов живет и развивается в достижениях его учеников и неразрывно связано с именем великого ученого.

## **Пожарная безопасность на военных объектах**

УДК 355.7: 614.844

*Горбань Ю.И., Синельникова Е.А., Танклевский Л.Т.*

*Gorban Y.I., Sinelnikova E.A., Tanklevskii L.T.*

### **Защита объектов стартового комплекса пожарными роботами**

#### **Protection of launching site objects with fire robots**

##### ***Аннотация:***

*Рассмотрены вопросы реализации новых автоматических систем пожаротушения на базе пожарных роботов и применения безлюдных технологий в экстремальных условиях, опасных для жизни человека, приведены данные научно-исследовательской работы по баллистике струй, основанной на опытных данных и подтвержденной многочисленными экспериментами, показано решение задач автоматического наведения струи на очаг загорания.*

##### ***Abstract:***

*The questions of the implementation of new automatic fire-extinguishing systems based on fire robots and application of automated machining in extreme conditions dangerous for human life are considered. The data of the research work on ballistics of filament of water based on experimental data and confirmed by numerous experiments are presented; problem solutions of automatic targeting of a filament of water on a fire source are suggested.*

***Ключевые слова:*** *пожарные роботы, роботизированные установки пожаротушения, автоматические установки пожаротушения, баллистика струй/*

***Keywords:*** *fire robots, robotic fire extinguishing sets, automatic fire extinguishing sets, filament of water ballistics*

В объектах военно-космической инфраструктуры, в частности, в монтажно-испытательных корпусах (МИК), на стартовых площадках для обеспечения безопасности при взлете космических аппаратов широко применяются пожарные лафетные стволы. Стволы предназначены для предупреждения и локализации пролитых компонентов топлива при заправке ракетносителя, сливе из него, защиты изделия от воздействия тепловых потоков пролитых горящих компонентов топлива, смыв с поверхности установщика компонентов топлива и их тушение воздушно-механической пеной.

Первые стационарные лафетные стволы появились в начале 70-х годов на стартовом комплексе «Циклон» (Байконур). В составе системы пожарной защиты стартового комплекса «Протон» впервые были использованы комбинированные лафетные стволы с электрогидравлическим управлением. В дальнейшем была создана система видеонаблюдения, помогающая управлять лафетными стволами. Аналогичная система пожарной защиты установлена на действующем старте «Союз» в Плесецке. Она имеет в своем составе три независимых комбинированных пожарных ствола с расходом по 60 л/с каждый. Они предназначены в первую очередь для смыва пролитого топлива водой. В случае пожара они могут забросать пеной всю ракету-носитель.

Применение лафетных стволов связано с работой персонала в непосредственной близости от огня, в условиях высокой тепловой радиации и высоких динамических нагрузок от воздействия перемещаемых газовых масс. Поэтому появление в 2000-х годах, серийно выпускаемых пожарных роботов сделало возможным освободить человека от работы в опасных для жизни экстремальных условиях. В настоящее время пожарные роботы уже непосредственно участвуют в обеспечении безопасности на космодромах России. Особенно эффективно применение пожарных роботов в технических комплексах наземной космической инфраструктуры, где они обеспечивают обнаружение и ликвидацию возможных очагов пожара. На рис. 1 показан пожарный робот [1] во взрывозащищенном исполнении ПР-ЛСД-С60У-Ех-ИК-ТВ для защиты взрывоопасных объектов, в частности, для защиты операционного зала объекта МИК (Роскосмос).

Устройства обнаружения и определения координат загорания могут устанавливаться и вне пожарного робота, контролируя зону за пределами прямой видимости от места установки робота, и передавать ему координаты загорания, переформатированные по его местоположению.

Но заменить пожарного непростая задача:

1. Надо обнаружить загорание.
2. Определить координаты загорания в пространстве.



Рис.1. Пожарный робот во взрывозащищенном исполнении ПР-ЛСД-С60У-Ех-ИК-ТВ

3. Попасть струей в эту зону.
4. Производить пожаротушение по объемной поверхности этой зоны.

Если выполнение первых двух пунктов решается известными техническими средствами, то попадание струей в цель в системе координат 3D по баллистической траектории - малоисследованная область. То, что известно по баллистике твердого тела в поле гравитации и воздушной среде, явно недостаточно для получения траекторий жидкостных струй. Целью исследований являлось определение траекторий жидкостных струй для различных расходов и давлений, позволяющих решить задачу автоматического наведения струи пожарным роботом по заданным координатам.

Основной задачей баллистики струй является решение вопроса о том, с какой начальной скоростью и под каким углом наведения должна вылететь струя, чтобы достигнуть данной точки на поверхности или в пространстве.

Ствольная пожарная техника предназначена для подачи огнетушащего вещества (ОТВ) на значительные расстояния по воздуху. Вылетев из ствола, струя движется в воздухе за счёт ракетодинамической - реактивной силы и по инерции по траектории, приближенной к параболической. Действие сил тяжести не зависит от скорости полета тела, поэтому снижение тела в полете относительно линии вылета также будет совершаться по закону свободного падения тел, выпущенных под углом к горизонту ствола, и его траектория будет описана кривой, показанной на рис.2.

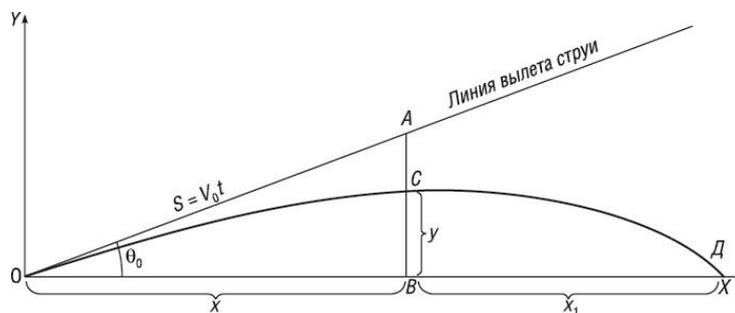


Рис. 2. Иллюстрация к задаче по выводу уравнения траектории полета тела под действием только силы тяжести

Уравнение траектории тела, летящего под действием только одной силы тяжести  $g$ , описывается формулой

$$y = x \cdot \operatorname{tg} \theta_0 - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \theta_0} \quad (1)$$

При движении тела в воздухе, кроме силы тяжести, на него действует сила сопротивления воздуха, которая весьма значительна. Сопротивление воздуха полету вызывается тремя основными причинами: вязкостью воздуха, образованием завихрения, образованием баллистической волны.

Сила сопротивления воздуха  $R$  зависит от формы тела, площади поперечного сечения тела, плотности воздуха, скорости тела и прямо пропорциональна квадрату диаметра тела  $d$ :

$$R = \frac{1000 \cdot id^2}{g} H(y) F(v), \quad (2)$$

где  $H(y)$  — функция, показывающая изменение плотности воздуха с высотой;

$F(v)$  — функция, показывающая зависимость изменения плотности воздуха от скорости.

По силе сопротивления воздуха нельзя определить главного: как быстро будет уменьшаться скорость полета данного тела. Возьмем два одинаковых по форме тела, одно из которых пустотелое, и придадим им одинаковую скорость полета. Сила сопротивления будет одинаковой для обоих тел, так как сила сопротивления воздуха не зависит от веса тела  $q$ . Тем не менее, они полетят по-разному: пустотелое тело быстро потеряет скорость и упадет, тогда, как тяжелое тело будет терять скорость медленнее и пролетит достаточно большое расстояние. С точки зрения падения скорости на траектории представляет интерес не сама сила сопротивления воздуха  $R$ , а то замедление (ускорение), которое она придает движению тела. Ускорение силы сопротивления воздуха  $J$  определяется как отношение действующей силы сопротивления  $R$  к массе тела  $m$ :

$$J = \frac{R}{m} \quad \text{или} \quad J = \frac{Rg}{q} \quad (3)$$

Поставив в выражение (3) значение  $R$  и сократив его на  $g$ , получим:

$$J = \frac{1000 \cdot id^2}{q} H(y) F(v) \quad (4)$$

В выражении (4) множитель  $1000id^2/2$  называется баллистическим коэффициентом и обозначается  $C$ . Тогда окончательное выражение для ускорения силы сопротивления воздуха будет иметь вид:

$$J = C \cdot H(y) \cdot F(v) \quad (5)$$

Анализируя данную формулу, мы видим, что ускорение силы сопротивления воздуха зависит от величины баллистического коэффициента  $C$ , плотности воздуха и скорости тела. Влияние последних двух факторов уже рассматривалось при анализе формулы, выражающей силу сопротивления воздуха. Баллистический коэффициент объединяет влияние размеров, формы и массы тела, т. е. дает полную характеристику его полетным качествам. Из формулы (5) видно, что чем меньше баллистический коэффициент  $C$ , тем меньше ускорение силы сопротивления и тем медленнее тело теряет свою скорость.

Для решения практических задач, связанных с полетом тел, баллистика установила уравнения траектории полета тела в воздухе. Эти уравнения очень сложны и представляют собой систему нескольких уравнений. Кроме них, установлен ряд эмпирических выражений уравнения траектории полета тела в воздухе. Можно привести в пример одно из приближенных уравнений траектории полета тела в воздухе, сходное по виду с известным нам уравнением траектории в безвоздушном пространстве:

$$y = x \cdot \operatorname{tg} \theta_0 - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cdot \cos^2 \theta_0} \cdot (1 + KV_0^2 X), \quad (6)$$

где  $K$  — эмпирический коэффициент, определяемый опытным путем при максимальной горизонтальной дальности  $X$ .

Добавляемый в уравнение для траектории полета тела в воздухе (6) множитель показывает большее (чем в безвоздушном пространстве) снижение траектории снаряда под линией бросания (вылета). Следовательно, траектория имеет большую крутизну и меньшую дальность при прочих одинаковых условиях по сравнению с полетом в безвоздушном пространстве.

Приведенные выше закономерности и формулы по траектории полета тела взяты из источников информации, где эти знания используются для практических целей [2]. Но данная информация недостаточна для получения точных параметров траектории струи, т.к. не учитывает физические характеристики струи.

Баллистика струй должна учитывать также физические факторы, присущие струям: уменьшение плотности струи и увеличение площади ее сечения по мере удаления от ствола, формирование в полете двухфазного газожидкостного потока. Соответствующие исследования показывают, что сплошная струя может быть разбита на три характерные части — сплошную, раздробленную и распыленную (рис. 3). В пределах сплошной части сохраняется цилиндрическая форма струи без нарушения *сплошности потока*. В пределах раздробленной части сплошность потока нарушается, причем струя постепенно расширяется. Наконец, в пределах распыленной части струи происходит окончательный распад потока на отдельные капли [3].

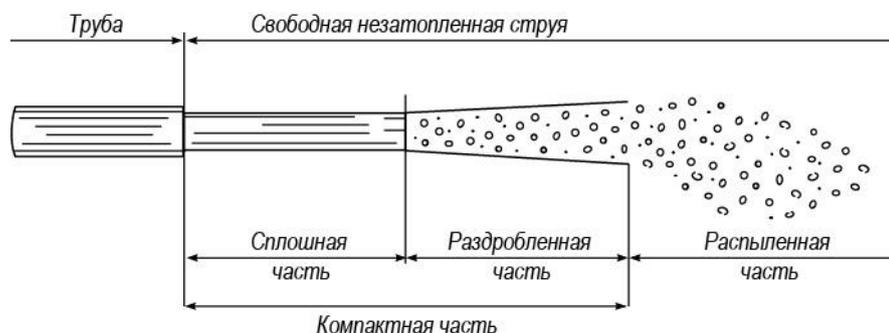


Рис. 3. Составные части свободной струи

Движение водяной струи в воздушной среде определяется скоростью истечения, формой насадка, площадью живого сечения насадка и степенью турбулентности потока перед насадком. В зависимости от этих характеристик меняется характер взаимодействия струи с окружающей средой. Струя разрушается под влиянием действующих на нее силы тяжести, сопротивления воздуха и внутренних сил, вызываемых турбулентностью струи и колебательно-волновым характером движения в ней жидкости. На стадии распада струи в качестве дополнительных сил, способствующих распылению струи на капли, будут выступать силы поверхностного натяжения [4].

На определенном расстоянии от насадка на поверхности струи образуются волны (рис. 4), амплитуды которых нарастают по длине струи, в результате чего происходит отрыв отдельных капель, а затем дробление на капли всего объема воды и далее — факельное распыление раздробленной струи. Характер распада струи, описанный выше, называют волновым.

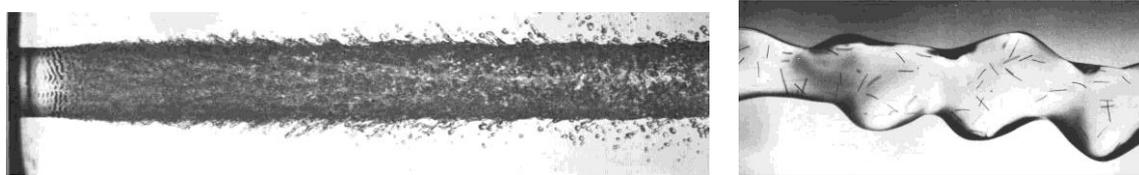


Рис. 4. Вид водяной струи: а — вытекающей в неподвижный воздух; б — перед распадом

Водяные струи подразделяются на сплошные и распыленные с изменяемым углом распыления. Для оценки качества струи выделяют ее компактную часть. На компактном участке (см. рис. 3) струя не теряет своей кучности, не превращается в «дождь» капель и не разрушается при слабом ветре. Значения длины компактной части струи приводятся в справочной литературе, так как они определяют границы зон орошения при применении стволов в наружных установках пожаротушения.

Расстояние от насадка до границы крайних капель называется радиусом действия струи  $R_e$ . При начальном угле струи  $30^\circ$  пересечение траектории струи с линией горизонта дает максимальную дальность по крайним каплям  $L_m$  и эффективную дальность  $L_{эф}$ , т. е. значение дальности, соответствующее месту максимальной интенсивности подачи ОТВ. Параметр  $L_m$  позволяет дать оценку качества струи по дальности полета наиболее доступным линейным измерением, а  $L_{эф}$  — реальную оценку эффективности подачи ОТВ, поэтому последний показатель используется непосредственно при составлении карт орошения на площади защищаемого объекта. Согласно данным по зарубежным аналогам ствольной техники, подтвержденным исследованиями ВНИИПО МЧС России, эффективная дальность подачи струи составляет 90% от максимальной дальности.

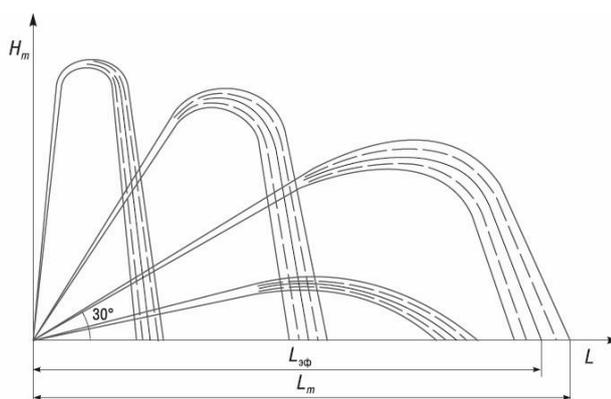


Рис. 5. Дальность струй при различных углах наклона

Высота и дальность водяных струй зависит от угла наклона ствола (рис. 6). Наибольшая высота струй достигается при вертикальном или близком к нему положении ствола. Наибольшая дальность струи, как это установлено опытным путем, получается при угле наклона ствола примерно  $30\text{--}32^\circ$ .

При одном и том же напоре дальность струй с ростом расхода увеличивается. С повышением напора дальность струй также увеличивается, но только до определенного предела, после которого компактность струй ухудшается.

Защиту объектов больших площадей, например высокопролетных или наружных объектов, где традиционные спринклерные и дренчерные системы малоэффективны или неприемлемы совсем, рекомендуется производить с использованием пожарных роботов (далее – ПР) на базе лафетных стволов с дистанционным управлением [5]. ПР позволяют защищать большие площади, направляя струю огнетушащего вещества по заданной программе непосредственно на очаг загорания, обнаруженный на ранней стадии развития пожара.

Одной из основных задач ПР является наведение струи на очаг загорания по заданным координатам и тушение его по заданной площади с заданной интенсивностью орошения.

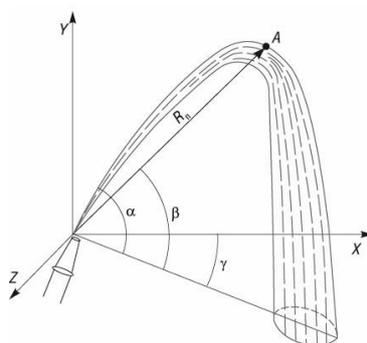


Рис. 6. Траектория струи в пространстве и ее параметры

Устройства обнаружения загорания ПР определяют координаты загорания в трехмерной системе координат, площадь загорания, энергетический центр загорания. Оптическая ось устройства обнаружения загорания, как правило, для упрощения конструкции и расчетов совмещается с осью наведения ствола ПР. В этом случае устройства обнаружения загорания сразу дают в полярных координатах расстояние  $R_n$  от насадка до центра очага загорания (точка  $A$ ) — полярный радиус и угловые координаты в вертикальной и горизонтальной плоскостях  $\beta$  и  $\gamma$  (см. рис. 6).

Угловые координаты радиуса  $R_n$  в горизонтальной плоскости совпадают с угловыми координатами наведения ствола и обозначаются одинаково —  $\gamma$ . В вертикальной плоскости угол наклона ствола  $\alpha$  не совпадает с угловой координатой  $\beta$ . В начальной части траектории струи разница между углами  $\alpha$  и  $\beta$  небольшая, затем она постепенно увеличивается на восходящем участке траектории, а на нисходящем участке — значительно возрастает.

Значение угла  $\alpha$  зависит от многих факторов: радиуса  $R_n$ , угла  $\beta$ , давления  $H$ , расхода  $Q$ , угла распыления  $\varphi$ , конструкции насадка.

Задача наведения струи на очаг загорания по заданным координатам сводится к определению угла наведения ствола  $\alpha$ , при котором траектория струи должна пройти через точку встречи  $A$ . При этом надо знать параметры расчетной траектории, чтобы она с достаточной точностью совпадала с реальной траекторией струи.

Ввиду большого количества факторов, влияющих на траекторию струи, и отсутствия математического уравнения траектории струи, учитывающего все эти факторы, для определения угла наведения струи, проходящей через заданную точку, будем использовать данные, полученные опытным путем для траекторий и заложенные в память ЭВМ.

Для получения изображений траекторий струй использовали фотосъемку. Перед выполнением фотосъемки были проведены работы по выявлению линейных искажений применяемой оптики. В результате было установлено, что линейные искажения невелики.

Было разработано специальное приложение, с помощью которого можно выделить верхнюю и нижнюю границы траектории струи (рис. 7–9) и зарегистрировать координаты траекторий.



Рис. 7. Окно приложения для определения параметров траектории струи

Были сделаны серии снимков работы лафетных стволов с различными расходами в зависимости от угла наклона и давления и составлена база реальных траекторий, которые затем легли в основу расчетных траекторий.

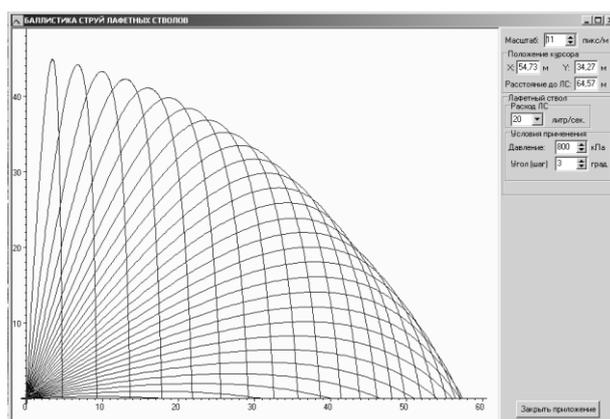


Рис. 8. Траектории прямых распыленных струй, получаемых из лафетного ствола «ЭФЭР» при давлении 0,8 МПа

На основании этих траекторий по разработанной методике была создана программа для определения траекторий полета струи в зависимости от угла наведения струи при заданных давлении и расходе. Программой предусмотрено и решение другой задачи: по заданной точке встречи

(координатам обнаруженного очага загорания) определить необходимый угол наведения ствола. Данное приложение доступно для ознакомления и использования на сайте [www.firerobots.ru](http://www.firerobots.ru).

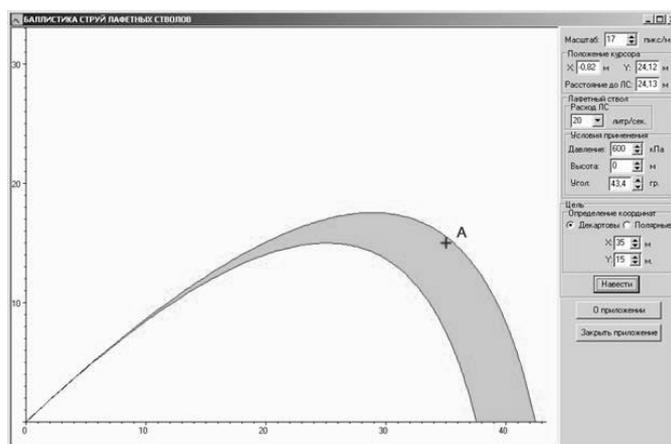


Рис. 9. Приложение для расчета траекторий струй ЛС и определения угла наведения струи к точке встречи. А

В заключение хотелось бы отметить, что проведенная научно-исследовательская работа по баллистике струй, основанная на опытных данных и подтвержденная многочисленными экспериментами, по сути, не имеющая аналогов, позволила решить актуальную задачу по автоматическому наведению струи на очаг загорания по заданным координатам и тушению очага по заданной площади с заданной интенсивностью орошения. Это позволяет реализовать совершенно новые автоматические системы пожаротушения на базе пожарных роботов и применять безлюдные технологии в экстремальных условиях, опасных для жизни человека. Это особенно важно для стартовых комплексов космодромов, где пожарные роботы находят все большее применение. С удовлетворением можно отметить, что Россия является первой страной, применяющей пожарные роботы для защиты космической инфраструктуры с выполнением гуманитарной миссии по высвобождению человека от работы в опасных зонах, и в местах, недоступных человеку за пределами прямой видимости.

#### Список литературы:

1. Патент на изобретение № 2424837 «Роботизированный пожарный комплекс с полнопроцессной системой управления» от 20.01.2010, опубл. 27.07.2011, бюл. №21.
2. Попов В.Л., Шигеев В.Б., Кузнецов Л.Е. Судебно-медицинская баллистика. СПб.: Гиппократ, 2002.
3. Агроскин И.И. Гидравлика. М: «Энергия». 1964.
4. Шавловский С.С. Основы динамики струй при разрушении горного массива. М: Наука, 1979.

5. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования: приказ МЧС России от 25.03.2009 г. № 175; введ.01.05.2009. – М: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.

УДК: 359:623.827:614.842.61:614.842.615

*Лыткин А.С., Волик А.С., Шешина Н.И.*

*Lytkin A.S., Volik A.S., Sheshina N.I.*

**Об эффективности «пенной атаки» при тушении межбортовых пространств, энергетических установок подводных лодок и береговых сооружений военного назначения**

**About the efficiency of "the foamy attack" at extinguishing between boards spaces, power plants of submarines and military coastal structures**

***Аннотация:***

*Рассмотрена актуальная проблема обеспечения безопасности объектов береговой военной инфраструктуры при выполнении огневых работ в межбортовых пространствах ремонтируемых и утилизируемых подводных лодок, помещениях корабельных энергетических установок. Проведён анализ применения традиционного объёмного способа тушения таких пожаров. Предложен способ тушения пожаров тонкораспыленной водой, в том числе с применением пленкообразующих огнетушащих веществ.*

***Abstract:***

*The article considers the actual problem of military infrastructural shore assets security when performing hot work in between board's spaces of repaired and decommissioned submarines, and facilities for ship power plants. The use of traditional volumetric method of extinguishing such fires is analyzed. The method of extinguishing fires with water mist, including the use of film-forming agents is suggested.*

***Ключевые слова:*** Судоремонт, подводная лодка, пожарная безопасность, тушение пожаров, цистерна главного балласта, обеспечение безопасности функционирования энергетической установки, объекты береговой военной инфраструктуры.

***Keywords:*** ship repair, submarine, fire safety, firefighting, main ballast tank, safety operation of the power plant, military infrastructural shore assets

Форсированный вывод из эксплуатации, ремонт и утилизация многочисленных субмарин с одной стороны повышают уровень безопасности, в том числе радиационной, в регионах их дислоцирования и портах приписки, с другой стороны ставят вопросы обеспечения должного уровня обеспечения пожарной безопасности при проведении таких работ. Технологические операции по восстановлению технической готовности, ремонту и утилизации субмарин в сухих доках и эллингах организаций судостроительной промышленности непрерывно связаны с проведением работ с применением открытого огня, способных вызвать воспламенение обращающихся на корпусе и в объемах судна горючих веществ и материалов. Отмечается, что полностью демонтировать горючие вещества и материалы с корпуса судна и замасленных помещений с энергетической установкой корабля не представляется возможным [1]. Внутренние помещения субмарин и, в частности, уравнильных цистерн и цистерны главного балласта представляют собой замкнутые и труднодоступные помещения [2]. Стоит отметить, что большого внимания требуют и территории береговых военных баз, пирсов, доков и т.д., для обеспечения пожарной безопасности которых приходится прилагать немалые усилия. Специальные объекты военно-морских баз, обеспечивающие базирование сил флота нуждаются в регулярных профилактических мероприятиях, направленных на обеспечение безопасности. А при возникновении чрезвычайной ситуации – экстренного реагирования, с использованием последних разработок в области пожаротушения. При проведении ремонтных работ работниками промышленности выполняется значительный объем огневых работ. Их количество может достигать до 300 огневых точек в наиболее интенсивную рабочую смену. В указанный период должны соблюдаться основные принципы обеспечения безопасности и, прежде всего, он связан с государственным надзором на всех этапах выполнения работ [3].

Пожар при проведении работ (прежде всего огневых), как правило, начинается в случае не принятия должных мер по соблюдению установленных безопасных расстояний от высококалорийных источников тепла (пламя газовой горелки, электросварка и др.) до незащищенных поверхностей сгораемых материалов (штатно установленных специальных покрытий, горючей теплозвукоизоляции, изоляции кабельной продукции и большой номенклатуры других горючих материалов). Список специальных покрытий, как в межбортном пространстве, так и в помещениях судовых энергетических установок (СЭУ) многообразен и различается конкретными проектами подводных лодок (ПЛ). В частности, на подводной лодке проекта 949А «Антей», пожар при ремонте которой, произошел 07.04.2015 в головной организации АО «ЦС Звёздочка» в балластной цистерне № 15 по левому и правому бортам установлены специальные полимерорезиновые изделия, а также ряд других специальных покрытий, обеспечивающих необходимые параметры эксплуатации данных кораблей. На развитие пожара в цистернах главного балласта (далее по тексту – ЦГБ) оказывают существенное влияние физико-химические свойства установленных специальных покрытий, конструкция ЦГБ, наличие замкнутых пространств и

«карманов», которые образуются в нишах рёбер жёсткости и переборок, раскрепляющих легкий корпус лодки рис.1 [4, 5]

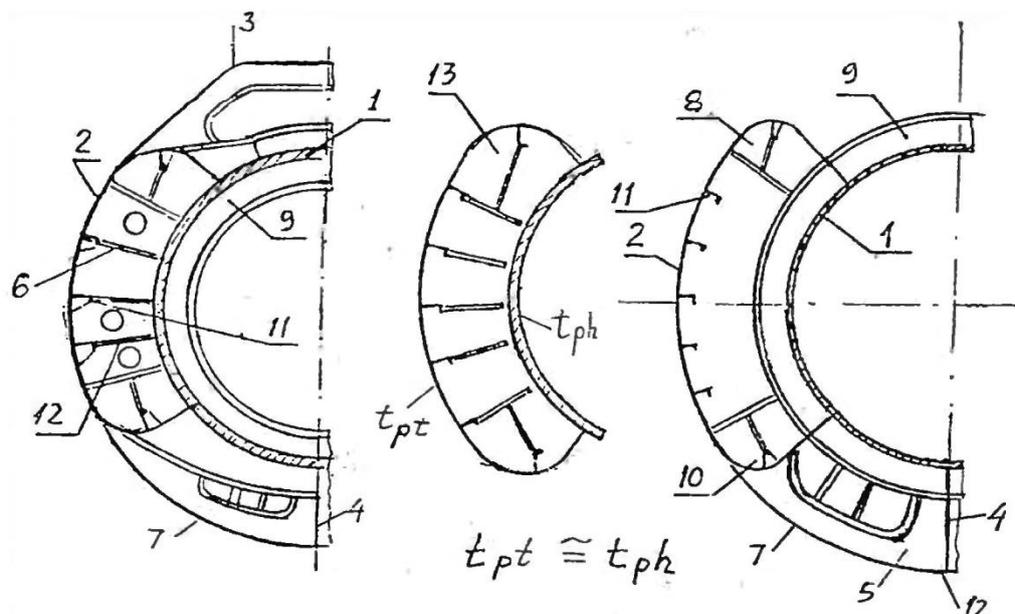


Рис. 1. Конструкции прочных цистерн с продольной системой набора

1 – прочный корпус; 2 – наружный корпус; 3 – надстройка, 4 – доковый киль; 5 – бракета; 6 – ребро жесткости; 7 – легкий корпус; 8 – бракета; 9 – шпангоут прочного корпуса; 10 – нижняя бракета, 11– продольные рёбра жесткости, 12– диаметральной плоскости, 13– переборка

Полимерорезиновые пластины, которым насыщен корпус лодки, относятся к твердым горючим веществам. Показателем горючести резин является кислородный индекс (КИ), который зависит от сырья (каучука), из которого изготовлены резины. К отличительным особенностям при тушении пожаров в районах с установленными специальными покрытиями относятся:

- значительное дымообразование, высокая температура в зоне пожара;
- быстрое распространение фронта пламени (прежде всего по вертикали балластной цистерны), прогрев металлических конструкций корпусов (легкого и прочного) и, как следствие, развитие пожара в смежные межкорпусные объёмы;
- сложность, а порой и невозможность подачи огнетушащих веществ в очаг пожара в связи с ограниченным количеством штатных горловин и технологических вырезов, а также из-за планировки цистерн, разделённых шпангоутами на шпации, которые препятствуют проникновению средств тушения непосредственно к очагу пожара;
- разрушение пены в условиях высоких температур;
- привлечение значительных сил и средств к тушению;
- высокие факторы риска для личного состава подразделений пожарной охраны.

Переборки подводной лодки обеспечивают непроницаемость и прочность корпуса, являются опорами обшивки прочного корпуса, служат для лучшей организации внутреннего пространства [5]. Вместе с тем, делают физическую невозможность доставки огнетушащего вещества в пространства,

находящиеся под бракетами, ребрами жёсткости и шпангоутами. Сложность тушения также предопределяет факт не герметичности цистерн, имеющих технологические вырезы и кингстоны для забора и сброса воды в основании рис. 2. Указанные особенности крайне усложняют тушение пожара и проведение аварийно-спасательных работ подразделениями пожарной охраны, а при развитых пожарах приводят к неэффективности тушения с использованием традиционных средств и методов. Именно поэтому развившиеся пожары имеют «затяжной характер».

Анализ пожаров на подводных лодках и динамика их тушения, выполненный авторами, показывают, что только в случае короткого (в пределах до 10 минут) времени от начала пожара до введения сил и средств пожарной охраны возможна ликвидация загорания без существенного нарастания опасных факторов пожара.

Отличительными особенностями пожаров в ЦГБ и замкнутых конструкциями лодки помещениях энергетической установки являются: плотное дымообразование, высокая температура в зоне пожара, аккумулярование тепла и передача достаточной энергии для возникновения горения в соседних (смежных) с ними помещениях. Штатные горловины балластных цистерн имеют размеры не более 600 x 800 мм. Пространство в ЦГБ, недоступное под бракетами, ребрами жёсткости и переборками образует недостижимые для огнетушащих веществ «карманы», доставить в которые огнетушащие вещества физически крайне трудно. На стадии развитого пожара очаги пожара в «карманах» ЦГБ могут иметь различную форму и площадь. Такие «карманы» значительно усложняют процесс тушения ЦГБ. Также, следует иметь ввиду, что подавая пену через надстройку балластной цистерны пена под действием силы тяжести будет падать вертикально вниз, практически не соприкасаясь с вогнутыми сферическими поверхностями цистерн. Таким образом, очаги пожара для пены в этом случае остаётся практически не достигаемым рис. 2.

Воздушно – механическая пена - одно из основных и огнетушащих веществ, применяемых для тушения замкнутых объемов. Пена лучше заполняет помещения, если она подается по потоку движения воздуха. Это условие необходимо учитывать при определении мест ввода пенных генераторов на тушение.

Нередко в случаях развитых пожаров при горении специальных покрытий внутри ЦГБ происходят хлопки и взрывы парогазовоздушных смесей – продуктов пиролиза покрытий (пример: пожар на утилизируемой АПЛ проекта 09780, зав. № 08450 в головной организации АО «ЦС «Звёздочка» 06 октября 2009 г.), при этом даже в начальной стадии горение специальных покрытий сопровождается мощным тепловым излучением [6]. По практическим наблюдениям, отклонение факела пламени от вертикальной оси составляет 60 – 70 °С.

Нельзя ни отметить, что главное преимущество пены, как огнетушащего вещества – это её способность изолировать «горящую» поверхность от соприкосновения с окислителем воздуха, который поддерживает горение. Опыт тушения ЦГБ показывает, что ликвидировать горение

применением пенных растворов (пена низкой кратности), как и пеной средней и высокой кратности, в чистом виде не удаётся. И это, прежде всего, основано на следующих факторах:

Изолирующая способность пены определяется ее стойкостью, т.е. способностью сохранять свою форму и объем в течение определенного времени. С момента получения пены в ней начинаются процессы, приводящие к ее разрушению. Они происходят самопроизвольно и связаны со стеканием жидкости в межпузырьковых пленках, что приводит к разрыву пузырьков. При внешних воздействиях разрушение пены ускоряется. При тушении объемным способом, внутри раскалённой цистерны ПЛ, слой пены со всех сторон подвергается воздействию теплового излучения пламени и потоков раскаленных продуктов сгорания, а снизу — нагретой до кипения жидкости. В процессе тушения горючих материалов в объеме происходит конвективный теплообмен, в результате которого температура выравнивается по всему объему, за исключением «карманов», в которых теплообмен происходит независимо от основной массы горючего материала рис. 2, 3.

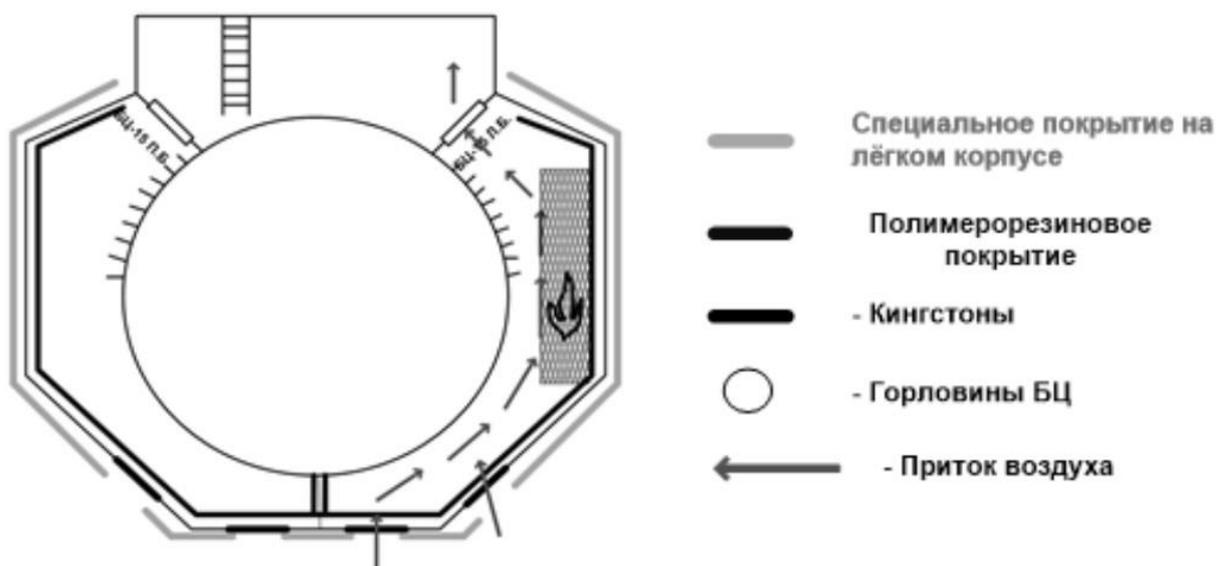


Рис. 2. Схема поперечного разреза цистерны в стадии развившегося пожара

Тепловое излучение и продукты сгорания многократно ускоряют процесс разрушения пены. Для каждого вида горючих веществ существует своя критическая температура, при которой пена, нанесенная на ее поверхность, полностью утрачивает свои изолирующие свойства. При повышении температуры усиливаются тепловые колебания адсорбированных молекул, вследствие чего механическая прочность поверхностного слоя, образованного молекулами пенообразователя, ослабляется. Кроме того, вязкость пенообразующего раствора снижается и соответственно увеличивается скорость истечения жидкости из пены, а также изменяются условия гидратации полярных групп пенообразователя. При повышении температуры устойчивость гидратных слоев снижается, что вызывает уменьшение устойчивости пены.

Время тушения пожара зависит от соотношения интенсивностей подачи пены -  $I$ , л/м<sup>2</sup>с (линия № 1) и скорости её разрушения (линия № 2). Если они равны (или меньше), то тушение не

достигается. Такая интенсивность подачи называется критической  $I_{кр}$ . Характерная зависимость времени тушения (кривая тушения) и удельного расхода пены  $q_{уд}$  от интенсивности подачи показана на рис. 3.

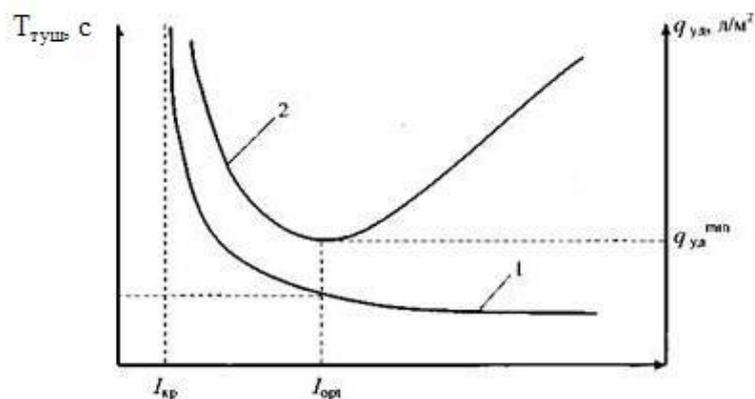


Рис. 3.

1- кривая интенсивности подачи пены; 2- кривая разрушения пены

Следует отметить, что ЦГБ на ПЛ проекта 949А не были загерметизированы, что не позволило создаться критической массе пены для успешной изоляции очагов горения (поступающий объем пены превращался в раствор). Кроме того, наличие «карманов» обуславливало необходимость проведения специальных мероприятий, позволяющих обеспечить одновременную подачу огнетушащих средств, как на открытую поверхность горючего, так и в труднодоступные области цистерн («карманы»). Пенную атаку в таких случаях необходимо проводить одновременно с подачей стволов, как на открытую поверхность, так и в «карман». Одним из способов обеспечения подачи пены в «карман» является проведение работ по вскрытию стенки легкого корпуса заказа и подачи пожарных стволов непосредственно внутрь ЦГБ. К сожалению далеко не всегда командир корабля может дать разрешение на вскрытие легкого корпуса [2].

Итоги ликвидации пожара на ПЛ проекта 949А показали, что для успешной борьбы с огнём в межбортном пространстве подводной лодки требуется внедрение новых систем, средств и способов пожаротушения. К таким, например, можно отнести применение тонкораспыленной воды, как объемно-поверхностного способа тушения пожаров. Указанный способ позволяет ликвидировать пламенное горение практически всех веществ, за исключением веществ, бурно реагирующих с водой с выделением горючих газов и тепловой энергии. Тонкораспыленная вода, как наиболее эффективное огнетушащее вещество, обладает способностью к охлаждению зоны горения ниже температуры воспламенения и уменьшению концентрации реагирующих веществ ниже уровня устойчивого горения. Небольшие добавки к тонкораспыленной воде пленкообразующих огнетушащих веществ способствуют прекращению доступа горючих паров в зону горения за счет создания изолирующего слоя из пленкообразующих веществ при ликвидации горения.

### **Список литературы:**

1. Правила пожарной безопасности при утилизации атомных подводных лодок (ППБ УАПЛ) Учебное пособие под редакцией академика РАН А. А. Саркисова. М.:Издательство «Наука» 2008.
2. Правила пожарной безопасности на строящихся и ремонтируемых судах (ППБ СРС 01-2009). Гилетич А.Н./ Департамент надзорной деятельности МЧС России (исх. N 19.2.16.2154 от 13.05.2009 г.).
3. Проведение утилизации судов АТО в условиях судоремонтного производства / Анитропов В.А., Александров Н.И., Розинов А.Я., Тарасов И.Н.// Технология судоремонта. 2004. С. 2-3.
4. Барабанов Н.В. Конструкция корпуса морских судов: Учебник – 4 изд. Том 1. Общие вопросы конструирования корпуса судна.- СПб.: Судостроение, 1993. С. 305-311.
5. Шемендюк Г.П., Петрович Ч.Ч. Проектирование корпусов подводных лодок. Учебное пособие: - Владивосток: Издательство ДВГТУ, 2007. С.132-135.
- 6.URL:[http://www.korabel.ru/news/comments/6\\_oktyabrya\\_na\\_oao\\_tss\\_zvezdochka\\_proizoshlo\\_vo\\_zgoranie\\_izolyatsionnih\\_materialov\\_utiliziruemoj\\_apl\\_kazan.html](http://www.korabel.ru/news/comments/6_oktyabrya_na_oao_tss_zvezdochka_proizoshlo_vo_zgoranie_izolyatsionnih_materialov_utiliziruemoj_apl_kazan.html) (дата обращения 07.01.2017).

УДК 359: 656.6:654.9

*Круглеевский В.Н., Соколенко О.А., Цапков А.П.  
Krugleevskii V.N., Sokolenko O.A., Tsapkov A.P.*

**Перспективы применения мультикритериального способа обработки сигналов  
пожарных извещателей в корабельных системах пожарной сигнализации**

**Prospects for the use of the multicriterial method of processing signals of fire annunciators in  
the ship fire alarm systems**

#### ***Аннотация:***

*В настоящей статье рассматриваются вопросы применения в корабельных системах пожарной сигнализации мультисенсорных мультикритериальных пожарных извещателей, контролирующих появление дыма, превышение заданного значения температуры и скорости ее роста, наличие угарного газа, использующих мультикритериальные алгоритмы для оценки обоснованности сигнала тревоги.*

#### ***Abstract:***

*This article discusses the use in the ship fire alarm system multisensory multicriterial fire annunciators controlling the appearance of smoke, the excess of the temperature set point and its rate of growth, the presence of carbon monoxide using multicriterial algorithms of assess the validity of the alarm*

**Ключевые слова:** корабельная система пожарной сигнализации, фактор пожара, мультикритериальный пожарный извещатель, мультикритериальный алгоритм, дельта-фактор.

**Key words:** ship fire alarm system, fire factor, multicriterial fire annunciator, multicriteriality algorithm, delta factor.

Системы пожарной сигнализации (СПС) и системы автоматического включения средств пожаротушения (САВСП) являются составной частью активной противопожарной защиты корабля. СПС предназначены для автоматического предупреждения о пожаре личного состава корабля и формирования первичной информации о контролируемых факторах пожара для использования при борьбе за живучесть корабля. СПС должны обнаруживать возгорания и пожары уже на начальных этапах их развития. Понятно и то, что пожар на корабле, стоящем у пирса или в доке, неизбежно приведёт к значительным повреждениям указанных объектов военной инфраструктуры.

На кораблях военно-морского флота Российской Федерации (ВМФ РФ) в настоящее время устанавливаются современные СПС (рис. 1). Их технические характеристики и возможности подробно рассмотрены в [1].



Рисунок 1 Аппаратура систем пожарной сигнализации и автоматического включения средств пожаротушения

Следует отметить, что система пожарной сигнализации «Касатка» в 2015 году была модернизирована.

При обнаружении в корабельном помещении пожара СПС должна передавать информацию о нем на средства отображения информации и сигнализации, установленные в командных пунктах управления, постах управления и помещениях (на надводных кораблях), указанных на рис. 2.



Рис. 2 Помещения корабля, в которых установлены средства отображения систем пожарной сигнализации

В настоящее время СПС может осуществлять информационный обмен по стандартным интерфейсам со многими корабельными системами из которых, в первую очередь, следует выделить системы автоматического включения средств пожаротушения (САВСППЗ), комплексную систему управления техническими средствами (КСУ ТС), систему корабельного мониторинга (СКМ), системы и средства пожаротушения. Схема информационных связей системы пожарной сигнализации представлена на рис. 3.



Рисунок 3 Схема информационных связей системы пожарной сигнализации

Формирование решения о пожаре в СПС должно осуществляться на основе информации, получаемой от пожарных извещателей, контролирующих факторы пожара (повышение температуры, появление дыма, пламени), и ручных пожарных извещателей для подачи сигнала «пожар» непосредственно личным составом корабля (судна), входящих в состав системы.

Для обнаружения дыма целесообразно применять комбинированные пожарные извещатели, контролирующие появление дыма, превышение заданного значения температуры и скорости ее роста.

В соответствии с действующими требованиями срабатывание пожарных извещателей СПС производится с использованием так называемого «порогового» принципа при достижении контролируемых параметров опасных факторов пожара заданным нормативным значениям. Опыт эксплуатации пороговых СПС показал, что велика вероятность того, что при работе энергетических установок, экстремальных климатических воздействиях и т.п., контролируемые параметры (температура или ослабление светового потока в приемной камере дымового пожарного извещателя) достигнут критических значений. Количество ложных пожарных тревог по подобным причинам настолько велико, что снижает доверие к сигналам СПС и требует перепроверки получаемой информации.

Недостаточная эффективность пороговых СПС является общей проблемой для всех производителей систем противопожарной автоматики. Ведущие зарубежные производители СПС ведут поиск и разработку новых подходов к созданию СПС нового поколения.

Одним из таких подходов является применение мультисенсорных (мультикритериальных) пожарных извещателей, контролирующих появление дыма, превышение заданного значения температуры и скорости ее роста, наличие угарного газа, использующих мультикритериальные алгоритмы для оценки обоснованности сигнала тревоги. Конструкция мультисенсорного (мультикритериального) пожарного извещателя представлена на рисунке 4.



Рис. 4. Конструкция мультисенсорного (мультикритериального) пожарного извещателя

Учитывая общемировые тенденции, предприятием «НПО «Пожарная автоматика сервис» в составе аппаратуры комплекса «Гамма-01Ф» разработан и предложен к внедрению в корабельные СПС мультикритериальный пожарный извещатель с сенсорами пламени, тепла, дыма и угарного газа, который имеет мультикритериальный подход к обнаружению пожара.

Сравнительно простые алгоритмы обработки сигналов сенсоров реализуются непосредственно в МПИ. В приборах обработки информации СПС информация, поступающая от МПИ, может использоваться в значительно более сложных алгоритмах обработки текущих значений контролируемых факторов.

Структурная схема МПИ с тремя каналами измерений: оптической плотности контролируемой зоны (с узлом измерения рассеянного дымом ИК излучения), концентрации угарного газа (с использованием электрохимического датчика) и температуры (с использованием терморезистора в качестве датчика температуры), показана на рис. 5 [2].

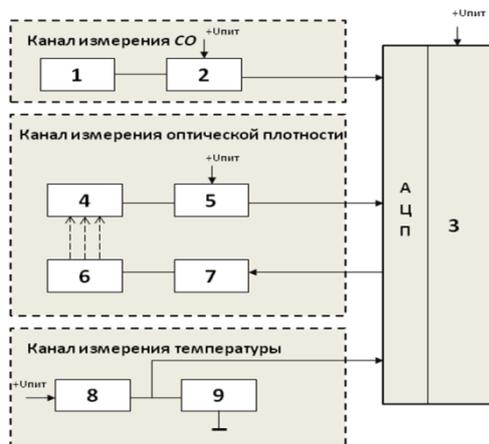


Рис. 5 Структурная схема блока обработки информации мультикритериального пожарного извещателя

Обозначения: 1 – электрохимический газовый сенсор, 2 – операционный усилитель, 3 – АЦП микроконтроллера, 4 – фотодиод, 5 – преобразователь ток-напряжение, 6 – ИК-диод, 7 – стабилизатор тока ИК диода, 8 – терморезистор, 9 - резистивный делитель

В настоящее время наиболее эффективным точечным пожарным извещателем, обеспечивающим раннее обнаружение широкого спектра очагов в различных условиях эксплуатации, считается именно мультикритериальный дымовой-тепловой-газовый СО-извещатель [3]. Причем современные технологии позволяют его реализовать в корпусе стандартных размеров.

Можно считать, что МПИ во многом обязаны своим появлением решению задачи повышения помехоустойчивости и защиты от ложных срабатываний дымовых пожарных извещателей. Дымовые оптико-электронные пожарные извещатели совершенствовались по пути сокращения времени обнаружения, расширения спектра очагов загораний и повышения достоверности сигнала «Пожар».

Существенный недостаток дымового оптико-электронного извещателя – это пониженная чувствительность по дымам с мелкими частицами. Открытые очаги быстро развиваются и представляют особую опасность, причем загорание многих материалов, например пластиков и легковоспламеняющихся жидкостей, происходит без стадии тления. Данная проблема может быть в значительной степени устранена путем дополнения информации дымового канала анализом изменения температуры во времени.

В качестве примера можно привести дымовой пожарный извещатель с тепловым датчиком и обработкой информации в режиме High Performance Optical (HPO) [4]. Канал измерения температуры

в нем используется только для расширения возможностей дымового канала, чувствительность которого изменяется в зависимости от температуры окружающей среды. Данный алгоритм обработки информации позволяет обнаруживать пламенные пожары с эффективностью радиоизотопного извещателя. Другой пример МПИ – газовый извещатель угарного газа (СО) с тепловым сенсором, в котором чувствительность по газовому каналу СО зависит от изменения температуры окружающей среды. Подобные алгоритмы позволяют значительно снизить вероятность ложных тревог при воздействии пара, пыли и аэрозолей.

На рис. 6 показана реакция дымового и теплового канала, а так же результат мультикритериальной обработки с анализом информации теплового канала на развитие тестовых очагов [5]. Представленные зависимости показывают значительный выигрыш по времени обнаружения очага мультикритериальным извещателем.

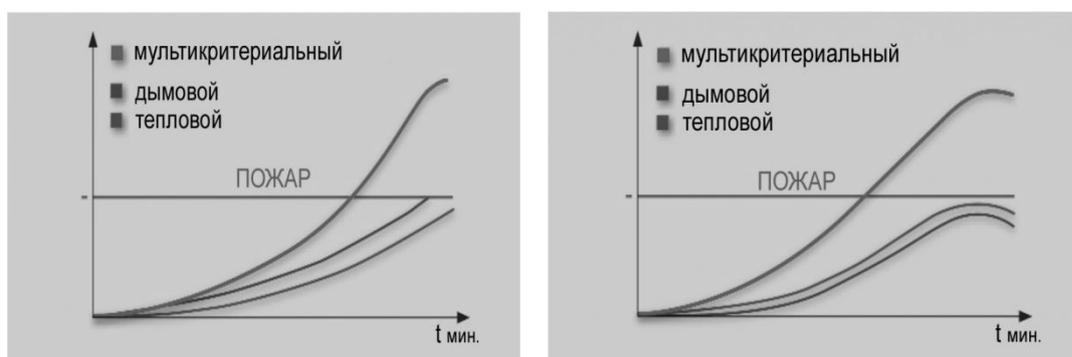


Рис. 6. Обнаружение тестовых очагов дымовым-тепловым мультикритериальным детектором (по данным из зарубежных источников)

Сочетание дымового и теплового сенсоров позволяет реально сократить время обнаружения открытых очагов, что очень важно ввиду их быстрого развития. Сочетание сравнительно небольших концентраций дыма при повышении температуры окружающей среды – достоверный признак ранней стадии горения пластических, ЛВЖ и других материалов, не имеющих стадии тления.

Более значительные результаты по защите от ложных срабатываний с одновременным сокращением времени обнаружения пожароопасной ситуации показывают мультисенсорные пожарные извещатели, в которых наряду с дымовым и тепловым устанавливают сенсор угарного газа (СО сенсор). СО сенсор обеспечивает раннее обнаружение скрытых, медленно развивающихся, тлеющих очагов. При скрытом тлении углеродосодержащих материалов при ограничении доступа кислорода образуется угарный газ СО при сравнительно небольшом уровне задымления. С другой стороны, газовый сенсор СО обеспечивает хорошую защиту от ложных тревог при воздействии пара, аэрозолей, пыли и т.д. Повышение оптической плотности среды при отсутствии угарного газа СО позволяет идентифицировать помеховые воздействия, не связанные с пожароопасной обстановкой,

поскольку тлеющие очаги всегда сопровождаются образованием значительной концентрацией угарного газа CO.

Сравнительно простые алгоритмы обработки сигналов сенсоров реализуются непосредственно в МПИ. В приборах обработки информации СПС информация, поступающая от МПИ, может использоваться в значительно более сложных алгоритмах обработки текущих значений контролируемых факторов. И в настоящее время наиболее эффективным точечным пожарным извещателем, обеспечивающим раннее обнаружение широкого спектра очагов в различных условиях эксплуатации, считается именно мультикритериальный дымовой-тепловой-газовый СО-извещатель. Причем современные технологии позволяют его реализовать в корпусе стандартных размеров.

Необходимо отметить, что реакция на тлеющие очаги у мультикритериального дымового-теплого-газового СО-извещателя значительно быстрее по сравнению с дымовым каналом и с газовым СО-каналом. Мультикритериальному дымовому-тепловому-газовому СО-извещателю требуется для формирования сигнала «Пожар» по тлеющему очагу в 2 раза меньше времени, чем дымовому извещателю, и в 1,5 раза меньше, чем газовому СО-извещателю. За рубежом пожарные одноканальные газовые СО-извещатели не выпускаются из-за отсутствия реакции на открытые очаги, из-за ложных тревог при воздействии различных газов, в том числе монооксида углерода CO не пожарного происхождения и по другим причинам.

В проекте ГОСТ [6], опубликованном в 2014 году была предложена классификация мультикритериальных пожарных извещателей (МПИ) и их каналов обнаружения, которая показана на рис. 7,8.

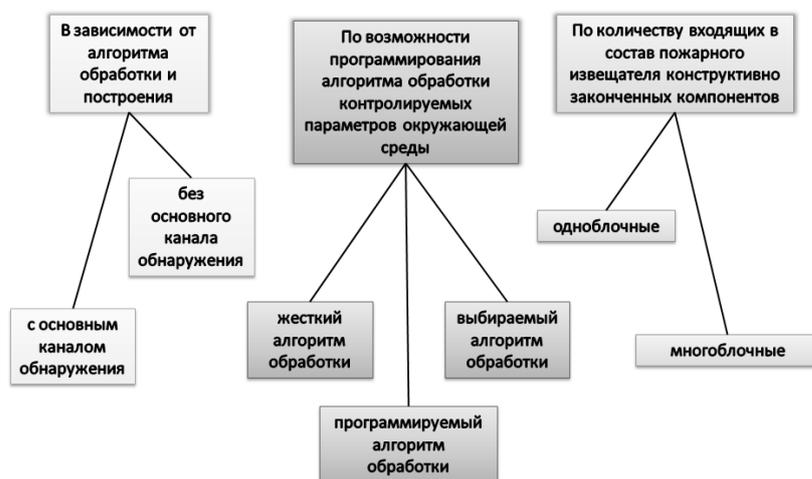


Рис. 7. Классификация мультикритериальных пожарных извещателей

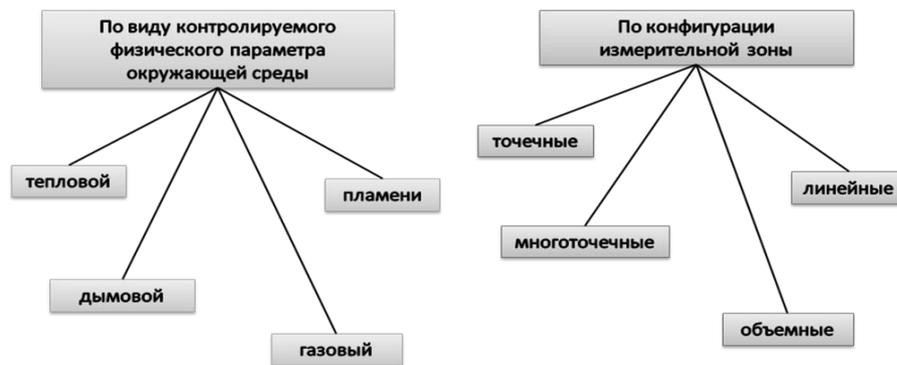


Рис. 8. Классификация каналов обнаружения мультикритериальных пожарных извещателей

Под МПИ с основным каналом обнаружения подразумевается пожарный извещатель, формирующий сигнал «Пожар» при достижении одним из контролируемых параметров окружающей среды (основным для данного пожарного извещателя) порогового значения, зависящего от значений остальных контролируемых параметров, и вычисляемого по заложенному алгоритму. МПИ без основного канала обнаружения формирует сигнал «Пожар» при достижении любым или несколькими контролируемыми параметрами окружающей среды пороговых значений, зависящих от значений остальных контролируемых параметров и вычисляемых по заложенному алгоритму.

Что касается возможности программирования алгоритма обработки контролируемых параметров окружающей среды и количества входящих в состав пожарного извещателя конструктивно законченных компонентов, то, в первую очередь, рассматриваются одноблочные МПИ с жестким алгоритмов обработки.

В настоящее время рассматривается возможность применения следующего, предложенного разработчиком, мультикритериального алгоритма [7]. Нормируемой, программно задаваемой величиной, по достижении которой объявляется пожарная тревога, является величина изменения фактора относительно текущего значения так называемый «дельта-фактор». Дельта-фактор – это нормируемое изменение фактора пожара по величине за установленный промежуток времени. Сигнал пожарной тревоги должен формироваться при обнаружении двух дельта-факторов разной физической природы. Применение мультикритериальных алгоритмов обнаружения пожаров в корабельных СПС направлено на:

- снижение ложных тревог вплоть до их исключения;
- обеспечение максимальной достоверности обнаружения пожаров;
- выявление пожаров на ранней стадии их возникновения.

В 2015-2016 гг. были проведенные три крупные серии испытаний, которые прошли в ФГУП «Крыловский государственный научный центр» и в НПО «Пожарная автоматика сервис» [8], которые подтвердили большую, в среднем в два раза, эффективность мультисенсорных пожарных извещателей по сравнению с комбинированными.. Результаты испытаний приведены на рис. 9.

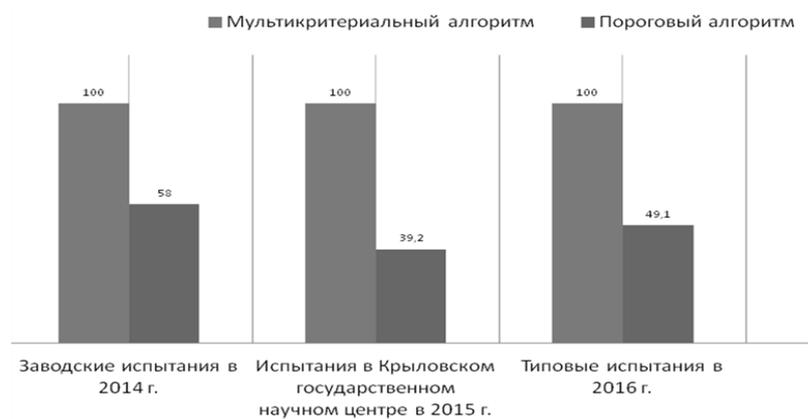


Рис. 9. Сравнение эффективности мультикритериального и порогового алгоритмов обнаружения пожара комплексом «Гамма-01Ф»

Критерием эффективности являлись факт и время обнаружения горения модельных очагов пожара по двум факторам горения.

В мировой современной практике модельные очаги пожаров применяются для тестирования систем пожарной сигнализации на эффективность главным образом потому, что они прекрасно имитируют пожары в начальной стадии развития. Условие следующее: если система обнаруживает горение модельного очага до момента прекращения его горения, то она признается эффективной.

Если же система не срабатывает на модельный очаг пока идет горение, она соответственно считается не эффективной. Из двух эффективных систем та является лучшей, которая очаги горения обнаруживает раньше. При этом не важно, какие модельные очаги выбираются в качестве тестовых, так как специфика их горения и опасные факторы пожара, которые при этом себя проявляют, в одинаковой мере воздействуют на тестируемые пожарные извещатели.

Испытания, проведенные в ФГУП «Крыловский государственный научный центр» показали, что мультикритериальный алгоритм обработки сигналов обеспечивал положительный эффект по сравнению с пороговым во всех случаях независимо от условий горения, назначения защищаемых помещений, наличия или отсутствия вентиляции, расположения пожарных извещателей.

Зафиксированные значения контролируемых параметров в момент обнаружения пожара мультикритериальным пожарным извещателем позволили выявить интересную закономерность. При повторении одних и тех же модельных очагов пожаров относительные значения зафиксированных в момент обнаружения пожара параметров отличались незначительно. Но для разных модельных очагов относительные значения зафиксированных параметров явно отличались. При этом для каждого модельного очага он имел свои характерные черты. Это позволило выдвинуть гипотезу, что использование мультикритериальных алгоритмов обработки сигналов в корабельных системах пожарной сигнализации позволит автоматически распознавать «что горит».

При внедрении МПИ на корабли и суда ВМФ в составе СПС имеет смысл первоначально придерживаться подхода, в соответствии с которым МПИ должны заменить дымовые и

комбинированные (дым+тепло, дым+тепло+СО) пожарные извещатели. Соответственно и требования к установке МПИ должны предъявляться как к дымовым пожарным извещателям. Предполагается, что МПИ будут эффективны в большинстве корабельных помещений. МПИ должны обеспечить существенный рост эффективности обнаружения пожаров на начальных этапах их развития в таких помещениях, как жилые помещения, коридоры в жилых отсеках, общественные помещения, служебные помещения, посты управления, агрегатные, помещения ГРЩ и других распределительных щитов, кладовые, хранилища, насосные отделения.

Необходимо отметить, что в помещениях, насыщенных техническими средствами (ТС) и оборудованием (машинные отделения, ангары летательных аппаратов и десантируемой техники), при работе ТС могут образовываться такие концентрации задымленности и СО, которые воспринимаются пожарными извещателями как факторы пожара. При защите этих помещений средствами пожарного контроля требуется особый подход при выборе пожарных извещателей и других устройств контроля и разработке алгоритмов обработки получаемой от них информации. Сложность заключается не только в том, чтобы обнаружить признаки пожара, но и в необходимости определения конкретного места источника пожара. Это необходимо знать для принятия решения о включении средств локального пожаротушения.

Эффективность применения мультикритериальных алгоритмов обнаружения пожаров будет проверена во время опытной эксплуатации СПС «Гамма-01Ф», которая планируется в следующем году на транспорте вооружения пр. 20181 (ЦМКБ «Алмаз»).

Основными задачами опытной эксплуатации системы пожарной сигнализации с мультикритериальными пожарными извещателями являются:

- накопление статистических данных об отсутствии или наличии ложных срабатываний мультикритериальных пожарных извещателей для помещений различного типа;
- подробный анализ случаев срабатывания мультикритериальных пожарных извещателей;
- проверка возможности применения к мультикритериальным пожарным извещателям требований, аналогичных требованиям РМРС к установке дымовых пожарных извещателей;
- разработка НПО «Пожарная автоматика сервис» совместно с ЦМКБ «Алмаз» отчета об опытной эксплуатации.

Результаты опытной эксплуатации позволят принять обоснованное решение о разработке требований и норм проектирования, а также о порядке внедрения мультикритериальных пожарных извещателей в корабельные системы пожарной сигнализации.

Несмотря на ожидаемый положительный эффект, внедрение мультикритериального подхода в корабельные СПС сдерживается отсутствием обоснованных требований к величинам дельта-факторов и норм по установке мультикритериальных пожарных извещателей в помещениях различного назначения. Необходимо также исследовать, какую дополнительную информацию могут предоставить мультикритериальные пожарные извещатели (МПИ) при борьбе с корабельным

пожаром, оценить степень доверия к этой информации и разработать правила ее использования при борьбе за живучесть корабля.

Поэтому наряду с предстоящей опытной эксплуатацией СПС планируется проведение исследования мультикритериальных пожарных извещателей в условиях учебно-тренировочного, научно-исследовательского испытательного комплекса «Огонёк» ВМПИ ВУНЦ ВМФ ВМА. Целью данных исследований будет определение основных характеристик возгораний системой пожарной сигнализации с использованием мультикритериальных пожарных извещателей. Задачами, решаемыми при проведении эксперимента, будут:

- распознавание горящего материала;
- определение места очага горения;
- определение интенсивности развития пожара;
- оценка эффективности обнаружения пожара СПС (по времени, вариантов размещения пожарных извещателей);
- определение условий, при которых возможны «ложные срабатывания» мультисенсорных пожарных извещателей.

Будут исследованы такие типовые ситуации, как возгорание технических средств, пролитого топлива и масла, щитового оборудования, ветоши, теплоизоляции и др.

В процессе исследования также будут созданы компьютерные модели типовых очагов пожаров в испытательном помещении комплекса «Огонёк» и проверена их адекватность реальным процессам. Для этого используется общедоступная программа моделирования динамики пожара FDS (Fire Dynamics Simulator). Использование динамических моделей дополнит результаты огневых испытаний. Авторы выражают благодарность Образцову И.В. за помощь в подготовке рукописи статьи.

#### **Список литературы:**

1. Артамонов В.С., Круглеевский В.Н., Скороходов Д.А., Поляков А.С. Судовые системы пожарной сигнализации: От прошлого – в будущее. //Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2013 г.
2. Антошин А.А., Протасевич О.А. Управление каналами измерения в мультикритериальном пожарном извещателе. //Труды 8-й Международной научно-технической конференции «Приборостроение-2015». Секция 1. Измерительные системы и приборы, технические средства безопасности, с. 39-41. Минск, Республика Беларусь, репозиторий БНТУ.
3. Неплохов И.Г. Пожарные извещатели. Термины, определения, принцип действия. Каталог ОПС. Охранная и охранно-пожарная сигнализация.Периметральные системы. 2013г.
4. Скорфилд С. Мультисенсор – эффективное решение проблемы ложных срабатываний систем пожарной сигнализации. // Системы безопасности № 5, 2006 г.

5. Неплохов И.Г. Пожарные СО-тепловые извещатели: европейские испытания. //Системы безопасности № 4, 2009 г.
6. Проект ГОСТ Р. «Техника пожарная. Извещатели мультикритериальные. Общие технические требования и методы испытаний». Москва, Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. 2014 г.
7. Круглеевский В.Н., Образцов И.В., Пустынников С.С. Мультикритериальный подход к повышению быстродействия и достоверности обнаружения пожара на кораблях ВМФ. // Сборник статей и докладов межведомственной научно-технической конференции «Актуальные проблемы военной науки и политехнического образования ВМФ». ВМПИ ВУНЦ ВМФ ВМА. СПб 2016г., с. 44-48.
8. Экзамен на эффективность. //Морской бизнес северо-запада № 3 (44), 2016 г., с. 34-35.

УДК 358.1:614.87:623.094

*Лосев М.А., Таранцев А.А.*

*Losev M.A., Tarantsev A.A.*

### **Перспективные средства экстренной доставки грузов и эвакуации персонала в случае чрезвычайной ситуации**

### **Perspective means of emergency delivery of goods and evacuation of personnel in the event of emergency**

#### ***Аннотация:***

*Показана возможность применения ракетной системы, предназначенной для экстренной доставки грузов и эвакуации людей в аварийной ситуации. Она состоит из разгонного блока в виде ступени ракеты, контейнера с грузом или модуля для посадки людей, и посадочного средства. Существуют предпосылки для разработки и практического внедрения данных устройств.*

#### ***Abstract:***

*The possibility of using a missile system designed for emergency delivery of goods and evacuation of people in an emergency situation is shown. It consists of a booster block in the form of a rocket stage, a container with a cargo or a module for landing people, and a landing gear. There are prerequisites for the development and practical implementation of these devices.*

***Ключевые слова:*** Арктическая зона, экстренная эвакуация, экстренная доставка, аварийные ситуации.

**Keywords:** Arctic zone, emergency evacuation, emergency delivery, emergency situations.

Арктический сектор РФ - часть северной полярной области Земли, включающей окраины материка, покрытая дрейфующими льдами Северного Ледовитого океана. Ледяной и снежный покровы держатся почти весь год. Зимой здесь долгая полярная ночь. Особо необходимо подчеркнуть экстремальные климатические условия. Низкие температуры воздуха зимой до  $-60^{\circ}\text{C}$ , в среднем  $-43^{\circ}\text{C}$  в январе и в июле  $+5^{\circ}\text{C}$ .

Арктика – важнейший стратегический регион, являющийся зоной государственных интересов. На сегодняшний день государственные оборонная и социально-экономическая программы развития Арктической зоны являются первоочередными.

Во-первых, важнейшим национальным интересом России в Арктике является превращение этого региона в главную ресурсную базу страны в XXI веке и одновременно в зону мирного сотрудничества, подкрепляемого достаточной и эффективной военной группировкой.

Во-вторых, ключом к решению поставленных задач является Северный морской путь (СМП) - важнейшая транспортная система будущего. СМП связывает европейскую и дальневосточную части Российской Федерации, а также речные водные пути азиатской части России. Он является кратчайшим, а потому и наиболее перспективным транзитным водным маршрутом из Европы в Азию. Таким образом, необходимые стратегические решения для комплексного развития Арктической зоны в России приняты.

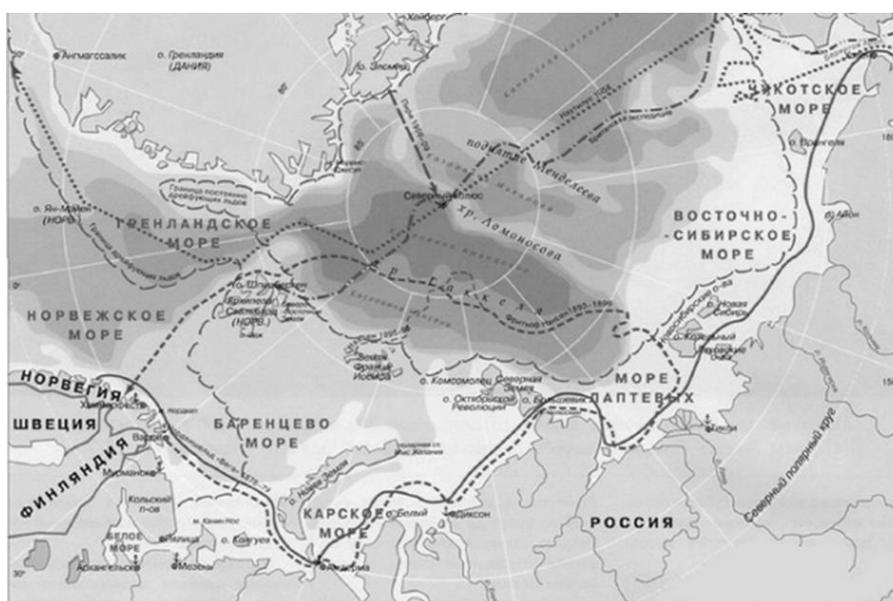


Рис. 1 Северный морской путь

Источниками возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) в экстремальных природных условиях Арктики могут быть техногенные аварии и катастрофы, в том числе на объектах военной инфраструктуры, а также промышленных объектах, включая добычу углеводородов. Соответственно требует совершенствования система обеспечения безопасности военнослужащих, населения и

территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Комплекс аварийно-спасательных центров с размещением в них сил и средств Министерства обороны и МЧС России позволят обеспечивать организацию борьбы с катастрофами, проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Надежность техники всегда была одной из основных инженерных проблем, и ей всегда уделялось большое внимание. С учетом тенденции и необходимости освоения Арктики проблема значительно усложнилась и приобрела более острую форму.

При функционировании различных объектов военного и производственного назначения в районах Крайнего Севера и Арктической зоны могут возникать ситуации, требующие немедленной доставки различных грузов. А именно: блоков аппаратуры взамен отказавших, медикаментов, оборудования, продовольствия, аварийно-спасательных средств и др., что в определённые временные периоды невозможно осуществить ни авиацией, ни другими видами транспорта. Это приводит к необходимости разработки специальных средств экстренной доставки.

Для использования в суровых арктических условиях требуется разработка и внедрение адаптированных современных образцов пожарной техники в т.ч. спасательного инструмента и пожарно-спасательного оборудования, транспортных средств повышенной проходимости, беспилотных летательных аппаратов и снаряжения.

Для решения этих проблем была разработана ракетная система [1], предназначенная для экстренной эвакуации, а так же экстренной доставки грузов в аварийной ситуации. Она состоит из разгонного блока в виде ступени ракеты, контейнера с модулем для размещения людей или контейнера с грузом и посадочного средства для мягкой посадки [2].

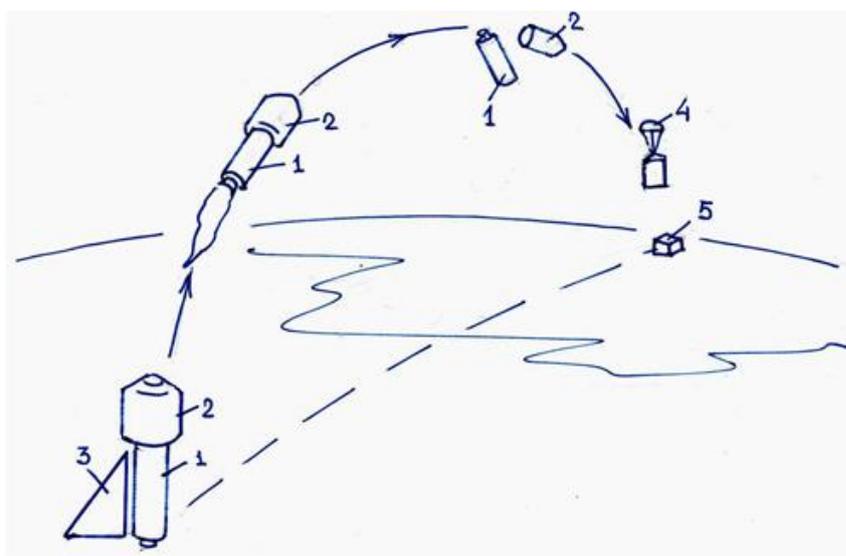


Рис. 2. Схема экстренной доставки грузов (1 – разгонный блок, 2 – контейнер с грузом (модуль с людьми), 3 – стартовая станция, 4 – посадочная система, 5 – пункт назначения)

Базируясь на стартовых станциях в районах с соответствующей инфраструктурой, система [1], может экстренно доставить и мягко приземлить предварительно загруженный контейнер в пункте назначения, находящемся на Крайнем Севере, в Арктической зоне (рис.1) или другом труднодоступном месте, например, в горах.

В случае ЧС на нефтедобывающей платформе, предлагаемая установка базируется на стартовых станциях, которые должны прилегать к нефтяным платформам, система [1], может экстренно доставить и мягко приземлить модуль с персоналом в пункте назначения или просто вне зоны ЧС.

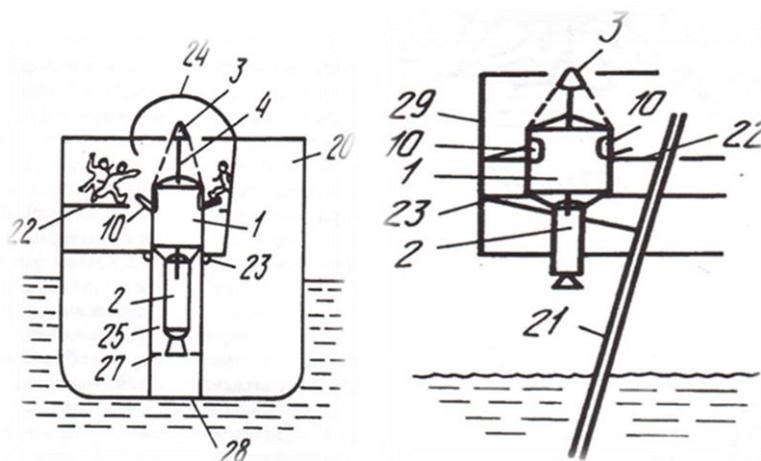


Рис. 2. Устройства для экстренной эвакуации персонала

Актуальность и надежность использования данной установки обусловлено следующими обстоятельствами:

- а) доведением ракетных блоков (твердотопливных и ампулизированных жидкостных) до высокой степени эксплуатационной и полётной надёжности;
- б) конверсией промышленности, сокращением и модернизацией ракетных войск во многих странах, что приводит к снятию с вооружения и высвобождению большого числа исправных ракетных блоков, пригодных к применению в мирных целях;
- в) насущной необходимостью экстренной доставки различных грузов в труднодоступные районы, а также спасением персонала с аварийных объектов [3], например, морских добывающих платформ в высоких широтах.

Таким образом, в настоящее время есть все предпосылки для разработки и практическом внедрении устройств [1] и [3]. Тем более, что проведенные баллистические расчёты [4,5] показали эффективность системы [2] – с её помощью можно при том же куполе парашюта и той же посадочной скорости контакта приземлять более тяжёлые грузы без риска воспламенения окружающей растительности (если посадка происходит в тайге или лесотундре) тормозным блоком, в отличие от известных систем десантирования, а так же экстренно эвакуировать большое количество людей.

Применение устройств [1], в отличие от боевых ракет, имеющих сложные средства защиты и автономную систему наведения, не представляет большой трудности. Разгонные блоки с контейнерами могут базироваться в одноразовых ангарах, обеспечивающих защиту от неблагоприятных погодных условий и оперативную загрузку контейнера, а наведение на пункт назначения может осуществляться по радиосигналам с этого пункта или внешнего пункта управления – со спутника или самолёта. Точность приземления может обуславливаться только ветровыми нагрузками в районе пункта назначения.

В заключение следует отметить, что применению устройств [1] должна предшествовать тщательная баллистическая проработка. В частности, по информации о месте базирования стартовой станции, потенциальных пунктах назначения в труднодоступных районах, характеристиках разгонных блоков и массах контейнеров, необходимо сформировать такой закон управления разгонным блоком на активном участке траектории, чтобы топливо было выработано полностью. Качественное переоснащение сил Минобороны и МЧС России новыми, высокоэффективными аварийно-спасательными технологиями, а именно - устройствами с применением разгонного блока, способными обеспечить экстренную эвакуацию личного состава и персонала или необходимую экстренную доставку грузов в зоны ЧС в условиях низких температур требует тщательной проработки. Нам представляется, что практическая реализация инновационной технологии способна обеспечить поддержание высокого уровня безопасности объектов военной инфраструктуры расположенных и строящихся в Арктической зоне России.

### **Список литературы**

1. Устройство для локализации последствий аварии. Патент РФ № 2007204, 1990 г.
2. Посадочная система. Патент РФ № 2001002, 1990 г.
3. Устройство для эвакуации персонала с аварийного объекта. Патент РФ № 2068285, 1992 г.
4. Димич В.В., Таранцев А.А. О возможностях перспективной посадочной системы // "Известия ВУЗов. Авиационная техника", № 4, Казань, 1996.
5. Бала Ю.А., Малыгин И.Г., Таранцев А.А. Перспективная посадочная система для десантирования сил и средств пожарной охраны // "Пожаровзрывобезопасность", № 1, 2003.
6. Концепция системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктике («Арктик-Рескью») // Материалы международной конференции 27–28 февраля 2006 г.
7. Инженерный справочник по космической технике. Изд. 2-е, перераб и доп / Под ред. А.В.Солодова. М.: Воениздат, 1977.
8. «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу», от 18 сентября 2008 г. № Пр-1969.

9. Указ Президента РФ «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» от 02.05.2014 № 296.
10. Устройство для эвакуации персонала с аварийного объекта. Патент РФ № 2068285 МКИ А62В37/00, В64С1/52, 1992 г.

**УДК 356/359: 614.844.6**

*Жуйков Д.А., Старков Н.Н., Руфанов К.А.*  
*Zhuikov D.A., Starkov N.N., Rufanov K.A.*

**Анализ проблем повышения эффективности теплопереноса в создании новых огнетушащих составов**

**Analysis of problems of the heat transfer efficiency increase when developing new extinguishing agents**

**Аннотация:**

*Представлен краткий обзор проблематики пожаротушения с использованием современных приемов с применением воды и специальных составов. Рассмотрено использование стабилизированных водно-дисперсных композиций в качестве огнетушащих веществ. Проведен сравнительный анализ современных продуктов от различных производителей, используемых для пожаротушения. Описан новый огнетушащий состав «Фаерлок»®. Определены проблемы, связанные с адаптацией применения нового огнетушащего состава в реальной практике пожаротушения.*

**Abstract:**

*This article contains an overview of the problems of fire extinguishing technologies with application of modern methods of extinguishing fires using water and special components. The application of stabilized water-dispersed compositions as an extinguishing agent is presented. The differences between modern firefighting products of different manufacturers are analyzed. A new extinguishing agent «Faerlok» ®, as well as the problems associated with the adaptation of the new extinguishing agent in real extinguishing practice are described.*

**Ключевые слова:** *Тушение пожаров, гидрогель, огнетушащее вещество, скорость отвода тепла, поверхностно-активные вещества, водно-дисперсный состав.*

**Keywords:** *Firefighting, hydrogels, extinguishing agent, rate of heat removal, surface-active additive, water-dispersible formulation.*

Известно, что значительное число объектов военной инфраструктуры Министерства обороны, а также других силовых ведомств страны, расположено на землях лесного фонда, на территориях со сложным рельефом местности. На многих из названных объектов применяется дорогостоящее оборудование и эксплуатируются современные системы вооружений. Указанные обстоятельства предопределяют ужесточение требований к уровню безопасности таких объектов, в том числе пожарной [1].

Несмотря на продолжающийся поиск новых решений в борьбе с пожарами, защите личного состава, зданий и сооружений, статистика борьбы, например, с лесными пожарами, не показывает резких скачков в снижении потерь от их последствий. Это свидетельствует о наличии системных недостатков в развитии данной области и об отсутствии прогрессивных средств пожаротушения.

В качестве яркого примера уместно охарактеризовать проблему, возникающую при борьбе с лесными пожарами верхового типа, проводимой с использованием специализированных вертолётов и самолётов. Технология тушения пожара предполагает единовременный сброс больших объемов воды на очаги лесных пожаров с высоты 50-150 метров, с целью прекращения распространения пожара, либо перевода его в низовую фазу.

Проблема, в данном случае, состоит в том, что снижение воздушных судов до требуемой высоты в 50-80 метров значительно увеличивает риск их механического контакта (столкновения) с естественными препятствиями (деревья, сопки, горы и проч.), которые могут находиться вне зоны видимости пилотов в связи с образованием зон задымления.

Исследования практики авиационного тушения лесных пожаров показывают, что огнетушащая способность самолетов-танкеров зависит, в большей степени, от высоты при сбросе воды и скорости полета. При сбросе на скоростях, превышающих 250–270 км/ч [2], жидкость трансформируется в аэрозоль под действием сопротивления воздуха, и большая ее часть не достигает цели. Описанный процесс характерен для сброса воды с высоты пятидесяти и более метров.

Процесс испарения особенно усиливается при низкой влажности. Так, испытания показывают, что потери на испарение при сливе с высоты 40 м с самолета-танкера Ан-32П, летящего на скорости 230 км/ч, составляют 10% при 80% влажности воздуха, но возрастают до 50% - при 60% влажности [3].

На сегодняшний день основной механизм во всех применяемых технологиях тушения пожаров, охлаждение с помощью «хладагента», за исключением пожаров в замкнутых объемах, где вытеснение кислорода воздуха негорючими газами является наиболее очевидным подходом. Суть действия «хладагента» связана с ускорением процесса теплопереноса, иначе говоря, отвода тепла от нагретого тела с использованием огнетушащего вещества и снижения температуры пламени.

Теплопроводность различных веществ зависит в первую очередь от их агрегатного состояния, а для твердых веществ ещё и от плотности их кристаллической упаковки. Если индекс относительной теплопроводности воды принять за 1 (100%) [4], то теплопроводность воздуха будет

ниже и составит лишь 4,2 % [5], в то время как твердые тела будут более теплопроводными, например, для кварца этот индекс примет значение равное 12 [6], для железа – 125 [7], а для серебра – 696 [5].

Материалы, содержащие в своем составе две фазы, представляют собой дисперсные системы. Теплопроводность таких систем зависит от теплопроводности дисперсной фазы и дисперсионной среды. Так, например, коэффициент теплопроводности сухого песка, равный 0,33, имеет промежуточное значение между кристаллическим кварцем и воздухом. Такие рассуждения позволяют объяснить причину того, почему воздушно-механическая пена плохо охлаждает поверхность горючего материала. Пена - это дисперсия воздуха в воде, и она может только уменьшить ее теплопроводность. В то же время становится ясно, почему высокая теплопроводность огнетушащего вещества на основе дисперсных систем важна в пожаротушении: попадая на горящую поверхность и препятствуя притоку воздуха к зоне горения, такое вещество будет отводить от нее тепло значительно быстрее, чем вода.

Однако, основным продуктом, используемым в качестве «хладагента» для тушения пожаров, остается вода, обладающая наибольшей среди всех веществ удельной теплоемкостью, то есть способностью поглощать тепло на единицу массы. Несмотря на это, на больших участках пожаров ее огнетушащая способность нивелируется: она или не попадает в очаг, или неравномерно распределяется, испаряясь вне зоны горения. Это свидетельствует о значительных недостатках воды, как огнетушащего вещества в том, что касается её слабых адгезивных свойств.

Одним из способов изменения этого параметра для воды и, как следствие, раскрытие в большей мере ее потенциала в качестве огнетушащего вещества, является применение соответствующих добавок поверхностно-активных веществ (далее – ПАВ) [8]. Некоторые ПАВ образуют в воде гидрогель и повышают её адгезивные свойства.

По своей природе гидрогели представляют собой структурированные двухфазные коллоидные свободносвязанные дисперсии, состоящие из высокомолекулярных компонентов ПАВ – дисперсной фазы, заполненных и окруженных дисперсионной средой, в данном случае водой (рис. 1).

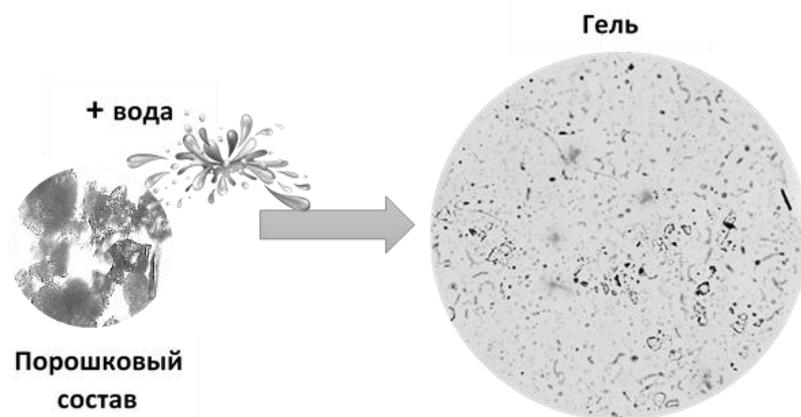


Рис. 1. Схема процесса образования гидрогеля из твердых гранул ПАВ при добавлении воды.

Преимущества гидрогелей перед водой: способность сохранять форму, заметная упругость и повышение точности и кучности сброса при авиационном тушении лесных пожаров.

В первую очередь разница воды и геля заключается в адгезивных свойствах последнего [9], которые позволяют: препятствовать поступлению кислорода воздуха к зоне горения и охлаждать ее; изолировать горючую нагрузку не участвующую в процессе горения, как от источника нагрева, так и от доступа кислорода, что снижает вероятность возникновения окислительных процессов, предшествующих горению.

Вода с наклонной поверхности быстро стекает на горизонтальную поверхность, где сбивается в капли. В любом случае, на обугленной поверхности толщина пленки воды не превышает 0,2 мм. Пена низкой кратности на тех же поверхностях может создать слой в 15-20 мм. При средней толщине пленки воды в пене 0,006 мм и размере пузырьков 0,7 мм формируется около 30 слоев (рис. 3) жидкой фазы и практически тот же общий слой пленки воды – 0,2 мм, который необходимо преодолеть тепловому потоку при движении к горючей нагрузке.

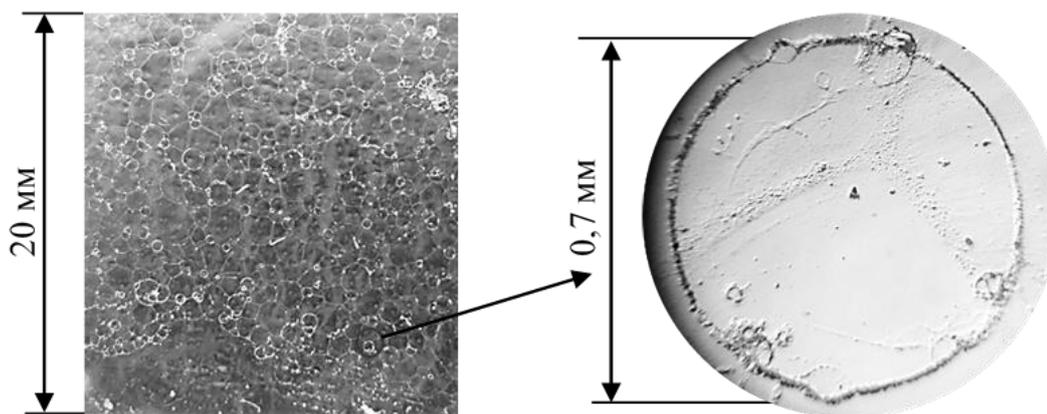


Рис. 2. Структура пены низкой кратности.

Более высокие показатели тушения, в данном случае, достигаются за счет наличия воздуха в пузырьках. Гидрогели способны задерживаться на наклонной, в том числе вертикальной, поверхности при толщине нанесения до 3-5 мм и сохранять неизменной толщину слоя до полного потухания пламени.

Другим способом улучшения свойств воды, как огнетушащего вещества, как было указано выше, является увеличение теплопроводности за счёт диспергирования в ней веществ, обладающих более высокой, чем вода, теплопроводностью. Подобные водно-дисперсные композиции обладают, однако, тем недостатком, что дисперсная фаза довольно быстро седиментирует из-за разницы в плотности или за счет агрегации частиц в отсутствие соответствующих стабилизаторов.

Ряд производителей предлагает продукты, назначение которых направлено на улучшения огнетушащих свойств воды за счет введения различных компонентов ПАВ, образующих

структурированные коллоидные системы. К ним относятся: гель «Баррикада», «Гидростатин» HSI-20, «FireIce®» и другие.

Проведённый нами несложный анализ выявил общие проблемы, характеризующие рассматриваемые продукты, повышающие теплофизические свойства водных систем, направленных на локализацию и тушение пожаров:

- высокий показатель вязкости составов, исключающий возможность использования принятой в Вооруженных Силах Российской Федерации штатной пожарной техники;
- отсутствие возможности увеличения теплопроводности огнетушащих составов;
- нестабильность системы после частичного испарения воды и отсутствие гарантированного возобновления всех своих свойств после ее добавления, что крайне важно в решении чрезвычайных ситуаций;
- отсутствие возможности формирования достаточного количества огнетушащего вещества непосредственно при тушении пожара попутным смешиванием воды из доступных источников водоснабжения и предлагаемых продуктов;
- ограничения по условиям хранения продуктов;
- высокая стоимость продуктов, связанная, в первую очередь с тем, что их производство находится вне Российской Федерации.

Группой специалистов кафедры «Пожарная безопасность» ФГАУ ДПО «ИПК ТЭК» и ООО «Лаборатория Инновационных Технологий «Квинтех» на базе инновационного центра «Сколково» ведутся исследовательские работы по повышению эффективности огнетушащих составов.

В настоящее время формируется теоретический подход к описанию физико-химических свойств таких сложных стабилизированных многофазных полидисперсных систем для тушения пожаров и проводятся исследования и испытания на основании эмпирического подхода.

В частности, в результате проводимых исследований, получен гелеобразующий порошковый состав (далее – ГОПС), который может быть использован для получения готового водногелевого огнетушащего состава. ГОПС представляет собой диспергируемый в воде порошок, состоящий из материала твердой дисперсной фазы и стабилизатора, чьи свойства при этом обеспечивают:

- дезагрегацию дисперсной фазы, препятствующей ее седиментации;
- тиксотропное изменение вязкости водно-дисперсной композиции;
- регулируемое изменение теплопроводности в зависимости от материала твердой дисперсной фазы и его содержания в используемой композиции;
- длительную стабильность дисперсной системы, в том числе после частичного испарения воды, что обеспечивает ей возобновляемость свойств при повторном добавлении воды;
- возможность быстрого формирования огнетушащего вещества в чрезвычайных ситуациях.

В целях исследования возможностей применения исследуемого ГОПС в области тушения пожаров проведены испытания ГОПС и готового ВОС в ФГБУ ВНИИПО МЧС России.

Процедура испытаний ГОПС и готового ВОС включала серию лабораторных и натурных работ с определением следующих показателей:

- внешнего вида, растворимости, времени полного растворения, плотности геля, температуры застывания, коррозионной активности геля к стали марки Ст.3, срока сохраняемости геля, кинематической вязкости геля;
- времени тушения модельных очагов пожара класса А и автомобильных шин;
- критической температуры и теплового потока в любой точке подкостюмного пространства специальной защитной одежды (далее – СЗО), обработанной огнезащитным гелем;
- остаточного горения, термических разрушений материала СЗО в виде: (оплавления, обугливания, сквозного прогара), обработанной огнезащитным гелем.

В результате испытаний установлено следующее:

- ВОС при концентрации 0,8% в воде обеспечивает значительный уровень снижения угрозы повторного воспламенения, т.е. повторное возгорание с последующим устойчивым горением в местах его воздействия не наблюдается и обладает огнетушащей способностью тушения модельного очага пожара 4А и модельного очага пожара, состоящего из 6 автомобильных шин R16 (в качестве огнетушащего средства использован огнетушитель ОВЭ-10, заполненный ВОС);
- время защиты объекта (пожарного) от теплового потока в очаге возгорания, одежда которого обработана водным раствором ГОПС, составляет не менее 16 минут;
- время устойчивости к однократному воздействию открытого пламени в очаге возгорания одежды, обработанной водным раствором ГОПС, составляет 90 секунд.
- водный раствор ГОПС с концентрацией 1,5% обладает свойствами, повышающими огнезащитные характеристики СЗО, при условии равномерного нанесения раствора по поверхности изделия, и может использоваться для дополнительной защиты личного состава от огня и термического воздействия в очагах пожаров.

Установленные в результате испытаний показатели сведены в таблицу 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование контролируемого параметра	Полученное значение показателя
1	Внешний вид ГОПС	Сыпучий порошок мелкой фракции без комков и примесей белого или белого с оттенками цвета
2	Внешний вид геля	Вязкая мутная жидкость без кристаллического осадка и расслоения
3	Растворимость ГОПС в воде, %	100
4	Время полного растворения ГОПС в воде, мин	1
5	Плотность геля при 20°C и массовой концентрации 0,8 %, в пределах, кг·м <sup>-3</sup>	1006
6	Температура застывания геля с массовой концентрацией 0,8 %, не выше, °C	-1
7	Коррозионная активность геля к стали марки Ст.3, кг·м <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup> , не более	0,03·10 <sup>-8</sup>
8	Срок сохраняемости геля, сут	90
9	Кинематическая вязкость геля 0,8 % не более, мм <sup>2</sup> ·с <sup>-1</sup>	40

На текущем этапе, в результате исследований и проведенных испытаний, найден подход к стабилизации водно-дисперсных композиций и разработан оригинальный состав с регулируемой теплопроводностью на основе доступных материалов, который способен работать при значительно более высоких удельных тепловых потоках. Кроме того, установлены практические критерии, позволяющие управлять свойствами полученных композиций.

Инновационность полученных композиций заключается в выгодной комбинации макрофизических свойств дисперсной фазы, стабилизаторов, препятствующих седиментации образовавшихся дисперсий и формирующих с водой, как с дисперсионной фазой, структурированную трёхфазную свободносвязанную коллоидную дисперсию с высокими адгезивными свойствами. Принципы, использованные для создания такой композиции, позволяют получить целое семейство стабильных дисперсных систем с контролируемыми и воспроизводимыми свойствами, что весьма важно при использовании в чрезвычайных ситуациях для предотвращения распространения пожаров, как в лесных массивах, так и населенных пунктах, и объектах инфраструктуры.

Ключевой особенностью таких стабилизированных композиций является, с одной стороны, их способность препятствовать доступу кислорода воздуха к зоне горения, за счет высокой адгезии к горящим поверхностям, а с другой - более быстрая, чем у воды, способность обеспечивать отвод тепла.

Перечисленные свойства разработанного ГОПС позволяют в процессе тушения пожара генерировать водно-дисперсную композицию из необходимого количества сухого порошка, добавляемого непосредственно в водяной поток.

При тушении лесных пожаров применение ВОС позволит также минимизировать процесс пульверизации жидкости за счёт преобразования её в водную пыль (аэрозоль) и обеспечить, таким образом, повышенную кучность огнетушащей массы при её сбросе. Как следствие, это позволит существенно «поднять» минимальную высоту работы авиатехники до 250 м над уровнем земли и, как следствие, увеличить её безопасность.

Работы в данном направлении продолжаются. В настоящее время ведутся работы инструментальной адаптации существующих средств подачи ВОС к месту пожара.

В целом, для широкого внедрения ГОПС в качестве огнетушащих составов необходима переработка и адаптация нормативно-технических документов к требованиям нормативно-правовых актов в области пожарной безопасности.

## Список литературы

1. Глазьев С. Ю., Деменьтьев В. Е., Елкин С. В., Крянев А. В., Ростовский Н. С., Фирстов Ю. П., Харитонов В. В. Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике. – М.: Тривант, 2009. – 304 с.
2. Григорьевская А. О., Иванов Н. В., Вишнев А. В. Анализ использования авиации для тушения лесных пожаров // Сборник Международной конференции «Решетневские чтения». – 2014. – Т. 1, № 18. – С. 351-352.
3. Коршунов А. Н. Авиационное тушение лесных пожаров: эффективность репортажей и эффективность технологий // Авиапанорама. – 2011. – № 4 (88). – С. – 10-13.
4. Kutasov I., Eppelbaum L., Pilchin A. Applied Geothermics. – Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014. 751 p.
5. Цветков Ф. Ф., Григорьев Б. А. Тепломассообмен: учебник для вузов. 2-е изд. – М.: МЭИ, 2011. – 562 с.
6. Bass M., Van Stryland E. W., Williams D. R., Wolfe W. L. Devices, measurement, and properties: handbook of optics. 2nd ed. – New York: McGRAW-HILL, INC, 1995. – 1496 p.
7. Peet M. J., Hasan H. S., Bhadesh H. K. D. H. Prediction of thermal conductivity of steel // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2011. – № 54. – P. 2602-2608.

8. Триполицын А. А., Потапенко В. В., Старков Н. Н., Жуйков Д. А., Бабкин О.Э. Увеличение эффективности тушения твердых горючих материалов путем использования в качестве добавки амидофосфатов // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2015. – № 1 (6), – С. 198-199.
9. Петров Н. А., Давыдова И. Н., Акодис М. М. Исследование комплексных реагентов СНПХ «ПКД» 515 и СНПХ «ПКД» 515Н в качестве модифицирующих добавок в технологические жидкости нефтяной промышленности // Башкирский химический журнал. –2006. – Т. 13, № 2. – С. 34-42.
10. Гуцев Н. Д., Михайлова Н. В., Корчунова И. Ю. Результаты сравнительных испытаний новых огнетушащих составов на модельных лесных пожарах // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2013. – № 4. – С. 40-52.
11. Протокол испытаний гелеобразующего порошкового состава «Фаерлок»® и готового водногелевого огнетушащего состава «Фаерлок»® №1128/2.1-2016 от 31.10.2016 г. // ВНИИПО, г. Балашиха. – 2016. - №1128/2.1-2016. – 17 с.

#### **Энергоснабжение, водоснабжение и теплоснабжение объектов военного назначения**

УДК 355.673:621.182/621.18

*Смолинский С.Н.*

*Smolinskii S.N.*

#### **К вопросу технико-экономической оценки модернизации систем теплоснабжения автоматизированными угольными котельными с котлами высокотемпературного кипящего слоя**

#### **Revisiting technical and economic assessment of the modernization of heat supply systems by automated coal-fired boiler houses with boilers of high-temperature fluidized bed**

##### ***Аннотация:***

*В статье произведен анализ состояния систем теплоснабжения на объектах МО РФ. Сформулированы перспективные направления модернизации и технического перевооружения существующих угольных котельных. Получены результаты сравнительной оценки технико-экономической эффективности капитальных вложений на основе теории производственных*

функций для разработки методик при модернизации систем теплоснабжения с применением автоматизированных угольных котельных с котлами ВТКС.

**Abstract :**

*The article analyzes the condition of heat supply systems at the facilities of the Ministry of Defense of the Russian Federation. Prospective directions of modernization and technical re-equipment of existing coal-fired boiler houses are presented. The results of a comparative evaluation of the technical and economic efficiency of capital investments on the basis of the theory of production functions for developing a methodology for the modernization of heat supply systems with the use of automated coal-fired boiler houses with VTKS boilers are obtained.*

**Ключевые слова:** *капитальные вложения, высокотемпературный кипящий слой, производственные функции.*

**Key words:** *capital investments, high-temperature fluidized bed, production functions.*

В настоящее время системы теплоснабжения объектов МО РФ, включающие котельные установки и тепловые сети, обеспечивают повседневную жизнедеятельность и работу во время несения боевых дежурств воинскими частями и подразделениями Вооруженных сил РФ.

По данным Департамента эксплуатационного содержания и обеспечения коммунальными услугами МО РФ (ДЭС и ОКУ) число таких котельных находящихся в работе составляет 3928, из них около 70% приходится на низкоэффективные угольные и жидкотопливные котельные, которые работают на твердом топливе (каменные и бурые угли низкого качества) и жидком топливе (высоковязкие сернистые обводненные мазуты и дорогостоящее дизельное топливо).

Из общего числа твердотопливных и жидкотопливных котельных 515 котельных не подлежит передаче в муниципальную собственность, а также переводу на квалифицированное высокоэкологичное газообразное топливо, вследствие отсутствия технической возможности подвода природного газа от магистральных газопроводов [1].

Тепловые сети также находятся в неудовлетворительном состоянии, создавались во второй половине XX века, требуют замены и технической модернизации.

Данное состояние угольных котельных и тепловых сетей стало одной из основных причин разработки ведомственной целевой программы модернизации теплового хозяйства объектов МО РФ на период 2016-2026 г.г.

В настоящее время в Военном институте (инженерно-техническом) по заданию ДЭС и ОКУ МО РФ выполняется научно-исследовательская работа (НИР) шифр «Энергоэффективность».

В рамках этих НИР для сбора информации, анализа и разработки комплекса рациональных инженерно-технических решений по реконструкции систем теплоснабжения были разработаны и разосланы на объекты специальные анкеты и рекомендации к их заполнению на 93 объекта систем теплоснабжения (СТС) по всем военным округам.

В результате проведенного анкетирования были получены статистические данные по всем объектам СТС. Из них по 35 котельным установкам (КУ) работающих на жидком топливе и 58 КУ - на твердом топливе. Полученных анкетные данные позволяют определить и провести анализ технико-экономических показателей котельных установок.

Одним из наиболее перспективных направлений модернизации и технического перевооружения существующих угольных котельных является применение технологии сжигания угля в высокотемпературном «кипящем» слое (ВТКС). Котлоагрегаты КВП-1,74-ВТКС с высокотемпературным кипящим слоем с узкой наклонной подвижной колосниковой решеткой единичной мощностью 1,5 Гкал/час (1,74 МВт) сертифицированы и могут серийно применяться к установке при строительстве и реконструкции угольных котельных.

В настоящее время накоплен значительный опыт разработки и промышленного изготовления высокоэффективных, автоматизированных котлоагрегатов КВП-1,74-ВТКС, а также опыт проектирования, строительства и реконструкции угольных котельных с применением таких котлоагрегатов. Результаты исследований по данному направлению нашли отражение в работах учёных научной школы д.т.н., профессора А.В.Смирнова: д.т.н., профессора Ю.В.Юферева, кандидатов технических наук А.Е.Лукичёва, В.Ю.Воронова, С.А.Кныша, А.В.Балабана, Д.В.Антоновича, В.П.Дружинина, М.А.Карпова, Д.А.Проскурякова, А.В.Бондарева, А.Г. Киревнина, Р.В. Васильева, Д.А. Косолапова, Д.А. Мамаева [2].

Для обследованных 93 объектов выполнена предварительная оценка капитальных затрат на строительство новых котельных с использованием котлов КВП-1,74 ВТКС. Такая оценка показала, что суммарные капитальные затраты только на строительство вышеперечисленных котельных в текущие цены составят более 7,3 млрд. руб.

В современных сложных экономических условиях бюджетного финансирования строительства объектов военной инфраструктуры маловероятно ожидать выделения денег для таких значительных единовременных капитальных затрат. В таких условиях становится актуальной задача определения первоочередных приоритетных объектов для строительства и реконструкции угольных котельных по технологии высокотемпературного кипящего слоя, а также задача выбора приоритетного варианта проектных решений.

При рассмотрении нескольких вариантов сравнительная оценка известными методами, применяемыми на стадии «Технико-экономическое обоснование» или «Обоснование инвестиций», становится трудоемкой

Для принятия приоритетного решения о варианте реконструкции представляется желательным иметь некий более упрощенный инструментарий, с помощью которого можно было бы выполнять сравнительный анализ без подробных расчетов всех необходимых технико-экономических показателей. Вместе с тем, несмотря на упрощенность и простоту использования такого инструментария, ошибка в выборе решения должна быть сведена к минимуму. Другими

словами, представляется актуальной задача разработки «экспресс» метода сравнительной технико-экономической оценки эффективности капитальных вложений при строительстве и реконструкции угольных котельных объектов МО РФ.

Первым положительным результатом в решении сформулированной задачи стали разработки Б.И.Морозова на кафедре теплосиловых установок ВИТУ с использованием метода экономико-математического моделирования котельных с выражением математических зависимостей между основными показателями в виде производственных функций [3].

Применение этого метода позволяет решать задачи, связанные с взаимозамещаемостью и оптимальным распределением материальных ресурсов при проектировании и строительстве котельных установок, и другие более сложные, комплексные задачи, относящиеся как к котельным, так и к техническим системам, в которые они входят.

Однако данные результаты носят общий характер для отопительно-производственных котельных малой и средней мощности при работе на газе и мазуте. В них не отражены особенности технологических процессов, нового оборудования, проектных решений, характерных для угольных котельных, именно, малой мощности с учетом внедрения технологии сжигания угля в ВТКС.

На кафедре теплосиловых установок Военного инженерно-технического университета под руководством профессора А.В.Смирнова инженером И.С.Рода собран и проанализирован обширный статистический материал технико-экономических показателей по известным проектным решениям реконструкции котельных с применением технологии ВТКС. С использованием упомянутого статистического материала разработаны и рассчитаны однофакторные и двухфакторные производственные функции в виде семейства графических зависимостей удельных капитальных затрат, себестоимости выработанной теплоты и семейства изоквант [4].

Приведенная методика позволяет выполнять экспресс оценку технико-экономических показателей для строительства и реконструкции только угольных котельных малой мощности с энергоэффективными котлами высокотемпературного кипящего слоя. При этом подразумевается, что управление работой таких котельных осуществляется оператором со щита автоматики в дистанционном режиме в соответствии с режимной картой. В этих щитах имеются кнопки управления органами регулирования подачи топлива, первичного и вторичного воздуха, разрежения, удаления шлака из топки котла. Однако такое ручное управление работой котла при переходных режимах сопряжено с перерасходом топлива. Для повышения экономичности работы котлов на переходных режимах необходимо оснащение их современными программируемыми логическими контроллерами с использованием средств микропроцессорной техники и соответствующего программного обеспечения. Автоматизированная таким образом котельная может экономично работать в автоматическом режиме с минимальным числом эксплуатационного персонала. При несомненном повышении экономичности, и, как следствие, снижении годовых эксплуатационных расходов, оснащение котельной упомянутыми средствами автоматизации повлечет за собой

увеличение капитальных затрат. Поэтому данное обстоятельство потребует уточнения разработанной методики экспресс-оценки.

В настоящее время актуальным является не только техническое перевооружение и реконструкция источников тепловой энергии, но и замена, реконструкция тепловых сетей, тепловых пунктов и других объектов входящих в единую систему теплоснабжения объекта. Следует отметить, что капитальные затраты на реконструкцию и строительство тепловых сетей сопоставимы с затратами на реконструкцию и строительство котельных. Экономическим эффектом реконструкции и строительства тепловых сетей будет снижение потерь теплоты через тепловую изоляцию, а, также повышение надежности, и как следствие, снижение ожидаемого ущерба от аварийных ситуаций.

Для выполнения сравнительной оценки различных вариантных решений по модернизации и перевооружению систем теплоснабжения военных городков и объектов требуется, в дополнение к имеющимся данным по котельным установкам, собрать, обработать, привести к сопоставимым условиям и рассчитать технико-экономические показатели тепловых сетей. На основе имеющихся данных по котельным установкам и вновь полученным данным по тепловым сетям можно разработать технико-экономические показатели для всей системы теплоснабжения военного городка с построением экономико-математической модели на основе производственных функций.

На основании вышеизложенного для расчета двухфакторных производственных функций котельных установок была принята функция Кобба-Дугласа вида как наиболее простая и более удобная для анализа.

$$C = AK^{\alpha}C_M^{\beta} \quad (1)$$

где  $C$  - годовые эксплуатационные расходы;

$K$  – основные производственные фонды;

$A$  – параметры функции;

$\alpha, \beta$  - коэффициенты эластичности;

$C_M$  - годовые материальные расходы.

Результаты расчетов параметров функций для котельных установок при разных выходных параметрах представлены в табл. 1.

Значение величины  $rK$  для годовых эксплуатационных расходов  $C$  и приведенных затрат  $Z$  определяется коэффициентом  $r$ , который учитывает суммарные отчисления  $K$  за год, а для  $Z$  еще и нормативный коэффициент эффективности капиталовложений  $r_n = 0,12$ .

Параметры функции Кобба-Дугласа  
для различных групп котельных установок

Группы котельных установок	Вид топлива	$C = A(pK)^{\alpha}C_M^{\beta}$			$Z = A(pK)^{\alpha}C_M^{\beta}$		
		A	$\alpha$	$\beta$	A	$\alpha$	$\beta$
Котельные установки низкого давления малой мощности	уголь	0,238	0,076	0,924	0,312	0,241	0,758
	мазут	0,222	0,061	0,938	0,279	0,141	0,858

Коэффициенты эластичности по ресурсам  $\alpha$  и  $\beta$  в пределах рассматриваемых производительностей имеют постоянные значения для каждой группы котельных установок. Сумма  $\alpha + \beta$  для всех групп котельных получилась близкой к 1. Это свидетельствует о том, что построенные производственные функции можно считать линейно однородными, т.е. увеличение затрат всех ресурсов в  $\lambda$  раз приводит к возрастанию выработки теплоты также в  $\lambda$  раз. Коэффициенты  $\alpha$  и  $\beta$  для различных групп котельных установок имеют разные значения, это зависит от соотношения капитальных затрат на строительство и годовых расходов на эксплуатацию котельной. Они показывают вклад каждого ресурса в производство тепловой энергии.

Аналогичные расчеты были проведены на основании собранных статистических данных для тепловых сетей систем теплоснабжения. Результаты расчетов параметров двухфакторных производственных функций для тепловых сетей ТС объектов МО РФ представлены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры функции Кобба-Дугласа  
для ТС различного типа прокладки

Тип прокладки ТС	$C = A(pK)^{\alpha}C_M^{\beta}$			$Z = A(pK)^{\alpha}C_M^{\beta}$		
	A	$\alpha$	$\beta$	A	$\alpha$	$\beta$
Бесканальная прокладка ТС в сухих грунтах	0,384	0,697	0,279	0,318	0,824	0,16
Бесканальная прокладка ТС в мокрых грунтах	0,367	0,731	0,248	0,304	0,845	0,141
Подземная прокладка ТС в непроходных каналах в сухих грунтах	0,350	0,767	0,214	0,287	0,871	0,117
Подземная прокладка ТС в непроходных каналах в мокрых грунтах	0,325	0,811	0,173	0,335	0,866	0,083
Надземная прокладка ТС на низких опорах в сухих грунтах	0,374	0,712	0,267	0,308	0,838	0,148
Надземная прокладка ТС на низких опорах в мокрых грунтах	0,361	0,74	0,24	0,296	0,857	0,13

Анализ полученных результатов показывает, что характер изменения характеристик для различных типов прокладки тепловых сетей в большей или меньшей степени соответствует характеру изменения показателей котельных установок.

Также как и для котельных установок, коэффициенты эластичности по ресурсам  $\alpha$  и  $\beta$  имеют постоянные значения для каждого типа прокладки тепловых сетей. Сумма  $\alpha + \beta$  для всех типов ТС получилась близкой к 1. Это свидетельствует о том, что построенные производственные функции можно также считать линейно однородными. Общий характер изменения характеристик котельных установок и тепловых сетей позволяет на основе полученных функциональных зависимостей рассчитать и построить двухфакторные производственные функции для систем теплоснабжения в целом.

Наличие разделения котельных установок (источников теплоты в системах теплоснабжения) на группы в зависимости от типа установленных котлов и вида сжигаемого топлива, а также различных типов прокладки тепловых сетей создает возможность получения большого количества вариантов создания систем теплоснабжения военных объектов. На основе проведенного анализа собранного статистического материала по системам теплоснабжения объектов МО РФ наиболее распространенным типом прокладки тепловых сетей является подземная прокладка в непроходных каналах. В связи с этим, в качестве примера были проведены расчеты двухфакторных производственных функций для систем теплоснабжения с различными группами котельных установок и тепловыми сетями, проложенными в непроходных каналах. Результаты расчета для наиболее часто встречающегося типа прокладки тепловых сетей в непроходных каналах, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Параметры функции Кобба-Дугласа для СТС с котельными установками низкого давления малой

Группы систем теплоснабжения (СТС)	Вид топлива	$C = A(pK)^{\alpha}C_M^{\beta}$			$Z = A(pK)^{\alpha}C_M^{\beta}$		
		A	$\alpha$	$\beta$	A	$\alpha$	$\beta$
СТС с котельными установками низкого давления малой мощности	уголь	0,331	0,261	0,738	0,365	0,461	0,537
	мазут	0,946	0,526	0,331	0,785	0,744	0,121

Приведенные в таблицах 1-3 двухфакторные производственные функции позволяют решать вопросы взаимозамещаемости ресурсов (капитальных затраты  $K$  или  $pK$ , материальных годовых расходы  $C_M$ ), определять их оптимальное распределение, а также оценивать взаимное влияние связей, существующих между отдельными составляющими затрат.

Полученные данные будут использованы для разработки методики оценки технико-экономической эффективности капитальных вложений при строительстве и реконструкции систем теплоснабжения (СТС), включающих автоматизированные котельные с котлами ВТКС и тепловые сети. Разработка данной методики становится итоговым этапом выполнения НИР «Энергоэффективность».

### **Список литературы:**

1. Смирнов А.В., Бондарев А.В. Перспективы и опыт создания систем комплексной автоматизации топочных процессов твердотопливных котлоагрегатов с топками кипящего слоя при реконструкции и строительстве котельных // Военный инженер, №2.-СПб.: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2016г. –56 с. 17 –21 с.

2. Смирнов А.В., Бондарев А.В., Кныш С.А., Карпов М.А., Проскуряков Д.А. Результаты режимной наладки и теплобалансовых испытаний котлоагрегата малой мощности КВП-1,74-ВТКС для сжигания низкосортных углей в высокотемпературном кипящем слое. // СПб: «Инженерные системы» – 2008. – № (37).

3. Морозов Б.И. Использование экономико-математических методов для оценки характеристик отопительно-производственных котельных // Военная наука и образование – городу: Тез. докл. 1 Городск. научн.-практич. конф. 20 - 22 мая 1997 г. – СПб., 1997. Ч.1. – С. 186.

4. Морозов Б.И., Кныш С.А., Рода И.С., Проскуряков Д.А., Бондарев А.В. Технико-экономические аспекты .... // Депонирование в ЦВНИ МО РФ. – 2008. – С.49. инв. № А29600

## **Военная педагогика**

УДК 355.232.6: 378.147.227

*Чиркова Е.И.*

*Chirkova E.I.*

### **Функции невербальной коммуникации в педагогическом общении**

#### **Non-verbal communication functions in pedagogical interaction**

#### **Аннотация:**

*Статья посвящена функционированию невербальных средств коммуникации в образовательном процессе при общении преподавателя и обучающегося. В статье дано определение*

термина "педагогическое общение", определена структура такого общения. В статье также описаны основные способы передачи невербальных сообщений и раскрыты значения определенных паралингвистических и экстралингвистических компонентов при взаимодействии преподавателя и курсанта.

**Abstract:**

*The article deals with the functioning of non-verbal means of communication during teaching process. The main idea concerns interaction of a teacher and a cadet. The definition of "pedagogical interaction" is also given in the article. Its structure is touched upon, as well. The main means of transferability of non-verbal messages are described. The meanings of definite paralinguistic and extra linguistic components in interaction of a teacher and a cadet are clarified.*

**Ключевые слова:** невербальная коммуникация, образовательный процесс, педагогическое общение, взаимодействие преподавателя и курсанта.

**Keywords:** non-verbal communication, teaching process, pedagogical interaction, professional engagement and interaction between a teacher and a cadet.

Учиться понимать язык невербального общения важно по нескольким причинам. Во-первых, словами можно передать только фактические знания, но чтобы выразить чувства, одних слов часто бывает недостаточно. Современная педагогика считает обязательным для педагога владеть некоторыми навыками невербального поведения, в частности, навыками актерского мастерства (педагог с деревянным лицом, на котором всегда одно и то же выражение, вряд ли будет пользоваться успехом у курсантов). Хорошо поставленный голос (совсем необязательно громкий, но способный выражать оттенки чувств) привлекает внимание обучающихся и заставляет сосредоточиться на материале занятия.

Умение одеваться (не ярко и богато, а со вкусом и аккуратно, имея свой стиль) столь же важно для личности преподавателя.

Помимо указанных навыков преподавателю важно читать и расшифровывать невербальные сигналы, посылаемые учащимися в процессе общения не только на занятиях, но и при осуществлении коммуникативного акта во внеурочное время.

Педагогическое общение - это многоплановое профессиональное общение педагога в процессе обучения с учащимися, включающее в себя развитие и установление коммуникаций, взаимодействие и взаимопонимание между преподавателями и учащимися. Эффективность педагогического общения зависит от степени удовлетворенности, которую испытывает каждый из участников в условиях реализации актуальных потребностей.

Педагогическое общение - процесс интерактивный. Преподаватель стремится установить коммуникацию с учащимся, учащийся же стремится к взаимодействию и взаимопониманию.

Соответственно, процесс общения, который включает вербальную и невербальную составляющие, должен быть связан не только с речевыми функциями общающихся, но и с наблюдениями и анализом (в первую очередь, со стороны преподавателя) жестового (невербального) поведения коммуникантов.

Структура общения включает:

1. Коммуникативный компонент - обмен информацией между субъектами общения.
2. Интерактивный компонент - общая стратегия взаимодействия: кооперация, сотрудничество и конкуренция.
3. Перцептивный компонент - восприятие, изучение. Понимание, оценка партнёрами по общению друг друга.

Именно перцептивный компонент является решающим при установлении первого контакта преподавателя и курсантов.

Невербальные сообщения способны передавать обширную информацию. Прежде всего, это информация о личности коммуникатора. Можно определить его темперамент, эмоциональное состояние в момент общения, узнать качества и свойства личности, коммуникативную компетентность и др.

Также через невербальные средства мы узнаем об отношении курсантов друг к другу, их близости или отдаленности, типе их отношений (преобладание - подчиненность, расположенность - нерасположенность), а также динамике их межличностных отношений. И, наконец, это информация об отношениях участников коммуникации к самой ситуации: насколько они удобно чувствуют себя в ней, интересно ли им общение или они хотят поскорее выйти из нее.

Эффективность слушания зависит не только от точного понимания слов говорящего, но и в меньшей степени от понимания невербальных сигналов. Общение включает также невербальные сигналы, которые могут подтверждать, а иногда и опровергать устное сообщение. Понимание этих невербальных сигналов - жестов и мимики говорящего - поможет слушающему правильно интерпретировать и слова собеседника, что позволит повысить результативность общения.

Значительная часть человеческих взаимоотношений протекает без помощи слов. Наше тело постоянно отправляет в пространство сообщения посредством движения. В англоязычной литературе иногда используется термин "язык тела" (body language). Невербальная коммуникация на самом деле более широкое явление. Оно включает в себя все способы изъяснения, обходящиеся без словесных знаков, слов.

Невербальная коммуникация в большинстве своем не контролируется сознанием, иногда отсутствует и коммуникативное намерение, или же оно незначительно. "Язык тела" может вступать в противоречие с "речью, состоящей из слов". Исследования показали, что реципиент в таком случае верит скорее невербальному посланию: слова могут обмануть, тело - никогда. Порой, тело выдаст и то, что мы не хотим показывать. Кроме того, каждое движение имеет свой психологический смысл.

Каждая коммуникация происходит посредством знаков, поэтому и о невербальной коммуникации говорят как о сообщении информации с помощью знаков. Знаки эти могут быть различного вида, иногда это признаки, объединенные общим понятием "выразительные движения" (экспрессия).

Но невербальная коммуникация состоит не только из них. К невербальной коммуникации относят и внешний вид, ведь им человек дает понять, как он хочет быть воспринят обществом. Кроме того, образ человека неразрывно связан с одеждой и с внешностью, получающими как самостоятельную интерпретацию, так и участвующими в формировании образа. Именно поэтому манера одеваться - важная составляющая образа преподавателя.

Описать функции языка тела довольно трудно, поскольку невербальное поведение может играть самые разные роли в зависимости от ситуации и интерактивного контекста" [6]. В одних условиях невербальная коммуникация доминирует над вербальной, а в других выполняет вспомогательную и интегрирующую функции.

Для работы с курсантской аудиторией необходимо помнить об одной из основных функций невербальной коммуникации - внешнего проявления эмоции. Сигналы тела сообщают об эмоциональном состоянии человека и делают его более эффективным, чем слова.

Результаты многих исследований доказывают, что невербальные сигналы сообщают об эмоциях более убедительно [см., напр., 5].

Проявление эмоций с помощью невербальной коммуникации может противоречить или заменять то, что выражается с помощью языка. При таких обстоятельствах невербальная коммуникация более убедительна.

Действительно, когда то, что человек выражает с помощью языка (вербальный канал коммуникации), не соответствует тому, что он выражает с помощью тела (невербальный канал коммуникации), его партнер по взаимодействию обращает больше внимания на невербальные сообщения. Это связано с тем, что за языком тела можно непосредственно наблюдать, он находится на поверхности, его сложнее скрыть.

С другой стороны, существуют определенные социальные условия, которые налагают запрет или контролируют проявление эмоций. Особенно это касается военной аудитории. В таких случаях отправители действуют согласно стратегиям, которые задают правила проявления или представления эмоций и тем самым выполняют функцию контроля [2].

Экспрессивная функция невербального поведения подразумевает как выражение межличностных отношений (симпатия, приветливость, дружба), так и обмен информацией участниками процесса коммуникации о самих себе.

Одна из целей выражения межличностных отношений - облегчить знакомство с другими людьми и установить социальные отношения.

Между проявлением эмоций и выражением отношений существуют определенные различия. В то время как выражение отношений всегда направлено на другого человека, проявление эмоций может происходить в отсутствии собеседников.

Невербальные сигналы, которые сообщают о межличностных отношениях, можно специально контролировать, чтобы скрыть или симулировать реальные чувства, которые человек испытывает по отношению к другим. Положительные отношения - такие как симпатия и дружба - проявляют открыто. Однако не всегда. Личные качества курсантов могут нарушить невербальный код. Так, застенчивый человек будет контролировать проявление эмоций (и положительных, и отрицательных). Иногда коммуникативная ситуация такова, что любой человек, независимо от его характера, вынужден скрывать положительные эмоции (например, влюбленный человек не хочет, чтобы его избранник или избранница по какой-либо причине знал(а) о его чувствах. Это же относится и к общению военнослужащих, когда принцип субординации не позволяет подчиненному в присутствии начальника проявить открыто свои эмоции. Порой в этом случае сложно определить истинность эмоций даже при проявлении невербальных знаков. Только очень наблюдательный человек может понять противоречие между словами и движениями. Отрицательные отношения - например, явную неприязнь или враждебность - обычно смягчают и контролируют. Однако и в данном случае только контекст, характер партнеров, отношения между коммуникантами могут внести коррективы в толкование невербального языка. Именно невербальные сигналы, несмотря ни на что в несколько раз сильнее, чем речь, влияют на суждение о превосходстве /подчиненности и дружбе/ враждебности, которые субъекты демонстрируют по отношению к другим [1]. То есть, язык тела оказывается более убедительным, чем слова, из-за своей природной спонтанности и устойчивости к фальсификации.

Еще одна важная функция языка тела - координировать интерактивную последовательность. Она допускает "синхронизацию интервенций участников во время взаимодействия" [10, с 40].

Как правило, речь сопровождают невербальные вокальные (интонация, паузы, вокализация и т.д.) или кинестетические элементы (позы, жесты, мимика, взгляд), которые дают собеседникам важную информацию о взаимодействии и соблюдении последовательности. Такие вокальные и кинестетические элементы играют решающую роль при педагогическом общении. Преподаватель с помощью интонации, тона голоса, громкости регулирует ситуацию во время учебного процесса.

Взгляд и жесты могут сигнализировать о желании высказаться точно так же, как повышение голоса, которое служит для прерывания высказывания другого и сообщения о намерении высказаться. В ходе беседы продолжительная пауза может означать передачу очереди, в то время как короткая пауза может подчеркивать определенный момент в разговоре.

С другой стороны, также кинестетические аспекты, например, движение руками, имеют большое значение для регулирования интерактивной последовательности.

Изменения в ходе беседы происходят параллельно с соответствующими изменениями в движениях тела. Кроме того, наблюдается взаимная координация в движениях людей, определяемая как синхронность. Невербальная коммуникация позволяет отправителю контролировать и получать обратную связь о получении и интерпретации своего сообщения [4]. С другой стороны, получатель так же может с помощью невербальных сигналов передать отправителю обратную информацию.

Ученые выделяют и другие функции невербального языка: функцию контроля [6, с. 61], референтную функцию, синтаксическую функцию невербальных сигналов, под которой мы понимаем координацию интерактивной последовательности [7] и др. Среди функций, в основном связанных с языковым компонентом, большое значение имеет функция контроля, осуществляемая преподавателем, которая позволяет достигать определенной цели посредством коммуникации, направленной на контроль поведения курсанта.

Важно, что невербальные сигналы сообщают информацию об отношениях, которые существуют между собеседниками, и поддерживают процесс интерпретации и признания достоверности речи. Поэтому язык тела поддерживает метакоммуникативную функцию, которую уже выполняют вербальные элементы беседы.

Соответствие используемых средств невербальной коммуникации целям и содержанию словесной передачи информации является одним из элементов культуры общения. Это соответствие особо важно для педагога, для которого средства как вербальной, так и невербальной коммуникации являются инструментом его профессиональной деятельности.

Невербальное содержание коммуникации преподавателя - это использование им невербальных средств общения в обучении: паралингвистических (темпо-ритмические и мелодико-интонационные особенности речи); экстралингвистических (смех, вздохи); проксемических (пространственные передвижения во время занятий); кинестетических (мимика, жесты, пантомимика). Использование невербального содержания в обучении значительно повышает его эффективность, т.к. ситуативный характер восприятия окружающего мира концентрирует внимание, в первую очередь, на мимике, жестах, ритме, движениях, при воспроизведении которых в сознании человека происходит соединение всех звеньев цепи.

Выделяют следующие методы и техники (термин НЛП) невербальной коммуникации, которые на наш взгляд, могут быть использованы и как упражнения при обучении иноязычной коммуникации: физиогномика как метод невербальной коммуникации (познание людей и себя на основе анализа и практических наблюдений мимики, лица человека и характерных жестов).

Техники невербальной коммуникации: техники создания раппорта (термин НЛП): установление быстрого контакта и бессознательного доверия.

Общеизвестные виды подстройки (термин НЛП): подстройка по жестам и позе, подстройка по дыханию.

Приемы для изменения состояния человека: повышение интереса, уменьшение агрессивности.

Отстройка - уважительное прерывание ненужного общения.

Калибровка (навык сверхточного наблюдения за реакциями и состоянием людей): умение определять истинные намерения человека.

Ключевые точки для наблюдения за человеком: физические маркеры - реакции, которые нельзя подделать, - вербальная и невербальная составляющие поведения.

При взаимодействии с курсантами преподаватель получает информацию от них не только из слов, но и из взглядов, мимики, жестов и т. д. Эти невербальные сигналы иногда несут в себе больше информации, чем речь. Сам преподаватель порой не осознает значения компонентов невербальной коммуникации, которые всегда являются задействованными в педагогическом процессе. Однако, бесспорно, что курсанты предпочитают преподавателей, чье выражение лица доброжелательно и достаточно эмоционально. Но, при всем этом, выяснилось, что повышенная подвижность мышц лица, как и их неподвижность, сильно затрудняет общение [ 9, с. 102].

Некоторые преподаватели считают, что, входя в аудиторию, необходимо "создать специальное выражение лица" (строгое лицо с нахмуренными бровями и поджатыми губами), чтобы воздействовать на курсантов. Принцип "для отдельного курсанта отдельное лицо" также помогает нормализовать поведение и успеваемость курсантов, и делает более легким управление группой. Но стоит помнить, что преподаватель, будучи профессионалом, должен владеть своим поведением в совершенстве.

Один из видов невербальной коммуникации - прикосновение. Не стоит им злоупотреблять (особенно в иностранной аудитории, где прикосновение, подчас, является табу), хотя в отдельных случаях прикосновения могут показать свое отношение к курсанту, привлечь внимание к себе, установить некий контакт. Также с его помощью можно показать курсанту, что преподавателю понравился его ответ.

Немаловажен в невербальной коммуникации преподавателя и взгляд. С его помощью можно также показать свое отношение к курсанту, к тому, как он себя ведет, и т. д. Степень воздействия взгляда на курсанта определяется дистанцией общения. Если взгляд идет издали и сверху вниз, преподаватель может охватить взглядом одновременно всех учащихся, но не может взглянуть в лицо каждого из них. Сила воздействия взгляда увеличивается пропорционально близости курсанта к преподавателю. Одним из самых эффективных является пристальный взгляд, но он может быть и неприятен. Если таким взглядом сопровождается замечание преподавателя, это, скорее всего, помешает установлению контакта.

Есть некий оптимальный ритм зрительного контакта с курсантами на занятии, в то время, когда зрительный контакт "один на один" чередуется с осматриванием всей группы. Переключение взгляда также важно тогда, когда преподаватель слушает ответ. Смотря на отвечающего, преподаватель дает ему понять, что он слушает ответ. Когда же преподаватель смотрит на группу, он пытается привлечь остальных курсантов к отвечающему. Если взгляд преподавателя на отвечающего

внимателен и доброжелателен, это помогает получить обратную связь. Необходимо знать, что взгляд, длящийся более 10 секунд, вызывает у собеседника чувство дискомфорта.

Важную роль при обучении играет и дистанция. Вопрос о том, как правильно разместить курсантов в пространстве, актуален в наше время, ибо с этим фактором связана обратная связь, которая возникает между воспринимающим и говорящим. Ученые полагают, что дистанция общения между курсантами напрямую зависит от их отношений. Поэтому преподаватель должен непременно знать о связи общения курсантов и их расположения в группе. Любой преподаватель, без сомнения, использует дистанционные факторы коммуникации, выбирая наиболее подходящую дистанцию между говорящим и слушателем на интуитивном уровне. Как можно заметить на практике, наиболее удачная зона во время занятия - первые два ряда. Расположенные в этих рядах столы постоянно входят в личную зону. Остальные, задние парты располагаются в публичной зоне [8, с., 35].

Не стоит недооценивать роль жестов в деятельности преподавателя. С первых минут занятия они создают некий настрой в аудитории. Жесты так же могут помочь активизировать различные типы восприятия. Например, памяти или мышления.

И последнее - тон речи. При коммуникации взрослых людей до 2/5 информации подается через интонацию. А при общении преподавателя особенно с курсантами первокурсниками данное число возрастает. "Эмоциональный слух" обучающегося реагирует на монотонность речи преподавателя или на необоснованный повышенный тон, при этом усвоение информации намного хуже. Речь педагога должна быть эмоционально окрашенной, но при этом не выходить за рамки крайних состояний.

На необходимость владения своим голосом еще указывал А.С. Макаренко: "Педагогом можешь стать лишь тогда, когда научишься двадцатью шестью способами говорить "подойди сюда".

Необходимым средством в педагогическом общении является динамика голоса. Например, повышение и усиление голоса в начале фразы способствуют удерживанию инициативы в общении, изменение интонационной палитры воздействия помогает предотвратить снижение внимания.

Общаясь с курсантами, преподаватель может не только говорить, но и выразительно молчать. Часто долгое молчание педагога может стать дисциплинарным средством для группы. Как невербальный сигнал молчание может означать:

- желание привлечь внимание;
- согласие или несогласие совершать действие;
- отсутствие взаимопонимания;
- придание значимости последующему высказыванию.

Мимика, жестикуляция, пантомимика усиливают впечатление от речи педагога, экономят время занятия, добавляют смысловые оттенки, позволяют выделить главное.

Коммуникация человека - очень сложный социопсихический процесс. Обучать преподавателя чтению невербальных сигналов, научить его постигать скрытые смыслы поведения обучающихся -

необходимая составляющая педагогического образовательного учреждения. К сожалению, такой образовательной дисциплины как "невербальное поведение в педагогическом общении" в военных вузах нет. Основы невербального поведения являются частью курса военной психологии. Но постигать всю сложность коммуникативных процессов, влияющих на образовательную парадигму, неотъемлемая задача профессионала-педагога, поскольку, по словам Й. Келтнера, "когда я говорю с тобой, я разговариваю с представлением о тебе. Мое представление о тебе содержит и твое представление о себе, каким я его себе представляю. Для того чтобы нам эффективно вести коммуникацию, я должен научиться видеть тебя твоими собственными глазами. Только тогда я буду общаться на самом деле с тобой, а не со своим представлением о тебе"[3, с. 45]. И в этом поможет тщательное изучение каналов невербальной коммуникации: внешнему виду, одежде, прикосновениям, движениям головы, физической близости, временной характеристике поведения, запаху тела, положениям тела, движениям всего тела, мимике, жестам и зрительному контакту.

### **Список литературы:**

1. Dane A., Robin Akert M., Words and everything else: Verbal and nonverbal cues in social interpretation. - Journal of Personality and Social Psychology, Vol 35(6), Jun 1977, 443-449.<http://dx.doi.org/10.1037/0022-3514.35.6.443> (дата обращения: 8.04.2017).
2. Ekman, P.; Friesen, W. V.; Lutzker, D. R., Psychological Reactions to Infantry Basic Training. Medicine, U. o. C. S. o., Ed. <http://www.paulekman.com/wp-content/uploads/2013/07/Psychological-Reactions-To-Infantry-Basic-raining.pdf> (дата обращения: 8.04.2017).
3. Keltner J., Interpersonal Speech Communicatio. Belmont. Ca: Wadsworth, 1970. - 113 p.
4. Kendon, A. Sign Languages of Aboriginal Australia: Cultural, Semiotic and Communicative Perspectives. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. Pp. xviii+ 542.
5. Mehrabian Albert. Nonverbal Communication. - Chicago, IL: Aldine-Atherton, 1972 - 231 p.
6. Ricci Bitti P.E., Caterina R. Comportamento non verbale e comunicazione. Ricerche di Psicologia, vol. 18, n. 1, 1994,.P.P. 51-74.
7. Scherer Klaus Rainer, Howard Giles. Social Markers in Speech. - Cambridge University Press, 1979. - 412 p.
8. Бим И.Л. Теория и практика обучения немецкому языку в средней школе: Учебное пособие / И.Л. Бим. - М.: Просвещение, 1986 - М.: Просвещение, 1988. - 356 с.
9. Казарцева О.М. Культура речевого общения: Теория и практика обучения: Учебное пособие - 2-е изд.-М.: Флинта: Наука-1999 г. - 496 с.
10. Коццолино М. Невербальная коммуникация. Теории, функции, язык и знак. - Харьков: Гуманитарный центр, 2009. - 248 с.

**Создание образовательной техносферы для обучению языку в военном ВУЗе**  
**The creation of educational technosphere for teaching language in a military institute**

***Аннотация.***

*В статье представлен инновационный взгляд на создание техносферы в военном образовательном учреждении. Рассматривается возможность создания специальной среды для обучения русскому языку, русскому языку как иностранному, иностранному языку и языку программирования, так как технологии обучения могут быть метапредметными. Подробно показаны возможности, предоставляемые техносферой как курсанту, так и преподавателю.*

***Abstract.***

*The article presents an innovative view on the creation of the technosphere in a military educational institution. The possibility of creating a special environment for teaching Russian, Russian as a foreign language, a foreign language and a programming language is considered, since the learning technologies can be meta-subjective. Details are shown of the opportunities provided by the technosphere to both the cadet and the teacher.*

***Ключевые слова:*** *техносфера, опора, инновационное мышление, естественный язык, искусственный язык, язык программирования, эвристика.*

***Keywords:*** *technosphere, cue, innovative thinking, natural language, artificial language, programming language, heuristics.*

В последние годы все большее внимание уделяется построению такой образовательной системы, которая позволяла бы обеспечить обучающемуся развитие всех его природных задатков и создавала бы условия для его самореализации в социальной среде. В связи с этим возникает проблема создания таких условий в системе военного образования и в военных образовательных учреждениях, которые позволили бы преподавателям использовать инновационные технологии обучения и развития. Этому может способствовать создание образовательной техносферы.

В настоящее время отсутствует четкое определение понятия «техносфера», чаще всего отмечается, что сущность техносферы необходимо рассматривать с точки зрения цели ее формирования [1]. В этом аспекте под техносферой чаще всего понимается одна из четырех составляющих «ноосферы». Она представляет собой совокупность объектов и процессов, созданных людьми для удовлетворения своих потребностей. Понятие «техносфера» принято трактовать в

*широком и узком смысле* слова. В узком смысле техносферу рассматривают как всю совокупность технических средств человеческой жизнедеятельности (Л.М. Гутнер, И.Ф. Игнатьева). В широком – к техносфере относят всю технизированную биосферу, которая включает в себя и область жизни, и совокупность технической реальности, и человечество (Р.К. Баландин, В.А. Щуров) [2].

Создавая и преобразовывая техносферу, и педагог, и курсант стремятся получить максимальную отдачу от процесса обучения. У курсанта происходит формирование мотивации и расширение возможностей для развития личности, ее творческого, интеллектуального потенциала; возможность получения практико-ориентированных военных и специальных знаний. Осуществляется формирование умений быстро адаптироваться к новым технологиям; развитие познавательных и профессиональных интересов, активизация творческого мышления; формирование определенного опыта творческой деятельности; выработка устойчивых навыков самостоятельной творческой работы, стремления к поиску самостоятельных решений. Формируются качества современного военнослужащего: способности к принятию нестандартных решений в экстремальной обстановке, изобретательности, умения работать в команде, инновационной активности, вовлеченности в общественную жизнь, нацеленности на высокие достижения в служебной сфере.

С другой стороны, преподаватель получает расширение возможностей профессионального роста и самообразования; возможность творческого и профессионального общения в рамках единой образовательной среды; расширение возможностей для постоянного творческого, культурного развития; освоение новых информационных, коммуникативных, инновационных и других технологий.

В современном образовательном пространстве принято рассматривать техносферу исключительно как инновацию для развития инженерного и математического мышления обучающихся, то есть предполагается, что образовательная техносфера должна быть нацелена на предметы технического и естественно-научного цикла. Однако в современном мире, когда общество становится из постиндустриального информационным, уже не может быть такой четкой границы между предметными областями.

Современные педагоги отмечают необходимость развивать инновационное КАК-мышление (критическое алгоритмическое, компьютерное), которое позволило бы обучающемуся максимально возможно раскрыть свой потенциал [3].

Необходимость развития мышления у обучающихся отмечал и известный психолог Р.С. Немов [4, с. 143], указывая на то, что характерной особенностью подросткового и юношеского возраста является готовность и способность ко многим различным видам обучения, причем как в практическом, так и в теоретическом плане. Создание образовательной техносферы в военном образовательном учреждении не только благоприятно воздействует на слушателей и курсантов, но и помогает компетентностному, творческому и личностному росту педагогов.

Таким образом, техносферное развитие общественной жизни является нормой сегодняшнего дня. Эффективность развития техносферы военного образовательного учреждения зависит не только от качества и дидактических возможностей соответствующих аппаратных и программных средств, но и от компетентности педагога, его готовности к практическому применению новых технологий в педагогическом процессе, от потребностей социума и возможностей социальных партнеров.

Особенности создания техносферы для обучения языку в военном образовательном учреждении связаны с тем, что по объективным причинам минимизировано использование ресурсов сети Интернет онлайн, которые доступны в основном преподавателю.

Техносфера не равна информационно-коммуникативному обеспечению образовательного процесса компьютерной и демонстрационной цифровой техникой. Более правильным будет рассмотрение техносферы военного образовательного учреждения как совокупности содержания образования (контента), нормативов, ресурсов и технологий, а также коммуникаций и общественных отношений.

Образовательная техносфера обычно представляет собой площадку, на которой находятся логически и логистически связанные объекты и сервисы. Ядро – интерактивный научный комплекс, экспонаты которого позволяют в игровой, увлекательной форме познать основы языковых конструкций, пополнить лексический запас и т.д. Интерактивный научный комплекс состоит из «постоянных» и «переменных» блоков (экспозиций). «Постоянные» блоки предназначены для фундаментальных знаний и могут не меняться в течение длительного времени, «переменные» блоки демонстрируют определенные темы и меняются периодически.

Еще одна особенность техносферы состоит в том, что, в отличие от материальных ресурсов, запас которых при их использовании уменьшается, информационные ресурсы от использования только увеличиваются. И техносфера наполнена в большей степени именно информационными ресурсами.

Подробнее опишем создание образовательной техносферы для обучения языку. Хорошо известно, что «вначале было слово», то есть без овладения языком человек не сможет дальше развиваться ни в одной области знаний, умений или навыков. В современном образовательном пространстве язык изучают в трех направлениях: русский (родной) язык; иностранный язык (русский как иностранный) - естественный язык (живой или мертвый) или искусственный язык; язык программирования.

Именно совокупность всех трех направлений позволяет говорить о метапредметном подходе формирования качеств личности в соответствии с требованиями техносферы, которые выражены в умении логически и образно мыслить, преобразовывать мыслительные образы в слова, модели, схемы, графы; владении приемами наглядного моделирования и проектирования и т.д.

На первый взгляд находится мало общего между изучением языка программирования, английского языка или языка глухих, на самом деле методики и технологии обучения очень схожи и могут быть взаимодополняемыми.

Основой обучения, как всегда, служит опора. Именно опоры (как объективные, то есть данные педагогом, так и субъективные, то есть созданные самими курсантами) являются той лесенкой, по которой обучающийся может взобраться наверх к знаниям, а затем и свободно ориентироваться в техносфере, преобразая и подстраивая ее под свои потребности. Если же мотивация к обучению полностью отсутствует, то техносфера практически раздавливает такого обучающегося огромным количеством информации, которую он не в силах усвоить. Именно опоры так необходимы для обучения языку в техническом военном образовательном учреждении, чтобы компенсировать соотношение небольшого количества часов и большого объема изучаемой информации.

Остановимся подробнее на тех инструментах обучения, которые могут присутствовать в техносфере обучения языку.

Во-первых, все ресурсы стоит поделить на доступные постоянно и доступные только с использованием сети Интернет. И те, и другие могут быть как привлеченными извне образовательной техносферы данного учреждения, так и собственно созданными именно для нее.

Важнейшее организующее положение всего военно-педагогического процесса занимает принцип наглядности [5, с. 164]. Он стал оформляться одним из первых в истории педагогики. Было замечено, что эффективность обучения зависит от степени привлечения к восприятию органов чувств человека. Чем более разнообразны чувственные восприятия учебного материала, тем прочнее он усваивается.

Принцип наглядности становится в военной образовательной техносфере принципом интерактивной наглядности, то есть активного взаимодействия с курсантом [6, с. 70]. Интерактивность тесно связана с коммуникативностью – умением и желанием общаться как лицом к лицу с собеседником, так и с помощью информационно-коммуникационных технологий [там же, с. 38]. А ведь именно коммуникативной методике изучения иностранного языка посвятил свои методологические исследования Е.И. Пассов, доказывая, что без общения и взаимодействия не может быть плодотворного обучения.

Остановимся на средствах реализации этой интерактивности более подробно.

Видеоконференция (вебинар) – эта виртуальная конференция, позволяющая обеспечить виртуальное присутствие и взаимодействие участников, независимо от реально разделяющего их расстояния. Проблема заключается только в наличии доступа к сети Интернет. Видеоконференция может быть как онлайн, так и оффлайн ресурсом, когда просматривается запись. Обычно для этого в военном образовательном учреждении приспособлены конференц-залы при библиотеках. В качестве образца видеоконференции в сочетании с интерактивной средой при обучении русскому языку может рассматриваться сайт Тотального диктанта.

Следующий образец – тематические сайты. Во-первых, это может быть платформа для дистанционного обучения типа Moodle, где располагаются различные материалы, подготовленные преподавателем. Обучающиеся могут взаимодействовать с педагогом через форум и личные сообщения, а со средой - через выполнение заданий (в тестовой или иной форме). Эта платформа может располагаться внутри локальной сети, то есть без доступа к сети Интернет. Во-вторых, это специальные обучающие среды, чаще всего игровые. Например, для обучения языку программирования используется сайт [codecombat.ru](http://codecombat.ru) или [code.org](http://code.org). Эти ресурсы позволяют преподавателю скачать необходимые для обучения материалы и использовать их же без подключения к сети Интернет. Часто такие среды есть и на сайтах иностранных издательств (например, [Scholastic.com](http://Scholastic.com)), что позволяет лучше изучить аутентичную литературу. Этими сайтами курсанты могут пользоваться вне стен военного образовательного учреждения, например, во время отпуска. В-третьих, это сайты, позволяющие создавать электронные образовательные ресурсы и интерактивные опоры или проходить тестирование. Примером сайта для создания универсального образовательного ресурса служит [learningapps.org](http://learningapps.org). На нем, несмотря на наличие шаблонов, обучающийся и педагог в равной степени могут проявить свой творческий потенциал. Для прохождения тестирования по этим образовательным ресурсам не требуется подключение к сети Интернет. Кроме того, существуют и модули, позволяющие создавать образовательные ресурсы в режиме оффлайн (например, Hot Potatoes).

Большинство зарубежных учебников по изучению иностранного языка имеют интерактивную среду обучения и контроля знаний, что представляет собой объективные опоры, которые хоть и полезны, но имеют один очень серьезный недостаток – преподаватель не может переделать их под индивидуальные потребности обучающегося. Именно поэтому современные педагоги самостоятельно с помощью специальных конструкторов создают собственные интерактивные обучающие среды. При этом такие среды могут использоваться оффлайн, без Интернета, что позволяет применять их для обучения курсантов.

Одна из игровых методик, которую применяют при обучении разным предметам людей разного возраста, называется квест. Он может иметь разнообразные виды и формы, но самая главная цель – повысить мотивацию и интерес к изучению какой-либо темы. Квест проходит в виде постепенно появляющихся заданий, ответ на которые дает ключ к следующему или к итоговому заданию.

Так как грамматика любого языка представляет собой четкий набор алгоритмов, то и опоры, применяемые при их изучении, очень похожи. Например, цветовая опора для классификации грамматических объектов используется как в визуальной среде программирования Scratch, так и в методике обучения чтению на русском языке Николая Зайцева. Применение цвета при обучении иностранному языку описала Е.И. Чиркова в статье об азбуке НЛП-графики, указав на то, что первая буква этой азбуки – цвет, потому что именно цветовыделение помогает обратить внимание на

нужное место. «Простейший прием - использование яркого цветового пятна - может заставить обучающихся уделить новому слову [...] особое внимание, делает его более значимым, отличным от других» [7].

Ментальные карты или карты памяти - очень известная опора, которая изначально создавалась на бумаге, сейчас все больше создается именно с помощью ИКТ. Они позволяют сгруппировать знания по ключевым словам и ассоциациям в единый граф. Эта опора подходит для любого предмета и любой темы, она не требует наличия доступа к сети Интернет. Можно записывать и лексику, и грамматику. Один из сайтов, позволяющих делать такие карты, – [mindomo.com](http://mindomo.com). Им могут воспользоваться преподаватели, чтобы показать, как должна выглядеть карта.

Рассказывая о технологии веб 2.0, нельзя не упомянуть о сервисах по созданию виртуальных миров. Например, среду Second Life используют для обучения в Гарвардском университете [8]. Для обучения языку полезно общение на нем, а для программирования будет интересно подробнее рассмотреть код. Подобной средой является и Майнкрафт, которая в игровой форме помогает обучению программированию, иностранному языку и коммуникации, развивает творческое и конструкторское воображение, что может быть очень полезным для курсантов технических специальностей.

Создание военной образовательной техносферы помогает сохранить принцип связи обучения с жизнью, так как профессиональная и социальная сферы военнослужащего опосредованы процессами информатизации. «Причем доминирующими видами интеллектуальной деятельности человека становятся сбор, хранение, накопление, архивирование, продуцирование и т.д. информации при помощи высокоразвитых программных и программно-аппаратных средств. В этой связи обладание умениями и навыками профессионального иноязычного информационного взаимодействия приобретает крайне важное значение» [9, с. 145]. В военной педагогике отмечается, что профессиональная деятельность военнослужащего намного сложнее и разнообразнее того набора алгоритмов, который может дать педагог, и поэтому обучающийся должен научиться самостоятельно проходить весь процесс выработки решения профессиональной задачи.

Создание образовательной техносферы позволяет максимально индивидуализировать обучение, так как взаимодействие происходит с наиболее благоприятной скоростью.

### **Список литературы:**

1. Попкова Н.В. Методология философского анализа техносферы // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2005. – Т.11. – № 3. – С. 819–820.
2. Моторина И.Е. Позитивные и негативные аспекты становления иносферы. // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики Тамбов: Грамота, 2011. № 8 (14): в 4-х ч. Ч. VI. С. 134-137.

3. Зорина Е.М. Развитие инновационного мышления у участников образовательного процесса. // Информатика и образование. 2017. № 3 (282). С. 51-54
4. Немов Р.С. Психология. В 3-х кн. Кн. 2.: Психология образования: учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений.–М.: Гуманитар. изд. Центр ВЛАДОС, 2007.–606с.
5. Военная педагогика: Учебник для вузов. / Под ред. О.Ю. Ефремова — СПб.: Питер, 2008. — 640с
6. Иванова Е.О., Осмоловская И.М. Теория обучения в информационном обществе. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 2014. - 190с.
7. Чиркова Е.И. Азбука НЛП-графики. // Евразийский союз ученых. 2014. № 7-6 (7). С. 35-37.
8. Титова С.В., Филатова А.В. Технологии Веб 2.0 в преподавании иностранных языков. – М.: ЗАО «Издательство ИКАР», 2014. - 100с.
9. Есенина Н.Е. Теория и практика использования средств информационных и коммуникационных технологий в обучении иностранному языку в техническом вузе: Монография. – М.: Издательство «Спутник+», 2012. - 288с.

## Проектирование, строительство и реконструкция объектов военного назначения

УДК 725.18

*Климанов С. Г., Лазько Е.А.*

*Klimanov S. G., Lazko E. A.*

### **Модульные комплексы в обустройстве войск в условиях Крайнего севера**

#### **Modular systems in troop accommodation in the far north**

##### ***Аннотация:***

*Актуальность темы вызвана государственными задачами по защите и освоению Северных рубежей нашей Родины. Для обустройства войск на Арктическом побережье разработан архитектурный эскизный проект военного городка, выполненный из сборно-разборных и мобильных конструкций. Применение мобильных комплексов и зданий в условиях Севера позволяет в короткие сроки и быстро обустроить войска в труднодоступных районах Севера и создать комфортные условия для их жизнедеятельности и обеспечить надлежащую боеготовность.*

##### ***Abstract:***

*Timeliness of the topic is caused by the national defense tasks and the objective of the development of the Northern borders of our motherland. For the troop accommodation program on the Arctic coast the schematic design of a military garrison was carried out which is meant to be made of prefabricated mobile structures. The use of Arctic mobile complexes and buildings allows to accommodate troops in hard-to-reach areas and create comfortable living and battle readiness conditions within a short time.*

**Ключевые слова:** Север, быстровозводимые мобильные здания, сооружения, комплексы, экстремальные условия строительства.

**Key words:** North (Arctic), quickly erectable mobile buildings (constructions), complexes, extreme building conditions.

В настоящее время уделяется большое внимание освоению и защите Северных территорий России, которые богаты различными полезными ископаемыми. В связи с этим на острове Котельный архипелага Анжу начинается воссоздание аэродрома «Темп» (рис. 1.) и подготовка к возведению других объектов военного назначения, с учетом увеличения военной активности в Арктике, которую проявляют правительства США и других зарубежных стран.

Географическое положение архипелага Анжу является стратегически важным для обеспечения безопасности России на северном направлении. Он расположен восточнее полуострова Таймыр, разделяя море Лаптевых и Восточно-Сибирское море. Архипелаг «прикрывает» собой восточную часть Северного морского пути и позволяет действующей с него авиации контролировать обширную прилегающую зону, расположенную восточнее Таймыра и западнее Чукотки. На архипелаге в ближайшее время будут размещены пункты береговой и противовоздушной обороны, технической разведки, материального обеспечения, метеорологических исследований, экстренного спасения, обеспечения судоходства, а так же контингент охраны объектов. Кроме архипелага Анжу, подобные военные базы будут в ближайшее время созданы в районе Земли Франца-Иосифа и Новой Земли.

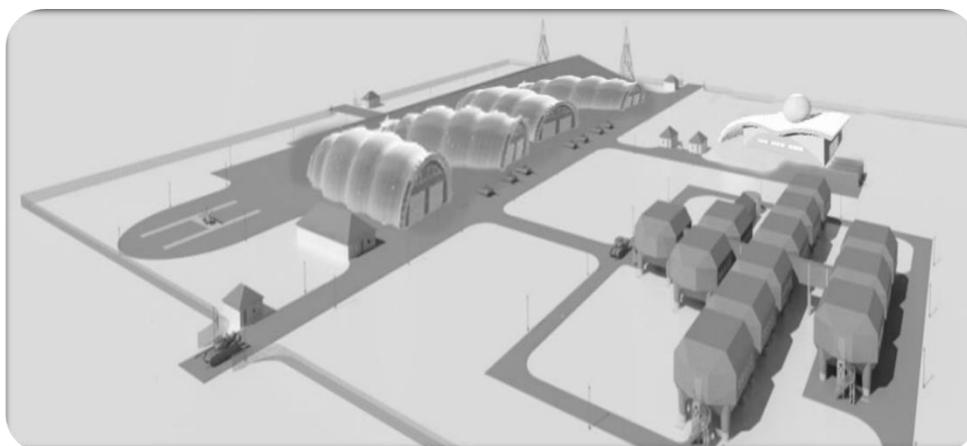
Стоит отметить, что указанные районы являются необычайно сложными для строительства. Основными проблемами являются низкие температуры, снеговые заносы, труднопроходимость местности, сложность доставки материалов, сжатые сроки строительства. Кроме того, в современных



Рис. 1. Состояние аэродрома «Темп» до начала работ

условиях необходимо создать все необходимые параметры для обеспечения высокого морально-психологического состояния военнослужащих за счет создания комфортных бытовых условий и условий несения службы.

Понимая государственную значимость поставленной задачи для размещения личного состава в условиях Крайнего Севера, нами разработан «Эскизный проект военного городка в условиях



Арктики с разработкой технического и административного здания с узлом связи» (рис.2).

Рис. 2

Территория военного городка поделена на функциональные зоны:

- жилая (предназначена для размещения военнослужащих в блок-модульных комплексах);
- административно-служебная (предназначенная для размещения административных и служебных зданий и комплексов);
- техническая (предназначенная для размещения технических зданий для хранения и ремонта техники и вооружения).

С использованием блок-модульной системы октагоновой формы разработаны комплексные городки для размещения личного состава численностью 100, 200 и 300 человек (рис. 3, 4, 5).

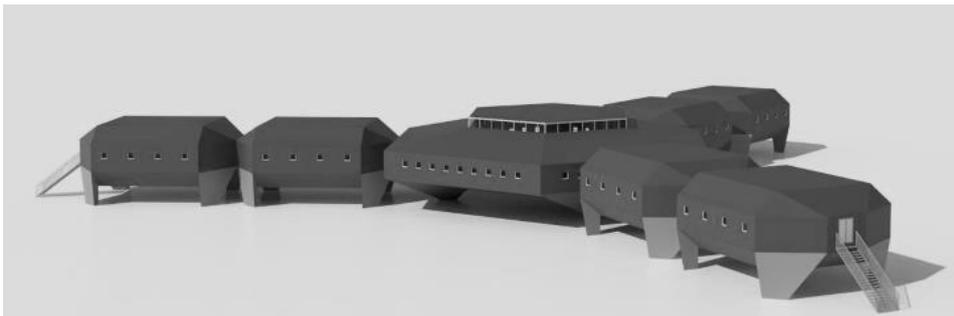


Рис. 3. Жилой комплекс на 100 человек.

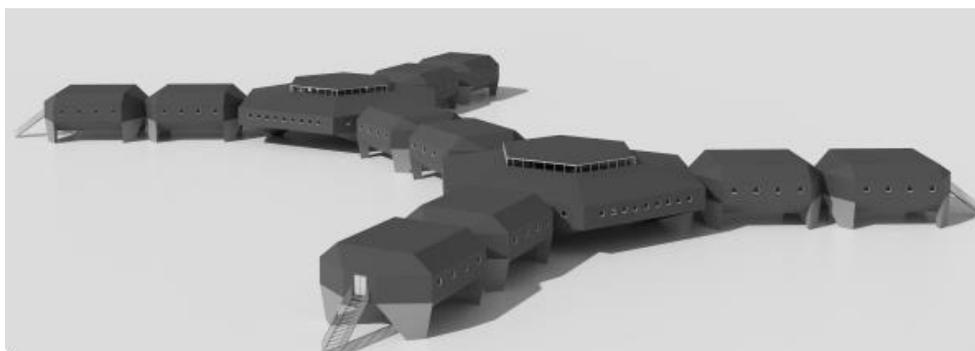


Рис. 4. Жилой комплекс на 200 человек

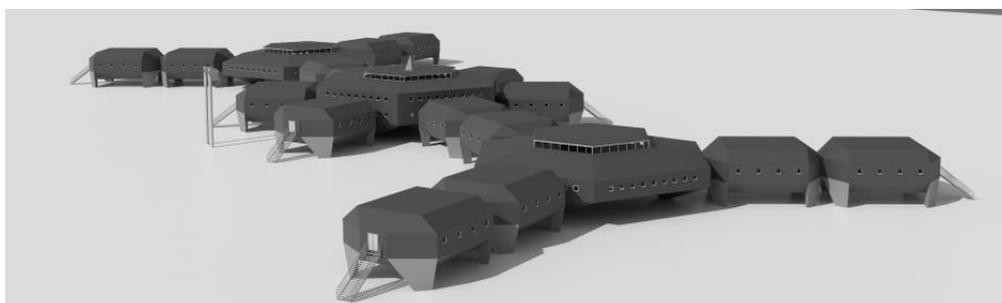


Рис. 5. Жилой комплекс на 300 человек

Для размещения личного состава разработан проект модульного блока октагоновой формы на вариантной основе, что является новаторским решением (рис.6).

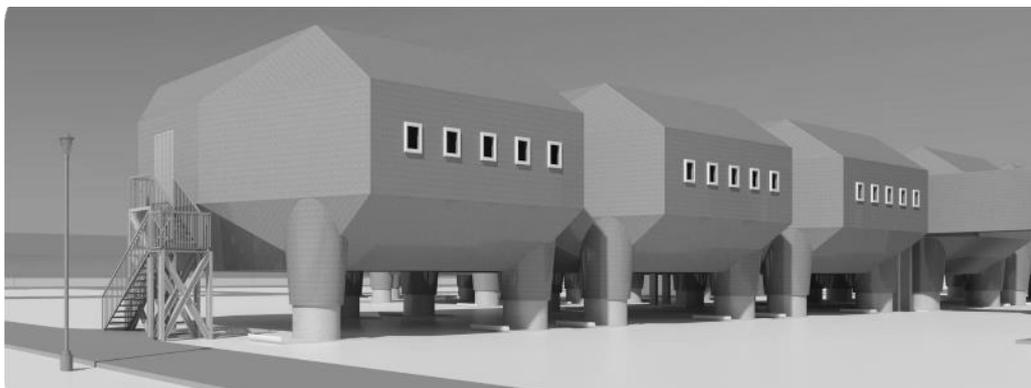


Рис.6 Блок-модуль октагоновой формы

Архитектурно-планировочная организация жилого комплекса состоит из непосредственно жилого блока октагоновой формы, в котором размещается 24 или 48 человек (рис.7), блока административного назначения и обслуживания.

а

б

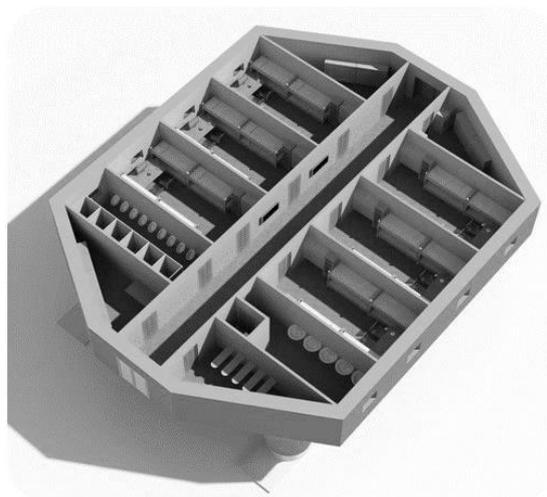


Рис.7 Жилой блок: а) на 24 человека б) на 48 человек

В жилом блоке на 24 человека личный состав размещается в уютных комнатах по 4 человека. Каждая комната укомплектована одноярусными кроватями, шкафом для личных вещей, личными тумбочками, мультимедийным центром, столом для письма, а также душевой кабиной, санузлом и умывальником. В блоке имеется комната бытового обслуживания, комната для хранения оружия, кладовая личных вещей, раздевалка для верхней одежды.

Жилой блок на 48 человек принципиально отличается от блока на 24 человека размещением кроватей личного состава в два яруса и вынесением душевых кабин, санузлов, умывальников в общие помещения для всего личного состава блока.

Внутренняя отделка интерьера создает спокойную среду обитания в условиях крайнего Севера, что положительно отражается на психологическом состоянии людей.

Объемные блоки устанавливаются на телескопических опорах, что позволяет устанавливать их на разновысотном основании.

Блоки могут транспортироваться на специальных лыжах или на гусеничной платформе. Несущая конструкция блоков - металлический каркас. Ограждающая конструкция – сэндвич панели, состоящие из внешнего покрытия композитным материалом, утеплителя, пароизоляционного материала, отделочной основы.

Для организации службы войск, хранения и ремонта техники и вооружения предлагается использовать новые архитектурно-планировочные решения служебных и технических зданий, разработанные нами в процессе выполнения научной работы.

Основной задачей при разработке проекта здания являлось повышение многофункциональности и энергоэффективности служебного здания при использовании купольных сооружений для применения в условиях постоянных низких температур окружающей среды, путем создания капитальных энергоэффективных конструкций с дополнительными вспомогательными помещениями (рис.8).

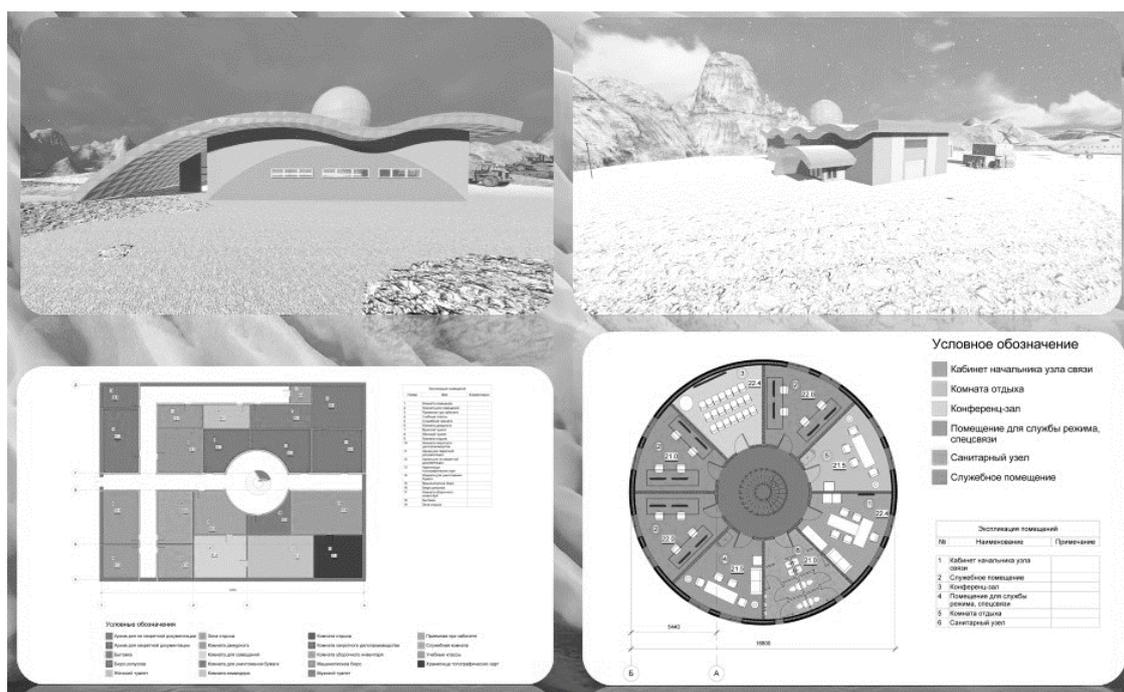


Рис.8 Административное здание с узлом связи.

Технический результат предложенного решения состоит в повышении эксплуатационной эффективности сооружения, заключающейся в увеличении внутреннего объема помещений под сферическим куполом сооружения, для размещения служебных помещений и технического

оборудования, а также в повышении функциональности сооружения для эксплуатации в условиях Арктики (Крайнего Севера) по минимизации тепловых потерь, снижении ветровых нагрузок на сооружение и уменьшения снеговых заносов.

Для хранения, ремонта и эксплуатации техники и вооружения разработан проект технического здания (рис. 9).

Архитектурно-планировочное решение здания позволяет сократить трудоемкость и материальные затраты на строительство, повысить энергоэффективности здания, что в свою очередь снижает затраты на его эксплуатацию в условиях Крайнего Севера.

Конструктивное решение технического здания отличается несложной сборностью и многократным использованием, что необходимо для оперативного развертывания на местности исходя из поставленных задач. Здание состоит из панельных секций в виде арок. Арки поочередно выполнены соответственно выпуклыми и вогнутыми. Они соединены торцами между собой через гидроизоляционные и теплоизоляционные прокладки. Торцы сооружения закрыты панелями с воротами, дверями и окнами. Выпуклые и вогнутые панельные арки секций сооружения могут быть выполнены соответственно однотипными или разными по кривизне и размерам. При этом торцы соседних секций выполнены одинаковой кривизны и размера для совместного соединения.

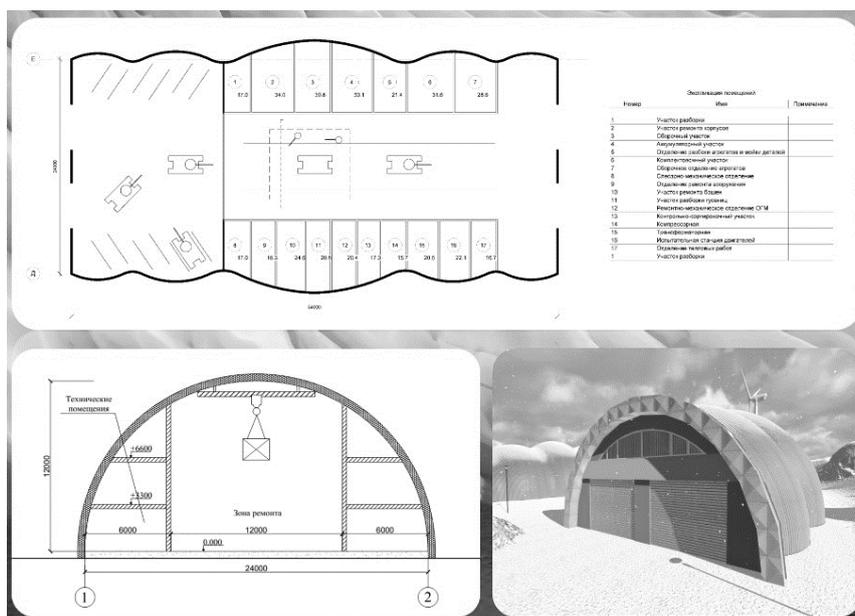


Рис. 9. Архитектурно-планировочное решение технического здания для ремонта и хранения техники.

Инновационными предложениями в нашей работе являются разработки по использованию в качестве фундаментов технических зданий структурных покрытий с применением композитных материалов (рис.10).

Применение структурных конструкций в качестве основания позволяет сократить сроки строительства, снизить вес здания и стоимость, повысить индустриальность сборки зданий, уменьшить снегоотложение и заносы, отказаться от обычных фундаментов, возведение которых всегда сопровождается технологическими трудностями. Используя вентилируемое пространство, можно отказаться от мероприятий по сохранению грунтов в мерзлом состоянии в теплое время года (рис.11).



Рис. 10. Пространственные конструкции в качестве оснований



Рис. 11. Пространственные конструкции в качестве оснований

В результате разработанных предложений по обустройству войск в условиях Крайнего Севера можно сделать следующие выводы:

1. Использование модульных блоков для размещения личного состава позволяет в короткие сроки обустроить военный городок на ограниченной территории в зависимости от численности воинской части.

2. Предложенные инновационные технологии с использованием обтекаемых архитектурно-планировочных решений зданий дают возможность создать комфортные условия для военнослужащих в суровом климате.

3. Предложенные конструктивные решения по использованию структурной конструкции в качестве основания и применение композитных материалов повышают индустриальность строительно-монтажных работ.

4. Использование современных композитных материалов и структурных конструкций в условиях Севера требует дальнейшего научного исследования.

#### **Список литературы:**

1. Барынь В.М. Проблемы развития военной архитектуры в интересах военных конфликтов / Военная мысль, 1996, № 3 стр. 22 – 28.

2. Израилев Е. М. Мобильная архитектура вчера, сегодня...завтра. – СПб,: Стройиздат, СПб. 1997, - 320 с.

3. Денисова Т. А. Мобильные и быстровозводимые объекты как необходимая составляющая комплексов быстрого реагирования //Промышленное и гражданское строительство, 2011, №8, С.49–50.

4. Карасев Н.Н. Мобильные здания и комплексы на основе открытых конструктивных систем / - М.: Стройиздат, 1987. – 136 с.

## Сведения об авторах

**Волик Андрей Сергеевич**, Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, старший преподаватель кафедры тактики и аварийно-спасательных работ, e-mail: a.s.volik@mail.ru

**Горбань Юрий Иванович**, главный специалист по пожарной робототехнике, председатель совета директоров ООО «Инженерный центр пожарной робототехники «ЭФЭР», e-mail: frgroup@firerobots.ru

**Жуйков Денис Анатольевич**, кандидат технических наук ФГАОУ ДПО «Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов ТЭК», заведующий кафедрой «Пожарная безопасность», e-mail: ipktek@ipktek.ru

**Зорина Елена Михайловна**, государственное бюджетное общеобразовательное учреждение лицей №445, учитель, e-mail: zorinaem@bk.ru

**Климанов Сергей Григорьевич**, кандидат архитектуры доцент, ВИ(ИТ) ВАМТО имени генерала армии А. В. Хрулёва, заведующий кафедрой «Военной архитектуры, автоматизированных систем проектирования и естественнонаучных дисциплин», e-mail: Sergio19531@rambler.ru

**Круглеевский Владимир Николаевич**, доктор технических наук, старший научный сотрудник НИИ кораблестроения и вооружения ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», e-mail: vunc-vmf-3fil@mil.ru

**Лазько Егор Андреевич**, ВИ(ИТ) ВАМТО имени генерала армии А.В. Хрулева, курсант, e-mail: egorlazko92@gmail.com

**Лосев Михаил Александрович** Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России, адъюнкт e-mail: losev181983@mail.ru

**Лыткин Александр Сергеевич**, кандидат технических наук, "Специальное управление ФПС № 18 МЧС России", старший инженер отдела профилактики пожаров ФГКУ, e-mail: lytkin.a.c@gmail.com

**Панасюк Владимир Николаевич**, кандидат технических наук доцент, ВИ(ИТ) ВАМТО имени генерала армии А. В. Хрулёва, доцент кафедры электроснабжения, электрооборудования и автоматики, e-mail: pvn.21@mail.ru

**Руфанов Константин Александрович**, кандидат химических наук, ООО «Лаборатория Инновационных Технологий «Квинтех», директор по науке, e-mail: kruf@mail.ru

**Синельникова Елена Анатольевна**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела 4.5. НИЦ ПСРТ ФГБУ ВНИИПО МЧС России, e-mail: vniipo@mail.ru

**Смолинский Сергей Николаевич**, ВИ(ИТ) ВАМТО имени генерала армии А. В. Хрулёва, начальник института

**Соколенко Олег Александрович**, НИИ кораблестроения и вооружения ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», младший научный сотрудник, e-mail: vunc-vmf-3fil@mil.ru

**Старков Николай Николаевич**, кандидат технических наук, ФГАОУ ДПО «Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов ТЭК», заместитель заведующего кафедрой «Пожарная безопасность», e-mail: ipktek@ipktek.ru

**Танклевский Леонид Тимофеевич**, доктор технических наук профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, заведующий кафедрой пожарной безопасности, председатель совета директоров группы компаний «Гефест», e-mail: office@gefest-spb.ru

**Таранцев Александр Алексеевич**, доктор технических наук профессор, ВИ(ИТ) ВАМТО имени генерала армии А. В. Хрулёва, профессор кафедры пожарной безопасности, e-mail: t\_54@mail.ru

**Фоминич Эдуард Николаевич**, доктор технических наук, профессор, ВИ(ИТ) ВАМТО имени генерала армии А. В. Хрулёва, профессор кафедры электроснабжения, электрооборудования и автоматики, e-mail: efominich@mail.ru

**Цанков Александр Павлович**, НИИ кораблестроения и вооружения ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», младший научный сотрудник, e-mail: vunc-vmf-3fil@mil.ru

**Чиркова Елена Ивановна**, доктор педагогических наук профессор; ВИ(ИТ) ВАМТО им. генерала армии А.В. Хрулева; доцент кафедры иностранных и русского языков, e-mail: chirkoff@rambler.ru;

**Шешина Наталья Ивановна**, СПбГТИ(ТУ), заведующая учебной лабораторией кафедры «ИЗОС», e-mail: rabota1207@list.ru

**Volik Andrey S.**, Far East rescue and fire fighting academy – branch of St. Petersburg university of Fire service Emercom of Russia, senior lecturer of department of tactics and wrecking, e-mail: a.s.volik@mail.ru

**Gorban Yuri I**, Chief officer of fire robots technology, Chairman of the Board of Directors, LLC “Engineering Centre of Fire Robots Technology “FR”, e-mail: frgroup@firerobots.ru.

**Zhuykov Denis A.**, Candidate of technical Sciences, FAEI of Additional Professional Education «Institute of Advanced Training for managers and specialists of the fuel-and-power sector», Head of the Department of Fire Safety, e-mail: ipktek@ipktek.ru

**Zorina Elena M.**, State budgetary educational institution lyceum №445, teacher, e-mail: zorinaem@bk.ru

**Klimanov Sergey G.**, Candidate of Architecture, Associate Professor, MTI of Military academy of logistics named after army General A.V. Khrulev, Head of the Department of Military Architecture, Automated Systems for Design and Science Disciplines, e-mail: Sergio19531@rambler.ru

**Krugleevsky Vladimir N.**, doctor of technical sciences, senior research officer of SRI of shipbuilding and armament of the Russian Navy MESC «The Naval Academy», e-mail: vunc-vmf-3fil@mil.ru

**Lazko Egor A.**, MTI of Military academy of logistics named after army General A.V. Khrulev, military student, e-mail: egorlazko92@gmail.com

**Losev Mikhail A.**, St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, graduate student, e-mail: losev181983@mail.ru.

**Lytkin Alexander S.**, candidate of technical Sciences, senior engineer of the department of fire prevention of state-owned federal state Institution of Special Management of FPS No. 18 of Emercom of Russia e-mail: lytkin.a.c@gmail.com

**Panasjuk Vladimir N.**, candidate of technical Sciences, associate Professor, MTI of Military academy of logistics named after army General A.V. Khrulev, associate Professor of Department of Power Supply, Electric and Automatic Equipment, e-mail: pvn.21@mail.ru

**Rufanov Konstantin A.**, Candidate of Chemical Sciences, "Laboratory of Innovative Technologies "Kvintekh" (Limited Liability Company), Scientific Director, e-mail: kruf@mail.ru)

**Sinelnikova Elena A.**, Candidate of Technical. Sciences, leading research worker of the Department, FGBU VNIPO EMERCOM of Russia, vniipo214@yandex.ru

**Smolinskii Sergey N.**, MTI of Military academy of logistics named after army General A.V. Khrulev, head of Military technical institute

**Sokolenko Oleg A.**, research assistant of the SRI of shipbuilding and armament of the Russian Navy MESC «The Naval Academy», e-mail: vunc-vmf-3fil@mil.ru

**Starkov Nikolay N.**, Candidate of technical Sciences, FAEI of Additional Professional Education «Institute of Advanced Training for managers and specialists of the fuel-and-power sector», Deputy head, Department of Fire Safety, e-mail: ipktek@ipktek.ru

**Tanklevskii Leonid T.**, Doctor of technical science Professor, Head of the chair of Fire safety in Peter I Saint-Petersburg polytechnical university, Chairman of the board of directors of Enterprise group “Gefest”, office@gefest-spb.ru.

**Tarantsev Alexander A.**, doctor of technical sciences, professor, MTI of Military academy of logistics named after army General A.V. Khrulev, professor of the Department of fire safety, e-mail: t\_54@mail.ru.

**Fominich Eduard N.**, doctor of technical Sciences Professor, MTI of Military academy of logistics named after army General A.V. Khrulev, professor of the Department "Power Supply, Electric and Automatic Equipment", e-mail: efominich@mail.ru

**Tsapkov Aleksander P.**, junior researcher the SRI of shipbuilding and armament of the Russian Navy MESC «The Naval Academy», e-mail: vunc-vmf-3fil@mil.ru

**Chirkova Elena I.**, PhD professor, MTI of Military academy of logistics named after army General A.V. Khrulev, associate professor of the Language Department, e-mail: chirkoff@rambler.ru;

**Sheshina Natalia I.**, SPbGTI (TU), manager of educational laboratory Department "IZOS", e-mail: rabota1207@list.ru