



ФГБОУ ВО «ВЛАДИВОСТОКСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



18-20 НОЯБРЯ
2025 Г.

НАУКА БЕЗ ГРАНИЦ: НАУКА В ЦИФРЕ

СБОРНИК ПОДГОТОВЛЕН ПО ИТОГАМ
ПРОВЕДЕНИЯ III МЕЖДУНАРОДНОГО
ФОРУМА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
«НАУКА БЕЗ ГРАНИЦ: НАУКА В ЦИФРЕ»

ВЛАДИВОСТОК 2025 Г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Владивостокский государственный университет»

НАУКА БЕЗ ГРАНИЦ:

наука в цифре

Сборник материалов III международного форума молодых ученых

(г. Владивосток, 18-20 ноября 2025 г.)

Под общей редакцией
канд. пед. наук Г.В. Петрук

Электронное научное издание

Владивосток
Издательство ВВГУ
2025

УДК 378.4
ББК 74.584(255)я431
Н73

Н34 Наука без границ : наука в цифре: сборник материалов III международного форума молодых ученых (г. Владивосток, 18-20 ноября 2025 г.) / под общ. ред. канд. пед. наук Г.В. Петрук ; Владивостокский государственный университет ; Электрон. текст. дан. (1 файл: 15,8 Мб). – Владивосток: Изд-во ООО Хелиос, 2025. – 7 электрон., опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей), 500 МГц; 512 Мб оперативной памяти; видеокарта SVGA, 1280×1024 High Color (32 bit); 5 Мб свободного дискового пространства; операц. система Windows XP и выше; Acrobat Reader, Foxit Reader либо любой другой их аналог.

ISBN 978-5-9736-0782-1

Сборник подготовлен по итогам проведения III международного форума молодых ученых «Наука без границ: наука в цифре», состоявшегося во Владивостокском государственном университете 18-20 ноября 2025 года. Включает в себя доклады российских и зарубежных участников форума, предметом обсуждения которых стали актуальные научные тенденции, новые научные, прикладные и технологические решения в различных областях науки.

Форум проводился в рамках субсидии из федерального бюджета образовательным организациям высшего образования на реализацию мероприятий, направленных на поддержку студенческих научных сообществ

УДК 378.4
ББК 74.584(255)я431

Электронное научное издание

Минимальные системные требования:

Компьютер: Pentium 3 и выше, 500 МГц; 5,6 Мб; 5 Мб на жестком диске; видеокарта SVGA, 1280×1024 High Color (32 bit); привод CD-ROM. Операционная система: Windows XP/7/8.

Программное обеспечение: Internet Explorer 8 и выше или другой браузер; Acrobat Reader, Foxit Reader либо любой другой их аналог.

ISBN 978-5-9736-0782-1

© Под общ. ред. канд. пед. наук Г.В. Петрук, 2025

© ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет», оформление, 2025

В авторской редакции

Компьютерная верстка А. В. Слепков

ООО «Хелиос»

690091, Приморский край, город Владивосток, Алеутская ул., д.88, офис 2

Тел.: +7 (423) 200–88–74

Объем 15,8 Мб. Усл.-печ. л. 133,52

Подписано к использованию 20.11.2025 г.

Содержание

<i>Акимова Л.А.</i> Особенности формирования основ здорового образа жизни у детей младшего школьного возраста в процессе самостоятельных занятий по физической культуре	12
<i>Александрин М.Е.</i> Экспериментальное обоснование эффективности комплекса специальных упражнений для развития общей выносливости хоккеистов 14-15 лет.....	16
<i>Аликина А.А., Тихонова О.А.</i> Оценка рекреационной ёмкости ботанического сада на полуострове Ликандера.....	19
<i>Ананченко И.В., Труфанов Д.И., Мельников И.Д.</i> Разработка программного приложения для расчёта выбросов вредных веществ от факельных установок.....	24
<i>Андронов З.С., Галимзянова К.Н.</i> Архитектура и функциональность современной платформы управления данными.....	29
<i>Ансоков А.Т., Измайлов А.Ю.</i> Роль социальных сетей в распространении экстремистских идей: криминологические подходы к регулированию онлайн-контента в контексте национальной безопасности	37
<i>Антонов К.А.</i> Трансформация экономического ландшафта России: взаимосвязь демографии, инвестиций и образовательной политики.....	41
<i>Аракчеева О.А.</i> Особенности формирования эмоционального интеллекта и коммуникативной компетентности у молодых людей в эпоху цифровых технологий	45
<i>Артюхова П.А.</i> Метаэвристические алгоритмы как инструмент подбора персонализированных туристических предложений	51
<i>Атрохина Ю.П.</i> Роль иностранного языка в профессиональном и карьерном развитии студентов высших аграрных учебных.....	55
<i>Афанасьев К.А., Вайнутис К.С.</i> Исследование паразитофауны покатников <i>oncorhynchus nerka</i> из оз. Курильского (п-ов. Камчатка)	58
<i>Байда Б.Ю., Гатицкий Д.В.</i> Численное моделирование теплового насоса r134a для энергоэффективной сушки пищевых продуктов.....	62
<i>Балтажиев М.В., Холкина М.Г.</i> Правовое положение стигматизированной собственности в гражданском законодательстве Российской Федерации	69
<i>Балякин К.П., Левакина С.И.</i> Кибератаки как акт агрессии: применение норм международного гуманитарного права в цифровую эпоху	72
<i>Бегиев А.Э.</i> Роль адаптивного спорта в продвижении инклюзии и социальной справедливости для людей с ограниченными возможностями	76
<i>Блужан А.А.</i> Как малому бизнесу использовать тренды для роста продаж	81
<i>Большов С.В., Олешко В.Ф.</i> Медиа и их воздействие на поведенческие паттерны в Хама-Югре85	
<i>Бояркина В.А., Широкопад О.А.</i> Организация перевозки продукции ПАО императорский Тульский оружейный завод автомобильным транспортом в г. Владивосток	89
<i>Бурлакова Д.А.</i> Формирование стрессоустойчивости у обучающихся 11-12 лет средствами физического воспитания.....	97
<i>Бурлякова А.С.</i> Смыслоразнонаправленные ориентации у подростков с разным социальным статусом в условиях активной цифровизации общества.....	102

неправильности. У подростков, проживающих в обычной жизненной ситуации, напротив, высокий показатель удовлетворенности промежуточными итогами жизни. Это связано в первую очередь с более широкими возможностями вести насыщенную подростковую жизнь, а также благоприятными условиями, создающими положительный эмоциональный отклик в ответ на располагающий окружающий мир.

У обеих групп низкие баллы по шкалам «процесс жизни» и «цели жизни», что говорит о низком уровне осмысленности жизни. Обе группы способны формулировать жизненные цели на будущее и придерживаться их, но мало кто готов нести ответственность и делать осознанный выбор для изменения своей жизни. Они не способны объективно оценивать результаты своей жизнедеятельности за прошедший период, но демонстрируют интерес и осмысленность к текущему процессу жизни.

В ходе данного исследования была подтверждена гипотеза, что физическое и социальное пространство сказывается на структуре ценностных ориентаций и выраженности смысловых ориентаций. Каждое поколение формирует собственную систему ценностей, определяющую их взаимодействие с миром и окружающими людьми. В случае «цифрового поколения» особое место занимает активное использование информационно-коммуникативных средств, которые значительно повлияли на все аспекты жизнедеятельности его представителей и осознание этой жизнедеятельности. Проведенное исследование демонстрирует, как процесс цифровизации оказывает воздействие на ценностно-смысловую сферу личности. Для современных молодых людей характерно затруднение в формулировании долгосрочных жизненных целей. Причина этого кроется в стремительных изменениях, происходящих в окружающем мире. Это приводит к отсутствию четких ориентиров и упрощению их системы ценностей.

1. Богданова, В. О. Ценностные ориентиры и жизненные смыслы представителей цифрового поколения на примере студентов педагогического вуза: социально-аксиологический аспект исследования / В. О. Богданова // Социум и власть. — 2023. — № 1 (95). — С. 39—50. — DOI 10.22394/1996-0522-2023-1-39-50. — EDN QVGFWN.

2. Хворова В.А. Ценностные ориентиры «цифровой молодёжи» мегаполиса и региона: сравнительный аспект // Ученые записки Новгородского государственного университета. 2022. № 6(45). С. 623-627. DOI: 10.34680/2411-7951.2022.6(45).623-627

3. Леонтьев, Д.А. Самореализация и сущностные силы человека / Д.А. Леонтьев. – М.: Мысль, 2005. – 318 с.

4. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. СПб.: Питер, 1998. 688 с

5. Володина С. А. Смысловые ориентации как ресурс жизнестойкости личности // Психология жизнеспособности личности: научные подходы, современная практика и перспективы исследований: Материалы методологического семинара; под.ред. Е.Ю. Бекасова. М., 2021. С. 86–91.

6. Очирова Л.И. Исследование ценностных ориентаций развивающейся личности современных условиях // Вестник БГУ. 2017. № 4. С. 157-161.

Сведения об авторах.

Бурлякова Анна Сергеевна, Владивостокский государственный университет, магистрант 2 курса, ВМПС-23-ПК1, направление «Психологическое консультирование».

КОМПЛЕКСНАЯ ВНЕШНЯЯ ЗАЩИТА РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ

А.Д. Бурцев,
Бакалавр

Владивостокский государственный университет
Россия, Владивосток

E-mail: Anatoliy.Burtsev@vvsu.ru; Тел. +79502991827
ул. Гоголя, 41, г. Владивосток, Приморский край, Россия, 690014

Аннотация. С появления первых резервуаров, оснащённых системой удаления излишних газовых образований, существует проблема постоянных потерь нефтепродукта, что влечёт за собой убытки и экологическую угрозу. Также существует угроза от других внешних факторов окружающей среды, а в зоне боевых действий высок риск теракта с использованием БПЛА, начинённых взрывчатым веществом. Для повышения безопасности и сокращения выбросов предлагается новая защитная конструкция, эффективно отражающая свет, снижая уровень нагрева стали, защищающая от осадков и возникновения возгораний при взрыве.

Ключевые слова и словосочетания: резервуар вертикальный стальной (РВС), защита от теплового воздействия, защита от внешних факторов окружающей среды, защита от БПЛА, защитная конструкция, кремнезёмная ткань.

COMPREHENSIVE EXTERNAL PROTECTION OF VERTICAL STEEL TANKS

Abstract. Since the introduction of the first tanks equipped with a system for removing excess gas, there has been a problem of constant loss of petroleum products, which leads to financial losses and environmental threats. There is also a risk of terrorist attacks using explosive-laden drones in combat zones. To improve safety and reduce emissions, a new protective design is proposed that effectively reflects light, reduces the heat generated by the steel, and protects against precipitation and potential fires caused by explosions.

Keywords: vertical steel tank (VST), protection against heat exposure, protection against external environmental factors, protection against UAVs, protective structure, silica fabric.

Актуальность.

В современных условиях развития энергетической инфраструктуры важнейшей задачей становится повышение надежности и защищенности опасных производственных объектов, таких как нефтехранилища. Особое внимание уделяется обеспечению безопасной эксплуатации резервуаров вертикального типа (РВС), предназначенных для хранения легковоспламеняющихся топливных продуктов.

Резервуары для хранения светлых нефтепродуктов подвергаются воздействию множества внешних факторов, среди которых значительное влияние оказывает изменение температуры окружающей среды. Повышение температуры поверхности резервуара ведет к усилению процессов испарения топлива, что увеличивает объем потерь продукта и повышает риск загрязнения атмосферы углеводородами. Такие процессы приводят к значительным экономическим потерям предприятий и создают угрозу экологической безопасности региона.

Кроме влияния высоких температур, на состояние резервуаров негативно воздействуют и другие природные явления: атмосферные осадки, механические повреждения, вызванные градом, воздействие влаги, приводящее к ускоренному развитию коррозионных процессов, а

также вероятность возникновения пожаров извне. Все перечисленные факторы требуют внедрения надежных методов защиты, направленных на предотвращение аварийных ситуаций и снижение риска загрязнений окружающей среды.

Таким образом, разработка и внедрение высокоэффективных защитных конструкций и материалов становятся приоритетными направлениями исследований, призванными обеспечить надежность функционирования резервуаров, минимизировать потери энергоносителей и снизить риски нанесения ущерба экологии и здоровью населения.

Цель и задачи.

Цель исследования заключается в разработке решения по защите резервуаров вертикальных стальных с применением теоретического анализа и практических испытаний исследуемого материала для того, чтобы доказать его эффективность и пригодность для использования на рабочих объектах нефтегазовой отрасли. Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- 1) Изучить проблему хранения нефтепродуктов и на примере оценить возможный ущерб.
- 2) Рассмотреть наиболее актуальные, используемые ныне способы защиты.
- 3) Подобрать наиболее подходящие материалы, разработать технологию применения и выдвинуть новый способ защиты.
- 4) Провести анализ и опыты над предложенным материалом для подтверждения целесообразности его использования.
- 5) Сравнить предложенное решение с существующими аналогами, используемыми в зоне боевых действий.
- 6) Сделать выводы по итогам проведенного исследования.

Научная новизна.

Проводимое исследование характеризуется достаточной научной новизной, поскольку в качестве решения по рассматриваемому вопросу о защите объектов хранения топлива и нефтепродуктов предлагается новое, ранее не предложенное и не запатентованное решение (на данный момент находится на стадии концепта).

Исследование направлено на достижение общего вклада в развитие науки и техники в области защиты энергетических хранилищ, формирование научно-технических основ совершенствования конструктивных элементов и технологий изготовления резервуаров, повышающих безопасность и экономичность их эксплуатации.

Основная часть.

Проблема хранения нефтепродуктов и ущерб от неё.

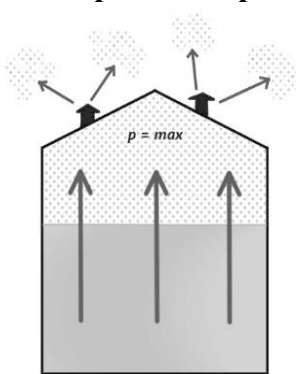


Рис. 1. Схема испарения топлива внутри резервуара

В настоящее время широкое распространение получили вертикальные цилиндрические резервуары, предназначенные для хранения различных видов жидкости, таких как нефть, горюче-смазочные материалы, химические реагенты и прочие потенциально опасные субстанции. Одним из основных факторов, оказывающих негативное влияние на эксплуатацию таких сооружений, являются изменения температуры, происходящие как внутри резервуара, так и вне его пределов. Перегрев стенок резервуара способен вызвать целый ряд нежелательных явлений, начиная от деградации хранимых веществ и заканчивая серьезными авариями, такими как пожары, взрывы и масштабные утечки. Эти обстоятельства приобретают особую остроту в свете глобальных тенденций роста средней годовой температуры воздуха и проявления экстремальных погодных условий. Эффективная защита резервуаров от перегрева приобретает особое значение в современном мире, поскольку сохранение высокого уровня безопасности на

промышленных предприятиях тесно связано с обеспечением устойчивости технологических

процессов и минимизацией потенциальных рисков, угрожающих производству и окружающей среде.

На схематическом рис. 1 изображён общий принцип работы дыхательных клапанов, находящихся на крыше резервуара. Сплошное пространство – жидкое топливо, точки – испарившееся топливо. Одним из важнейших элементов, регулирующих процесс вентиляции резервуаров, являются дыхательные клапаны, размещаемые непосредственно на крышах емкостей. Их функционирование основано на следующем принципе: при превышении давления паров испаренного топлива над установленным пределом клапаны автоматически раскрываются, позволяя избыточному газу выйти наружу. Минимальная пропускная способность дыхательных клапанов, предохранительных клапанов и вентиляционных патрубков определяется в зависимости от максимальной производительности приемо-раздаточных операций (включая аварийные условия) по следующим формулам:

пропускная способность клапана по внутреннему давлению, м³/ч

$$Q = 2,71M_1 + 0,026 \cdot V$$

пропускная способность клапана по вакууму, м³/ч

$$Q = M_2 + 0,22 \cdot V$$

пропускная способность вентиляционного патрубка, м³/ч

$$Q = M_1 + 0,22 \cdot V \text{ или } Q = M_2 + 0,22 \cdot V$$

где:

M_1 - производительность налива продукта в резервуар, м³/ч;

M_2 - производительность слива продукта из резервуара, м³/ч;

V - полный объем резервуара, включая объем газового пространства под стационарной крышей, м³.

После ввода резервуара в эксплуатацию недопустимо изменять производственные мощности приёма и выдачи топлива без предварительного перерасчёта пропускной способности дыхательной арматуры, предназначенной для отвода газовых смесей, выделяемых при работе резервуара. Аналогичным образом запрещается повышать производительность заправочно-отводящих операций сверх ранее заданных величин без дополнительного согласования и расчётов. [1]

Хранение лёгких фракций топлива неизбежно сопровождается потерями углеводородов, вызванными испарением и температурными колебаниями. Чтобы качественно оценить величину ущерба, необходимо провести соответствующие измерения и расчёты эмиссий углеводородов в атмосферу, возникающие при приёме и хранении нефтепродуктов в резервуарах, оснащённых оборудованием в соответствии с регламентом ГОСТ 1510-84.

Расчёт максимального выброса (M , г/с) производится в самый жаркий летний месяц, когда наблюдается наибольшая активность испарения нефтепродуктов при наполнении резервуаров. Вычисление осуществляется по следующей формуле:

$$M = V \cdot C$$

где:

V (м³/с) - объём газовой смеси, выпускаемой из резервуара за единицу времени при операции заполнения резервуара. Величина принимается равной объёму подачи нефтепродукта в резервуар, определённом исходя из производительности заправочной установки и продолжительности заправки;

C (г/м³) - максимальная концентрация углеводородов в составе выделяемой газовой смеси.

Оценка концентрации углеводородов должна проводиться специальными методами инструментального контроля, соответствующими утверждённым методическим рекомендациям, согласованным с органами Росгидромета. Данные замеры выполняются исключительно уполномоченными лабораториями, прошедшими аккредитацию органов Госстандарта Российской Федерации.

Важно подчеркнуть, что при долговременном хранении нефтепродуктов (месяц и дольше) без осуществления операций по разгрузке-заправке максимальную эмиссию («малые

дыхательные циклы») определяют отдельно, используя специальную формулу, предусмотренную отраслевыми стандартами:

$$M = \frac{1000 \cdot n_2 \cdot K_{t \text{ ср}} \cdot G_7}{6 \cdot 30,5 \cdot 24 \cdot 3600} = \frac{1000 \cdot 1,335 \cdot n_2 \cdot G_7}{15,81 \cdot 10^6} = 8,44 \cdot 10^{-5} \cdot n_2 \cdot G_7$$

где:

n_2 - норма естественной убыли нефтепродукта при хранении в резервуаре (кг/т) за весенне-летний период года;

6 - общее число месяцев в весенне-летнем сезоне;

30,5 - среднее число дней в месяце;

24 - количество часов в сутках;

3600 - количество секунд в одном часе;

1000 - коэффициент преобразования килограммов в граммы;

G_7 - масса нефтепродукта (тонн/месяц), хранящегося в резервуаре в наиболее жаркий месяц года;

$K_{t \text{ ср}} = K_{t \text{ ср. мес.}} / K_{t \text{ ср. сез.}} = 1,335$ - средний по территории России коэффициент превышения концентрации паров нефтепродукта в наиболее тёплый месяц года по отношению к среднему значению сезона (определён отношением соответствующих коэффициентов K_i).

Максимальные выбросы паров нефтепродуктов с учетом их разделения по группам углеводородов и индивидуальным веществам рассчитываются по формуле:

$$M_i = M \cdot C_i \cdot 10^{-2}$$

где:

C_i - массовая концентрация конкретного загрязняющего компонента, выражаемая в процентах (%).

Количество углеводородов, выбрасываемых в атмосферу за год (G , т/год) из одного резервуара или группы резервуаров, объединенных в один источник, определяется суммированием потерь нефтепродуктов в весенне-летний ($G_{\text{вл}}$) и осенне-зимний ($G_{\text{оз}}$) периоды, рассчитываемых по «Нормам естественной убыли нефтепродуктов при приеме, хранении, отпуске и транспортировании», с учётом климатического фактора.

$$G = G_{\text{вл}} + G_{\text{оз}}$$

Для нефтепродуктов 1 и 2 групп выброс за каждый период года определяется по формуле:

$$G_{\text{вл(оз)}} = (n_1 + n_2 + n_3 \cdot t) \cdot G_{\text{н}} \cdot 10^{-3}$$

где:

n_1 и n_2 - нормы естественной убыли нефтепродуктов, соответственно при приеме в резервуары одинаковой вместимости и хранении в первый месяц для соответствующих климатической группы (подгруппы) и периода года, кг/т;

n_3 - норма естественной убыли нефтепродуктов при хранении более одного месяца для соответствующих климатической группы (подгруппы) и периода года, кг/т×мес;

t - продолжительность хранения за вычетом одного месяца, мес.

$G_{\text{н}}$ - количество нефтепродукта, принятого в резервуары одинаковой вместимости за соответствующий период года, т.

Если продолжительность хранения нефтепродуктов менее одного месяца, норма n_3 не учитывается. [2]

Таблица 1

Перечень субъектов Российской Федерации и их распределение по климатическим группам (подгруппам) для применения норм естественной убыли нефтепродуктов дочерними предприятиями ОАО НК "РОСНЕФТЬ"

Климатическая группа	Макроклиматический район по ГОСТ 16350-80	Климатическая подгруппа для применения норм естественной убыли нефтепродуктов	Субъекты Российской Федерации: республики, края, области, автономные округа, автономные области, в которых расположены предприятия НПО ОАО НК "РОСНЕФТЬ"
1	2	3	4
первая	I ₂ , II ₃	1	Амурская обл., Арханг. обл., Магад. обл., Мурман. обл., ЯНАО
вторая	II ₄ , II ₅	2-1	Алтайск. кр., Хабаров. кр., Кург. обл., Читан. обл., Смолен. обл., ЕАО
	II ₆	2-2	Примор. кр., Камчат. обл., Сахалин. обл.
третья	II ₉	3	Каб.-Балк. респ., Кар.-Черк. респ., Сев.-Осет. респ., Чечен. респ., Краснодар. кр., Ставроп. кр.

Приведем пример расчета потерь углеводородов на предприятии по снабжению нефтепродуктами, расположенном во второй климатической зоне, охватывающей территорию Приморского края. Рассматриваемый объект представлен группой из четырёх резервуаров объемом по 5000 м³ каждый (общий объем 20 тыс. м³). Два из этих резервуаров оснащены плавающими понтонами.

В весенне-летний период принято 100000 м³ бензина, в осенне-зимний - 70000 м³. Из этого количества в резервуары, оборудованные понтонами, принято соответственно 60000 м³ и 45000 м³.

Итак, средняя плотность бензина составляет 0,72 т/м³. Сделаем расчёт.

Определение оборачиваемости резервуаров и длительности хранения нефтепродукта: резервуары без понтона

весенне-летний сезон $\frac{40000}{10000} = 4$, что соответствует длительности хранения 1,5 месяца;

осенне-зимний сезон $\frac{25000}{10000} = 2,5$, что соответствует длительности хранения 2,4 месяца;

резервуары с понтоном

весенне-летний сезон $\frac{60000}{10000} = 6$, что соответствует длительности хранения 1 месяц;

осенне-зимний сезон $\frac{45000}{10000} = 4,5$, что соответствует длительности хранения 1,33 месяца.

Нормы естественной убыли автомобильного бензина при приеме в резервуар вместимостью 5000 м³ и более для климатической группы 2 (холодный умеренный макроклиматический район, Приморский край): $n_1 = 0,25$ кг/т в весенне-летний период и 0,17 кг/т в осенне-зимний период; при хранении в тех же условиях $n_2 = 0,45$ кг/т в весенне-летний период и 0,11 кг/т в осенне-зимний период; при хранении свыше одного месяца $n_3 = 0,32$ кг/т в весенне-летний период и 0,08 кг/т в осенне-зимний период.

Для резервуара с понтоном, соответственно, $n_1 = 0,15$ кг/т и 0,07 кг/т, $n_2 = 0,052$ кг/т и 0,002 кг/т, $n_3 = 0,11$ кг/т и 0,03 кг/т. [3]

Для нефтепродуктов 3, 4, 5, 6 групп выброс за каждый период года определяется по формуле:

$$G_{\text{вл(оз)}} = (n_4 + n_5) \cdot G_n \cdot 10^{-3}$$

где:

n_4 - норма естественной убыли нефтепродуктов при приеме для соответствующих климатической группы (подгруппы) и периода года, кг/т;

n_5 - норма естественной убыли нефтепродуктов при хранении для соответствующих климатической группы (подгруппы) и периода года, кг/т;

G_n - количество нефтепродукта, принятого в резервуары за соответствующий период года, т.

Годовой выброс углеводородов в атмосферу из резервуаров с бензинами составит:

$$G = [(0,25 + 0,45 + 0,32 \cdot 0,5) \cdot 0,72 \cdot 40000] + [(0,15 + 0,15) \cdot 0,72 \cdot 60000] + [(0,17 + 0,11 + 0,08 \cdot 1,4) \cdot 0,72 \cdot 25000] + [(0,07 + 0,05 + 0,03 \cdot 0,33) \cdot 0,72 \cdot 45000] \cdot 10^{-3} = 48,993 \text{ т/год.}$$

Годовой выброс паров бензина с учетом их разделения по группам углеводородов и индивидуальным веществам составит:

$$\text{Углеводороды } C_1 - C_5: G = 48,993 \cdot 75,47/100 = 36,975 \text{ т/год}$$

$$\text{Углеводороды } C_6 - C_{10}: G = 48,993 \cdot 18,38/100 = 9,005 \text{ т/год}$$

$$\text{Амилен (непредельные): } G = 48,993 \cdot 2,5/100 = 1,225 \text{ т/год}$$

$$\text{Бензол: } G = 48,993 \cdot 2,0/100 = 0,980 \text{ т/год}$$

$$\text{Толуол: } G = 48,993 \cdot 1,45/100 = 0,710 \text{ т/год}$$

$$\text{Ксилол: } G = 48,993 \cdot 0,15/100 = 0,073 \text{ т/год}$$

$$\text{Этилбензол: } G = 48,993 \cdot 0,05/100 = 0,025 \text{ т/год}$$

Используемые внешние средства защиты.

В современной практике широко применяются разнообразные подходы к повышению теплоизоляционной защиты резервуаров, используемых для хранения различного вида жидкостей, включая нефтепродукты и химикаты. Рассмотрим наиболее распространенные методики, применяемые в промышленности:

Покрывание поверхности краской светлых оттенков. Этот способ активно применяется на автозаправочных станциях, аэродромах, нефтеперерабатывающих заводах и прочих инфраструктурных объектах, использующих горючие материалы. Основной принцип данного метода основан на нанесении специальных красок белого оттенка, обладающих высоким уровнем отражения солнечных лучей. Благодаря этому достигается существенное уменьшение степени нагрева металлической поверхности резервуара. Преимущества данного подхода заключаются в доступности и относительной дешевизне используемого покрытия. Недостатком является ограниченность срока службы красящих составов и отсутствие стойкости к механическим повреждениям. Как показано на рисунке 2, белые покрытия эффективнее справляются с отражением солнечного излучения, однако имеют слабое сопротивление агрессивным факторам окружающей среды, таким как влажность и ультрафиолетовое излучение.

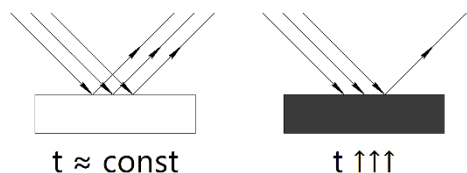


Рис. 2. Отражение лучей света от светлой и тёмной поверхностей и влияние на температуру поверхности

За счет свойств светлых поверхностей белая краска становится хорошей защитой от термического воздействия. Однако краска и лаки недолговечны: при появлении небольших потёртостей, в местах нарушения целостности защитного покрытия под влиянием внешних факторов окружающей среды незамедлительно начнётся процесс образования коррозии.

Металлические покрытия. Использование металлических слоев является ещё одним эффективным методом защиты резервуаров. Гальваническое покрытие и анодирование позволяют создать тонкий защитный слой

металла на поверхности резервуара, который дополнительно защищает конструкцию от коррозии. Одно из главных достоинств таких покрытий — самовосстанавливаемость: при образовании незначительных трещин на покрытии возникают соединения, препятствующие дальнейшему проникновению кислорода и воды внутрь металла, сохраняя первоначальное антикоррозионное свойство. Несмотря на положительные эффекты, нанесение металлосодержащих покрытий требует строгого соблюдения технологического регламента. Оптимальной толщиной считается слой цинка толщиной 120-150 микрон. Если эта величина ниже, ухудшаются защитные свойства покрытия, а чрезмерная толщина слоя приводит к снижению адгезии и возникновению деформаций покрытия вследствие повышенного напряжения. [4]

Предложение нового метода защиты.

На рис. 3 представлена концептуальная 3D-модель предлагаемого способа защиты (с использованием в качестве объекта защиты РВС-400). Предлагаемый метод защиты резервуаров предусматривает создание специальной оболочки вокруг резервуара, имитирующей шарообразную структуру. Такая конструкция реализуется с помощью сварных стальных балок круглого сечения, которые образуют каркас, поверх которого крепится основной защитный материал. Шарообразная форма способствует лучшему отражению солнечных лучей и равномерному распределению нагрузки от атмосферных осадков, таких как снег, дождь и град. Это помогает предотвратить повреждение резервуара и уменьшить риск коррозии.

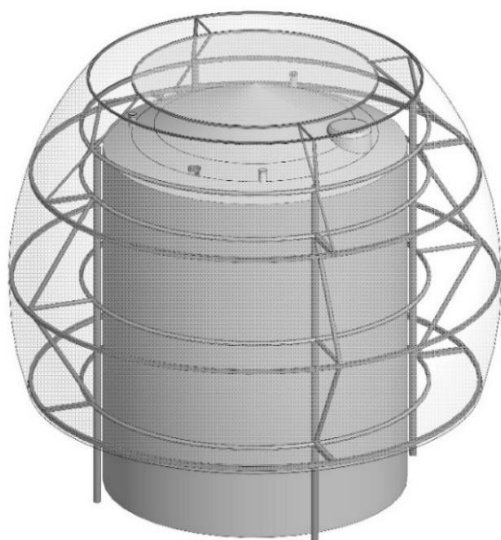


Рис. 3. Балочная металлическая конструкция, обшитая защитной тканью (3D-концепт)

Чтобы избежать накопления воздушных потоков («парусности») на поверхности конструкции, в защитном материале предусмотрены специальные прорезы в виде полуокружностей, позволяющие воздуху свободно циркулировать сквозь оболочку. Такой подход улучшает аэродинамические характеристики всей системы и снижает нагрузку на каркас.

Выбор материала для защиты. Характеристика и анализ выбранного материала.

При подборе материала для теплоизоляции и защиты резервуаров от термического воздействия важное значение имеют такие критерии, как теплоизоляционная способность, прочность, отражательная способность и устойчивость к агрессивным средам. Основываясь на этих требованиях, в настоящем проекте была выбрана кремнезёмная ткань марки КТ-11, которая удовлетворяет всем необходимым характеристикам.

Рассмотрим подробнее свойства материала.

Кремнезёмная ткань КТ-11 обладает превосходными теплоизоляционными свойствами и выдерживанием высоких температур (рабочий диапазон от -60°C до $+1100^{\circ}\text{C}$). Её применяют в нефтегазовой отрасли для изоляции печей, котлов и другого технологического оборудования, что обусловлено низкой теплопроводностью и отличной устойчивостью к тепловым ударам. [5]

За счет низкой теплопроводности ткань будет обеспечивать постоянную температуру для конструкции и стенок резервуара. Данная ткань не воспламеняема, что позволяет использовать её на пожароопасных объектах без нарушения требований пожарной безопасности. Кремнезёмные ткани могут производиться с полиуретановой пропиткой, что делает ткань газо- и водонепроницаемой.

Класс пожарной безопасности исследуемого материала соответствует категории А1, характеризующейся абсолютной устойчивостью к воспламенению. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что даже при воздействии экстремально высоких температур материал не подвергается горению и не выделяет токсичных веществ либо продуктов пиролиза, включая дымообразование. Данное свойство позволяет классифицировать указанный материал как оптимально подходящий для эксплуатации в условиях повышенных требований к пожаробезопасности объектов различного назначения.

Теплоизоляционные свойства ткани обусловлены её структурой и физико-химическими характеристиками составляющих компонентов. Основной компонент — волокна диоксида кремния (SiO_2), обладающие низким коэффициентом теплопроводности (около $1.3\text{--}1.4 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$) при нормальной температуре окружающей среды. Структура материала представляет собой тонкий слой микронных волокон, формирующих объемную, высокопористую систему, насыщенную воздухом, который является эффективным теплоизолирующим веществом (коэффициент теплопередачи $\sim 0.025 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$).

Передача тепловой энергии в таком материале осуществляется преимущественно тремя механизмами:

- кондукцией твёрдых частиц (низкий вклад вследствие малой толщины волокон и изначально невысокого показателя теплопроводности самих волокон);
- конвекцией газа внутри пористой структуры (этот процесс существенно подавлен благодаря мелким размерам пор);
- излучением (данный механизм становится определяющим лишь при повышенных температурах, превышающих примерно 500°C).
- теплопроводности твердых волокон (мала из-за их тонкости и низкого λ самого SiO_2).
- конвекции в порах (подавляется, если поры достаточно малы).
- излучения (становится доминирующим при высоких $T > 500^{\circ}\text{C}$)

Следовательно, применение ткани типа КТ-11 обеспечивает высокоэффективную защиту от теплопереноса путём значительного снижения совместного воздействия проводимости и конвекции, предотвращая нежелательную передачу тепла от стенок резервуаров к внешней среде либо другим элементам конструкции/сотрудникам. [6]

Так как ткань устойчива при температурах ниже 0°C (но не меньше -60°C), использование защитной конструкции на основе тканевого покрытия представляется целесообразным в течение всего календарного года в регионах с умеренным и субтропическим климатом России.

Далее стоит обратить внимание на светоотражающие (радиационные) свойства, являющиеся так же немало важными для защиты от термических воздействий окружающей среды.

Ткань КТ-11 характеризуется высоким Альбедо (коэффициентом отражения, ρ) в ИК-диапазоне так как:

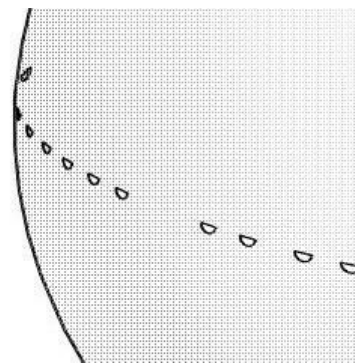


Рис. 4. Продуваемые вырезы на защитной ткани

- чистый диоксид кремния (SiO_2), составляющий основу материала, прозрачно пропускает солнечное излучение в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах практически без существенного поглощения. Это обеспечивается низкими показателями преломления и отсутствием интенсивных электронно-колебательных переходов в данном спектре, характерном для солнечного света.

- белый оттенок и специфическая волокнистая структура ткани обеспечивают значительное диффузное отражение солнечной радиации, включая наиболее важные области длин волн в инфракрасном диапазоне, где сконцентрирована большая доля тепловых потоков от нагретых объектов (согласно закону смещения Вина: $\lambda_{\max} \approx 2898 / T$ [мкм·К]).

Отсюда вытекает Закон Вина для длины волны:

$$\lambda_{\max} \cdot T = b = \text{const}$$

где:

λ_{\max} — длина волны (в метрах), на которой излучение абсолютно чёрного тела достигает максимума,

T — температура тела в Кельвинах (К),

b — постоянная Вина, $b \approx 2.897771955... \cdot 10^{-3}$ м·К (обычно округляется до $2.9 \cdot 10^{-3}$ м·К). [7]

Дополнительно стоит отметить важную особенность — значительное снижение передачи тепла за счёт излучения. Поверхность ткани КТ-11, направленная к горячим элементам резервуара, обладает высоким коэффициентом отражения ρ и рассеивания S инфракрасного излучения. За счёт этого уменьшается доля энергии, поглощённой тканью и переданной далее вглубь конструкции:

$$Q_{\text{рад}} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_{\text{гор}}^4 - T_{\text{хол}}^4) \cdot A$$

где:

$Q_{\text{рад}}$ - поток переносимой энергии путём излучения [Вт],

ε - коэффициент излучения поверхности (или эквивалентно коэффициент поглощения),

σ - константа Стефана-Больцмана (5.67×10^{-8} Вт/(м²·К⁴)),

$T_{\text{гор}}$ - температура горячей поверхности [К],

$T_{\text{хол}}$ - температура холодной поверхности [К],

A — площадь теплообменной поверхности [м²].

Кремнезёмная ткань отличается сравнительно небольшим коэффициентом излучения (ε) для инфракрасного диапазона волн, особенно в сравнении с тёмной металлической поверхностью. Соответственно, её коэффициент отражения ($\rho \approx 1 - \varepsilon$) оказывается достаточно высоким. Установленная с воздушной прослойкой перед горячей поверхностью резервуара, такая ткань служит своеобразным радиационным экраном, который отражает основную массу инфракрасного излучения обратно к источнику. Это значительно сокращает потерю тепла самим резервуаром и предотвращает дополнительный нагрев соседних конструкций. [8]

Анализ физико-химических свойств кремнезёмной ткани показывает, что данный материал хорошо подходит для роли наружного протекторного слоя вертикальных стальных резервуаров. Ключевыми преимуществами ткани КТ-11 выступают:

- высокая температурная защита;
- эффективная теплоизоляция;
- высокая устойчивость к возгоранию;
- высокая химическая стойкость в агрессивных средах;
- легкость и эластичность.

Экспериментальная часть.

В целях углубленного изучения возможностей применения кремнезёмной ткани КТ-11 был проведен эксперимент. Закуплен опытный образец ткани площадью 0.5 м², предназначенный для тестирования огнезащитных и теплоизоляционных свойств. Опыт состоит в проведении

термического эксперимента, демонстрирующего поведение ткани при воздействии открытого огня, вызванного возгоранием горючего топлива. Данный опыт покажет, насколько безопасно и целесообразно использовать исследуемый материал на объектах нефтегазовой отрасли.

Отрезанная часть образца кремнезёмной ткани (SiO_2 , плотность $\sim 200\text{--}300 \text{ г/м}^2$, толщина 1–2 мм, площадь 0.2 м^2) фиксируется на негорючей поверхности, поверхность конца покрывается бензином АИ-92. Масса нанесённого слоя $10 \pm 0.5 \text{ г}$ (равномерное нанесение кистью, толщина слоя $\sim 1\text{--}1.5 \text{ мм}$). Открытое пламя подносится к краю ткани. Бензин мгновенно воспламеняется (см. рис. 5-а,б).

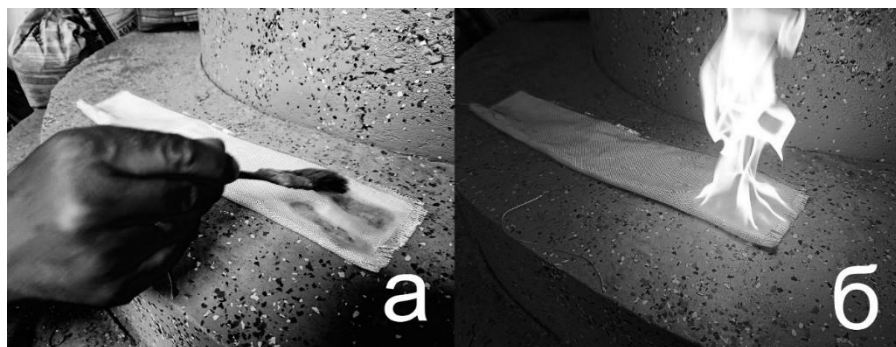


Рис. 5. а - покрытие части образца горючим топливом; б - поджёг и горение топлива на поверхности ткани

Процесс горения длится ~ 5 секунд, после чего пламя затухает самостоятельно. При последующем визуальном осмотре образцов обнаружено только лёгкое пожелтение поверхностного слоя ткани, не повлиявшее на её структуру. Наблюдается полное сохранение формы,

отсутствие признаков прогара, расплава или деформации (рисунок 6-а). Замеры температуры поверхности показали её максимальное значение равное 298°C сразу после окончания горения, хотя предварительный анализ свидетельствует о достижении температурных значений около $800\text{--}900^\circ\text{C}$ в процессе активного горения.

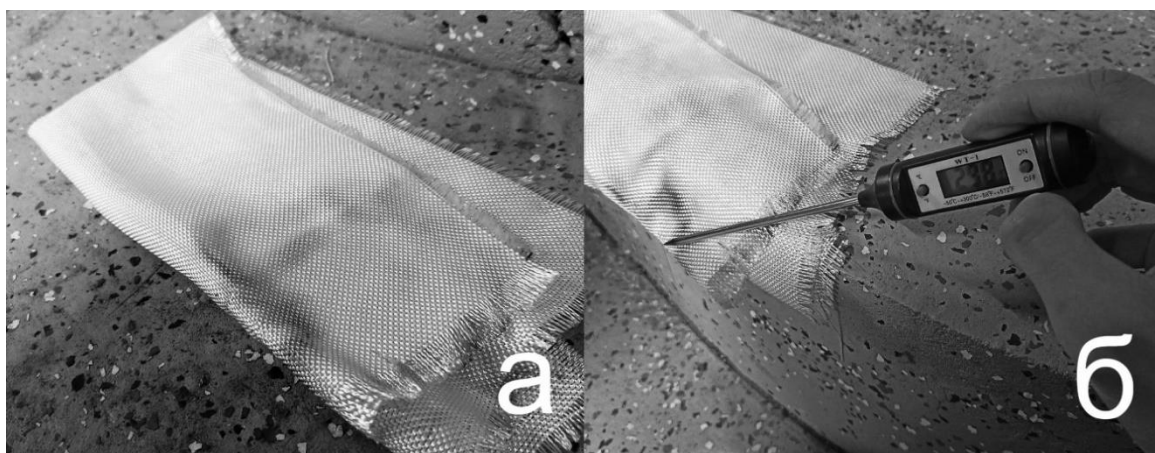


Рис. 6. а – образец после горения; б – измерение температуры на горелой части ткани

Кратковременность процесса горения (продолжительностью около 5 секунд) обусловлена особенностями используемого горючего вещества — бензином марки АИ-92. Вероятной причиной быстрого завершения горения является интенсивное испарение лёгких фракций бензина, содержащих $\text{C}_5\text{--C}_7$ углеводороды, при достижении температуры свыше 250°C (температура при эксперименте превышала отметку в 300°C). Легколетучие компоненты быстро переходят в газообразное состояние, приводя к быстрому прекращению реакции окисления.

Температурный режим испытания находится в рамках рабочего интервала тканей подобного типа. Максимальная температура открытого пламени при сгорании бензина составляет порядка $800\text{--}900^\circ\text{C}$, тогда как предельная рабочая температура материалов, регламентированная стандартом ГОСТ Р 56212-2014, допускает нагрев до уровня $1100\text{--}1200^\circ\text{C}$. Таким образом, испытываемая ткань не подвергалась воздействию критически высоких

температур, способных привести к разрушению её структуры или утрате эксплуатационных характеристик. [9]

Желтоватые разводы на поверхности – это остатки неполного сгорания углеводородов и различные недоброкачественные примеси в бензине:

- полициклические ароматические углеводороды (пиролиз происходит при 400–600°C),
- смолы,
- остатки серы и её оксидов,
- сажистые частицы (углерод).

Вывод: материал подтверждает свои огнеупорные свойства и не позволяет пламени распространяться за пределы очага возгорания. Подтвержден класс пожаробезопасности А1 (негорючая) по ГОСТ 30244.

За счет подтверждённой термоустойчивости можно объяснить сохранение прочности материала. Так как бензин на негорючей поверхности сгорел быстро, не происходит реакции разложения, из-за чего волокна ткани остаются целыми: $\text{SiO}_2(\text{OH})_2 \rightarrow \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. В воздушной среде за 5 секунд реакция не успевает пройти. Помимо этого, кратковременный нагрев не вызывает деградации благодаря:

- низкой теплопроводности ($\lambda < 0.15 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$),
- высокой теплоёмкости SiO_2 (сред. = $750 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$).

Вывод: материал достаточно механически устойчив в экстремальных условиях, что делает достаточно целесообразным его использование на объектах промышленного производства и хранения. Отсутствие явных повреждений на поверхности ткани подтверждает заявленные характеристики материала.

Для подтверждения безопасности использования КТ-11 необходимо свериться с нормативными требованиями ГОСТ для защиты стальных конструкций:

Таблица 2

Сравнение результатов опыта с нормативными требованиями по ГОСТ

Критерий	Результат	Стандарт ГОСТ Р 53295-2009
Время горения	0 сек. (горело топливо, не сама ткань)	0 сек.
Тление	нет	не допустимо
Потеря массы	0.03%	$\leq 1.0\%$
Повреждение образца	нет	не допустимо

Согласно критериям национального стандарта ГОСТ Р 53295-2009, классификация материалов по пожарной опасности подразделяется на четыре основных класса (КМ0-КМ4). Высший класс пожарной безопасности — КМ0 («негорючий») присваивается материалам, удовлетворяющим следующим критериям:

- Отсутствие возгорания при непосредственном контакте с открытым пламенем;
- Невозможность поддержания самостоятельного горения даже после прекращения контакта с источником огня;
- Потеря массы образца должна составлять не более 1% от исходной величины, а температура выделяемых продуктов горения не превышать 50°C в ходе испытаний по методике ГОСТ 30244 (класс НГ — «негорючий»). [10]

Вывод: проведённые экспериментальные исследования подтвердили полное отсутствие возгораний и поддержание процессов горения, а также показали незначительную потерю массы

и низкие значения температуры выделяемого дыма. Эти факты позволяют отнести испытанный образец ткани КТ-11 к наивысшей категории пожаробезопасности — классу КМ0. Данный материал признан безопасным и пригодным для эффективного предотвращения риска пожаров в системах хранения легковоспламеняющихся жидкостей.

Использование предложенного решения в зоне боевых действий (на примере специальной военной операции).

В связи с обострившимся конфликтом на востоке Украины и началом проведения специальной военной операции стал актуален вопрос защиты населения и границ новых субъектов Российской Федерации. В зоне боевых действий и на приграничных территориях РФ противник неоднократно проводил террористические акты с использованием беспилотных летательных аппаратов, использующих снаряды и взрывчатые вещества. Логично предположить, что одними из основных целей являются производственные объекты, которые снабжают ресурсами Вооружённые силы Российской Федерации, особенно нефтебазы и иные объекты, располагающие энергетическими ресурсами (бензином и керосином в том числе). Данный вывод сделан исходя из анализа намерений и уже совершённых действий ВСУ, которые были признаны террористическими: подрыв опасного производственного объекта наподобие нефтебазы приведет не только к лишению армии топлива, но и к человеческим смертям, распространению пожара и уничтожению близлежащей инфраструктуры. Из всех вышеперечисленных факторов в совокупности можно сделать вывод о том, что в зоне боевых действий необходимо создать доступную технологию защиты для минимизации вреда и последствий взрывов на опасных производственных объектах, использующих резервуары с нефтью и нефтепродуктами. Так как рассматриваемая в статье наработка внешней защиты для резервуаров вертикальных стальных является универсальной конструкцией, допустимой для использования на взрывопожароопасных производственных объектах, возможно выдвинуть её в качестве дополнительной защиты для резервуаров, находящихся в зоне боевых действий.

Сравнение с существующими аналогами.

Из существующих и непосредственно используемых в реальном времени аналогов возможно выделить балочную металлическую конструкцию для защиты от беспилотных летательных аппаратов «АнтиДрон» (рис. 7). Данная конструкция устанавливается на резервуарах малого и среднего объема, как и защита с использованием КТ-11. Используется конструкционная сталь обыкновенного качества Ст3пс, по степени раскисления — полуспокойная. Главное преимущество данного материала в доступности и относительно невысокой стоимости, однако в сравнении с предложенным концептом в «АнтиДрон» используется в несколько раз больше стали, что по итогу делает его дорогим.

Самое большое преимущество аналога — это достаточная внешняя защита против снабжённых взрывчатым веществом FPV-дронов, достигаемая плотностью расположения балок (профилей), но при этом в конструкции остается значительное число просветов. На этом «плюсы» заканчиваются, ибо подобная защита при прямом попадании будет одноразовой и не гарантирует защиты от возникновения пожара. В это же время исследуемый метод защиты резервуара с применением кремнезёмной ткани в данных аспектах будет эффективнее: одним из основных компонентов защиты является термостойкая ткань КТ-11, которая закрывает заведомо большую часть пространства над резервуаром. В экспериментальной части было выявлено, что ткань является высокоэффективным пламегасителем, на котором даже загоревшиеся нефтепродукты не распространяются по поверхности и быстро гаснут. Отсюда можно сделать вывод, что с применением данной



АнтиДрон

Рисунок 6. Используемая в зоне СВО внешняя защита РВС.

6. Ерохин Н. А. Демографическая проблема в политической повестке – 2018 // *Pro nunc*. – 2018. – №1 (19). – С. 32-35.
7. Голикова объяснила почему в России снизилась рождаемость. – URL: <https://news.mail.ru/society/66235242/> – Текст: электронный.
8. Патриарх Кирилл заявил о риске потери России из-за наплыва мигрантов. – URL: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/658315689a794777fca3f725> – Текст: электронный.
9. Козырев А.А., Раткевич А.С. Решение миграционной кризиса, как экономической проблемы государства // *Актуальные исследования*. – 2025. - № 21.
10. Мукомель, В. Российские дискурсы о миграции // ВШЭ. – URL: <https://publications.hse.ru/pubs/share/folder/uw6mtpsx8s/91578049.pdf> – Текст: электронный.
11. Путин назвал улучшение демографии приоритетной целью. – URL: <https://ria.ru/20241226/putin-1991493122.html> – Текст: электронный.
12. Песков назвал катастрофическим для будущего нации коэффициент рождаемости. – URL: <https://www.rbc.ru/society/26/07/2024/66a3443c9a7947168745ad16> – Текст: электронный.
13. Национальный проект «Демография». – URL: <https://mintrud.gov.ru/ministry/programms/demography> – Текст: электронный.
14. Действие программы материнского капитала продлили до конца 2030 года. – URL: <https://www.garant.ru/news/1797999/> – Текст: электронный.
15. «Безысходность среди бедных порождает избыточную смертность». – URL: <https://www.gazeta.ru/social/2021/10/16/14101513.shtml> – Текст: электронный.
16. Распоряжение Правительства РФ от 15.03.2025 N 615-р «Об утверждении Стратегии действий по реализации семейной и демографической политики, поддержке многодетности в Российской Федерации до 2036 года». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_501543/ – Текст: электронный.
17. ФГБУ «Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина». Проведена первая всеобщая перепись населения Российской Империи. – URL: <https://www.prilib.ru/history/619019> – Текст: электронный.
18. Федеральная служба государственной статистики. – URL: <https://rosstat.gov.ru/> – Текст: электронный.

Сведения об авторах:

Яшина Вероника Владимировна, студент Института гуманитарных и социальных наук, Уфимский университет науки и технологий; 450077, Россия, г. Уфа, ул. Карла Маркса, д. 3/4, 3 этаж. e-mail: veronikayash@yandex.ru

Латыпова Юлия Альфритовна, старший преподаватель кафедры иностранных языков гуманитарных факультетов, высшая школа отечественной филологии, ИГСН, УУНиТ

Научное издание

НАУКА БЕЗ ГРАНИЦ:

наука в цифре

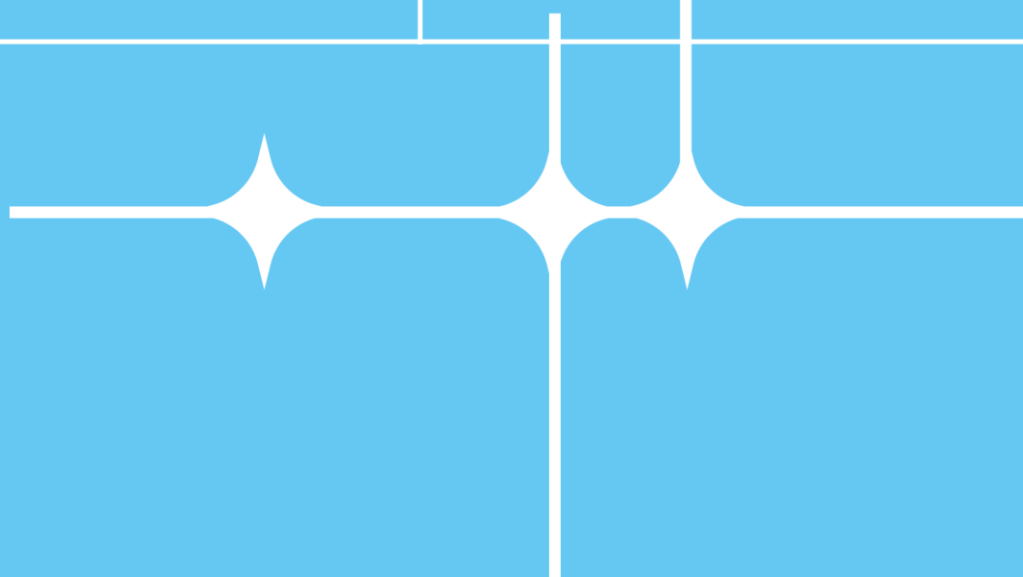
Сборник материалов III международного форума молодых ученых

(г. Владивосток, 18-20 ноября 2025 г.)

Под общей редакцией
канд. пед. наук Г.В. Петрук

Подписано в печать 20.11.2025. Формат 60*84/8
Бумага писчая. Печать цифровая. Усл.-печ. Л. 38,35. Уч.-изд. Л. 30,31.
Тираж 2 экз. Заказ

Владивостокский государственный университет
690014, Владивосток, ул. Гоголя, 41
Отпечатано в рекламно-производственной компании ООО «Хелиос»
690091, Владивосток, ул. Алеутская, 88



Мероприятие проводится в рамках субсидии из федерального бюджета образовательным организациям высшего образования на реализацию мероприятий, направленных на поддержку студенческих научных сообществ (соглашение с Минобрнауки РФ № 075-15-2025-436 от «26» мая 2025 г.)

ISBN: 978-5-97360-782-1



9 785973 607821