

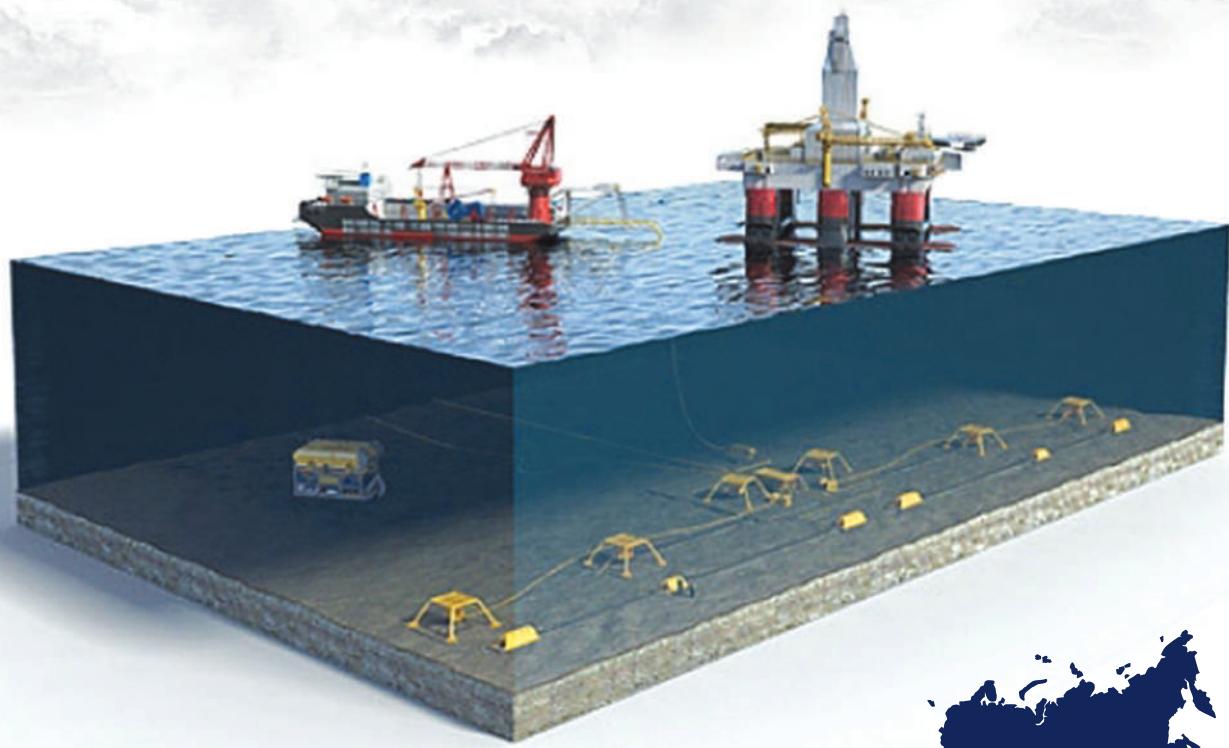


при поддержке Правительства Российской Федерации

СБОРНИК

РАБОТ ЛАУРЕАТОВ МЕЖДУНАРОДНОГО КОНКУРСА НАУЧНЫХ,
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ И ИННОВАЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК,
НАПРАВЛЕННЫХ НА РАЗВИТИЕ И ОСВОЕНИЕ АРКТИКИ
И КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА

2023



ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ

УДК 371.84 (06)
ББК 74.2.Я7
С23

ISBN 978-5-7688-1201-0

Сборник работ лауреатов Международного конкурса научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие и освоение Арктики и континентального шельфа 2023 г. - М.: Министерство энергетики Российской Федерации, ООО «Технологии развития», 2023.

Настоящий сборник включает в себя работы победителей Международного конкурса научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие и освоение Арктики и континентального шельфа 2023 г.

Под общей редакцией Академика РАН, председателя Научного Совета РАН по геологии и разработке нефтяных и газовых месторождений А.Э. Конторовича и первого заместителя Министра энергетики Российской Федерации П.Ю. Сорокина.

Организаторы благодарят за эффективную профессиональную работу экспертную межведомственную комиссию Международного конкурса научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие и освоение Арктики и континентального шельфа.

Дизайн, верстка: www.pereplet7.ru.



ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ

www.technodevelop.ru



ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО

**Алексей Михайлович
ФАДЕЕВ**

Доктор экономических наук

Председатель экспертной межведомственной комиссии «Международного конкурса научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие и освоение Арктики и континентального шельфа»

Уважаемые коллеги, дорогие друзья!

От имени экспертной межведомственной комиссии «Международного конкурса научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие и освоение Арктики и континентального шельфа», я рад приветствовать всех читателей данного сборника работ.

Многие из научно-технических и инновационных разработок, представленных на конкурс в этом году, носят не совсем обычный характер. Ведь сегодня освоение Арктики столкнулось с целым рядом макроэкономических вызовов, действующими секторальными ограничениями, включающие запрет на работу с российскими энергетическими компаниями для большинства западных производителей оборудования и поставщиков технологий. Успешное решение возникших промышленных и технологических задач во многом предопределяет возможность самостоятельной реализации амбициозных арктических проектов российскими энергетическими компаниями.

Эффективная и безопасная реализация проектов в Арктике требует от науки и производства создания принципиально новых технико-технологических решений, по своей сложности часто сопоставимых с технологиями для космической отрасли или развития нанотехнологий. Только на текущий момент в России насчитывается около 30 интеллектуальных месторождений, которые уже

обеспечивают почти треть всей добычи углеводородов.

Большинство современных энергетических компаний выбрало цифровизацию своей деятельности в качестве безусловного производственного приоритета. Помимо наличия «интеллектуальных месторождений», управляемых на основе цифровой интерпретации множества получаемых данных, широкое распространение получают беспилотные летательные аппараты, на российских месторождениях уже используются подводные добывающие комплексы и роботизированные буровые установки, позволяющие обеспечить добычу углеводородов без непосредственного участия оператора.

Удержание лидерских позиций в освоении арктических ресурсов, требует от государства проведения собственной технологической политики, развития национальной системы стандартизации, создания принципиально новых научных и производственных решений, что, несомненно, приведет к изменению инженерной культуры в стране.

Главное преимущество текущей макроэкономической ситуации заключается в том, что санкции позволили активизировать развитие национального сервисного рынка в Российской Федерации. Введение санкций ударило, в том числе, и по зарубежным производителям: многие иностранные

компании вынуждены ограничивать свою деятельность на территории России. В связи с этим на рынке появляются ниши, которые занимают отечественные компании.

Для российской промышленности санкции также сформировали технологические вызовы, часто связанные с разработкой и освоением выпуска новой уникальной продукции, что требует серьезной научной и производственной работы, государственных стимулов и координации с заказчиками. Однако и в этом направлении у России уже есть вполне осязаемые успехи, что во многом продемонстрировали участники конкурса в рамках представленных работ.

Очевидно, что реализация программ, направленных на скорейший уход от импортозависимости и достижение технологического суверенитета, требует консолидации действий на всех уровнях управления: от исполнительной законодательной власти до энергетических компаний, научных организаций, отраслевых ассоциаций, союзов и бизнес-сообществ.

Арктические ресурсы – это важнейшая часть ресурсной базы государства, которая, без сомнения, является важнейшим конкурентным преимуществом страны, а их освоение во многом определяет загрузку важнейших отраслей промышленности, создание значительного количества рабочих мест, увеличение налогооблагаемой базы, стимулирование научных разработок, а также улучшение демографической ситуации посредством привлечения высококвалифицированных кадров для работы в арктических регионах.

Поздравляю всех победителей и лауреатов Международного конкурса научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие и освоение Арктики и континентального шельфа!

Хочу пожелать всем читателям крепкого здоровья, удачи, новых научных и производственных достижений на благо Российской Федерации!



АРКТИКА – ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ ПЕРЕДОВЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Алексей Иванович
КУЛАПИН

*Генеральный директор Российского
энергетического агентства Минэнерго России,
доктор химических наук*

Арктическая зона – стратегически важная территория России, имеющая ключевое значение для роста экономики всей страны. Именно здесь располагается колоссальный ресурсный потенциал, в том числе уникальные месторождения углеводородов. По оценкам экспертов, эти месторождения содержат более 7 млрд тонн нефти и около 55 трлн кубометров газа.

Реализация имеющегося потенциала региона относится к сфере национальных интересов России. Приоритетные направления развития Арктической зоны и континентального шельфа Российской Федерации закреплены в Энергетической стратегии России и учитываются при ее актуализации.

В настоящее время в Арктике уже реализуется целый ряд масштабных проектов в области добычи и переработки полезных ископаемых, строительства транспортной, энергетической и производственной инфраструктуры. Однако освоение всех имеющихся богатств Арктической зоны Российской Федерации [АЗРФ] невозможно без внедрения передовых технологических решений.

Работа в условиях вечной мерзлоты требует постоянного обеспечения теплоизоляции как внутри скважин, так и на поверхности. Для решения данных задач используются специальные технические решения – радиаторы, системы циркуляции хладагента в земле и вокруг скважины. При этом

условия экстремально низких температур и больших температурных перепадов диктуют необходимость использования материалов из специальных сплавов, полимеров и композитов, сохраняющих свои свойства в таком температурном диапазоне. В дополнение к этому необходима организация работ, минимизирующая пребывание персонала на открытом воздухе и позволяющая работать в морозозащитной одежде.

Географическая удаленность, отсутствие дорог и развитой инфраструктуры делают организацию логистики довольно трудной задачей, серьезно влияющей на издержки и рентабельность проекта. При разработке оборудования для работы в АЗРФ необходимо закладывать в его конструкцию возможность автономной работы и учитывать ситуации, при которых нельзя оперативно доставить запчасти или расходные материалы.

Особого внимания требует процесс переработки углеводородов в арктических условиях, который также требует применения самых современных технологических решений.

На сегодняшний день в Ямalo-Ненецком автономном округе уже успешно функционирует не имеющий аналогов в мире завод по производству сжиженного природного газа (СПГ) «Ямал СПГ», продолжается строительство уникального завода «Арктик СПГ 2».

Планируется возведение третьей технологической линии завода по крупнотоннажному производству СПГ на острове Сахалин и «Дальневосточного СПГ», а также создание комплекса по переработке и сжижению природного газа в районе п. Усть-Луга. В Амурской области завершается строительство крупнейшего Амурского газоперерабатывающего завода. Там же строится комплекс по сжижению природного газа производительностью 1,5 т/час.

Эти примеры хорошо показывают, что Арктика становится важным центром технологического роста.

Массовое применение самых современных научных разработок позволит более детально строить геологические модели объектов, облегчит открытие новых месторождений, а также позволит минимизировать негативное антропогенное воздействие на окружающую среду.

В результате значительно возрастет эффективность поисков залежей нефти и газа, что позволит обеспечить устойчивое воспроизведение минерально-сырьевой базы основных отраслей ТЭК. В сложившихся внешнеполитических условиях стратегической задачей является максимальная локализация производства оборудования на территории нашей страны.

Планы по развитию Арктической зоны России – это амбициозный и в то же время крайне важный для России стратегический проект, от успешной реализации которого во многом зависит энергетическая безопасность всей страны. Таким образом, Международный конкурс научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие и освоение Арктики и континентального шельфа, является неотъемлемой частью общей национальной политики Российской Федерации.



ЭКСПЕРТНАЯ МЕЖВЕДОМСТВЕННАЯ КОМИССИЯ

Председатель экспертной межведомственной комиссии	ФАДЕЕВ Алексей Михайлович	Доктор экономических наук, Профессор Высшей школы производственного менеджмента Санкт- Петербургского политехнического университета Петра Великого, Главный научный сотрудник Института экономических проблем им. Г.П. Лузина Кольского научного центра РАН, Исполнительный директор Ассоциации полярников Мурманской области
КНТЦ освоения морских нефтегазовых ресурсов. Заместитель председателя экспертной межведомственной комиссии	МИРЗОЕВ Дилижан Аллахверди оглы	Главный научный сотрудник, доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Уральский государственный юридический университет»	ГОЛОВИНА Светлана Юрьевна	Заведующая кафедрой трудового права, д.э.н., профессор, член постоянно действующей рабочей группы по совершенствованию трудового законодательства Комитета по труду и социальной политике Государственной Думы РФ.
ФГУП «Атомфлот»	ГОЛОВИНСКИЙ Станислав Акимович	Заместитель генерального директора по развитию предприятия. Руководитель Представительства ФГУП «Атомфлот» в г. Москве.
Минюст России	ГОРОДИЛОВ Андрей Владимирович	Заместитель директора Департамента управления делами, кандидат экономических наук
АО «НПП ПТ «Океанос»	ЗАНИН Владислав Юрьевич	Советник генерального директора
ПАО «НК «Роснефть»	ЗВЯГИНЦЕВ Андрей Николаевич	Заместитель директора департамента- начальник управления, кандидат технических наук, Герой России

АО «АБ «РОССИЯ»	КИМ Евгений Гыымович	Вице-Президент, Начальник департамента по работе с предприятиями газовой отрасли
ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России	КОНЕВ Алексей Викторович	Заместитель генерального директора
ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России	КУЛАПИН Алексей Иванович	Генеральный директор
ФГБУ «Морспасслужба»	ЛЕПЕТИНСКИЙ Иван Сергеевич	Главный врач
ФГБУ науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук (ИНХС РАН)	МАКЛАКОВА Александра Александровна	Научный сотрудник, К.Э.Н.
НП «КОНЦ ЕЭС»	МИЩЕРЯКОВ Сергей Васильевич	Генеральный директор, доктор экономических наук, кандидат технических наук
ООО «ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ» Секретарь экспертной межведомственной комиссии	МОРОЗОВА Ольга Павловна	Генеральный директор
АО «Корпорация развития Дальнего Востока и Арктики»	НАБАТЧИКОВА Анастасия Анатольевна	Управляющий Директор (нефтегазохимия)
Фонд поддержки деловых коммуникаций БРИКС +	РЕЕВ Степан Николаевич	Руководитель офиса энергетических проектов
ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»	САЖКО Максим Борисович	Советник при ректорате

Институт наследия и современного общества РГГУ	СМИРНОВА Ольга Олеговна	Директор института, член научного совета при Совете Безопасности Российской Федерации, член Государственной комиссии по вопросам развития Арктики, доктор экономических
000 «ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ»	ЧУДНОВ Александр Юрьевич	Советник генерального директора
000 «Интегра Менеджмент»	ШУЛЬМАН Дмитрий Михайлович	Исполнительный директор, кандидат экономических наук

Секретарь экспертной
межведомственной комиссии

О.П. Морозова

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО	3
АРКТИКА – ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ ПЕРЕДОВЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	5
1. ЛАУРЕАТЫ ПЕРВОЙ ПРЕМИИ	
1.1. «Разработка технологии морских широкополосных синхронных инженерных и нефтегазовых сейсмических исследований» Авторский коллектив ПАО «Нефтяная компания «Роснефть» (ПАО «НК «Роснефть»), Фонд поддержки научно-проектной деятельности студентов, аспирантов и молодых ученых «Национальное интеллектуальное развитие» (Фонд «НИР»), ООО «Арктический научно-проектный центр шельфовых разработок» (ООО «Арктический Научный Центр»), ООО «РН-Эксплорейшн»: Колюбакин Андрей Анатольевич, Осипов Сергей Владимирович, Обмётко Виктор Валерьевич, Хайруллина Елена Александровна, Фриденберг Александр Игоревич, Новиков Сергей Сергеевич, Угрюмов Александр Сергеевич, Токарев Михаил Юрьевич, Потемка Андрей Константинович, Лукашев Роман Валерьевич, Федяинов Антон Игоревич.	16
1.2. «Создание горелочных устройств для обустройства месторождения углеводородного сырья Арктики и континентального шельфа» Авторский коллектив ООО ФПК «Космос-Нефть-Газ»: Шевцов Александр Петрович, Белогубец Федор Александрович, Курасов Валерий Владимирович, Лачугин Иван Георгиевич, Осипов Александр Юрьевич, Павелко Александр Ильич, Род Константин Вячеславович, Черниченко Владимир Викторович, Швагер Александр Витальевич.	20
1.3. «Обеспечение Арктики реактивным топливом. Отечественная технология производства» Авторский коллектив ПАО «Славнефть-ЯНОС»: Максимов Антон Львович, Борисанов Дмитрий Владимирович, Бубнов Максим Александрович, Вахромов Николай Николаевич, Гудкович Игорь Владимирович, Дутлов Эдуард Валентинович, Карпов Николай Владимирович.	24
1.4. «Разработка комплекса технических решений по устойчивому развитию промышленной инфраструктуры Большого Уренгоя на основе энергоэффективных способов подготовки транспорта углеводородов» Авторский коллектив ООО «Газпром добыча Уренгой»: Гимпу Виталий Сергеевич, Типугин Антон Александрович, Филиппов Андрей Николаевич, Галимов Марсель Ринатович, Юхин Сергей Викторович, Хайруллин Ильшат Рамильевич, Иванов Николай Валерьевич.	27
1.5. «Совершенствование конструктивных и технологических решений систем локального хранения сжиженного природного газа для нужд объектов военной инфраструктуры Минобороны России в Арктической зоне» Авторский коллектив Федерального государственного казённого военного образовательного учреждения высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации: Саркисов Сергей Владимирович, Смелик Анатолий Анатольевич, Дегтярев Алексей Николаевич, Симовин Андрей Андреевич.	31
1.6. «Комплексная система обеспечения целостности резервуара» Авторский коллектив ООО «НИИ Транснефть»: Захарченко Андрей Викторович, Криулин Виталий Владимирович, Исаев Эльдар Анатольевич, Гусева Юлия Александровна, Ерохин Сергей Сергеевич.	35

1.7. «Развитие человеческого капитала Арктики и континентального шельфа посредством построения системы процессоориентированных учебных центров, основанных на внедрении эффективных подходов agile-методологии»	
АО «Россети Тюмень», автор: Суханова Ирина Владимировна.	39

2. ЛАУРЕАТЫ ВТОРОЙ ПРЕМИИ

2.1. «Разработка автоматизированной системы для выявления объектов, оказывающих негативное влияние на качество электроэнергии»	
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ), автор: Куделина Дарья Васильевна.	44
2.2. «Мобильная установка для очистки снега и льда от нефтяных загрязнений»	
Авторский коллектив Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ухтинский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «УГТУ»): Михеевская Марина Александровна, Дубровский Михаил Александрович, Михеевский Евгений Владимирович.	49
2.3. «Мониторинг динамики деградации мерзлоты с помощью глубинной высокоразрешающей импульсной электроразведки»	
Авторский коллектив АО «НИЦ «СТРОИТЕЛЬСТВО»: Алексеев Андрей Григорьевич, Дуйсиналиев Нурбулат Амангельдиевич, Антипов Вадим Валерьевич, Горкин Дмитрий Сергеевич, Сахтеров Владимир Иванович.	52
2.4. «Дорожные и аэродромные плиты нового поколения - как элемент эффективного транспортного строительства в Арктической зоне»	
Авторский коллектив ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет»: Трофимов Валерий Иванович, Иванов Даниил Андреевич, Хитрич Григорий Алексеевич.	56
2.5. «Временная изоляция продуктивных пластов блокирующими составами с программируемым саморазрушением»	
Авторский коллектив ООО «Иркутская Нефтяная Компания»: Беляков Андрей Юрьевич, Давыдович Михаил Иванович.	61
2.6. «Интерактивное приложение «Цифровой двойник населения Арктики»	
Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, автор: Смирнов Андрей Владимирович.	65
2.7. «Научное обоснование требований по надежности, мобильности и автономности перспективных образцов специальной техники для эксплуатации в Арктике»	
Авторский коллектив Военного института (инженерно-технического) федерального государственного казённого военного образовательного учреждения высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева» Министерства обороны Российской Федерации: Гавrilov Сергей Владимирович, Ивагин Владимир Сергеевич, Буланов Сергей Владимирович, Тугушев Рифат Шамильевич, Пивоваров Михаил Михайлович, Желтов Алексей Михайлович, Храмов Дмитрий Владимирович, Сидоров Сергей Николаевич, Селищев Иван Сергеевич.	69

3. ЛАУРЕАТЫ ТРЕТЬЕЙ ПРЕМИИ

3.1. «Способы содержания запасов продовольствия в условиях разрушений (аварий) потенциально опасных объектов»	
Авторский коллектив Федерального государственного казённого военного образовательного учреждения высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения	

имени генерала армии А.В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации: Дегтярев Алексей Николаевич, Заречнев Алексей Александрович, Дубровский Максим Алексеевич, Петрашов Сергей Сергеевич, Гусев Дмитрий Михайлович, Куракин Александр Викторович, Сарсымбаев Ерлан Серикович, Пономарев Николай Вениаминович, Марков Алексей Петрович.	74
3.2. «Инновации разработки модификации устройств для контроля качества продовольствия в Арктической зоне»	
Авторский коллектив Федерального государственного казённого военного образовательного учреждения высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации: Романчиков Сергей Александрович, Лоза Александр Александрович, Зирюкин Олег Александрович, Самойлов Анатолий Владимирович, Кречин Ярослав Олегович.	77
3.3. «Продовольственные ресурсы и их оснащение в Арктической зоне Российской Федерации»	
Авторский коллектив Филиала Федерального государственного казённого военного образовательного учреждения высшего образования «Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации в г. Вольске (Вольский военный институт материального обеспечения): Кажаров Ахмед Мусарбиевич, Пришельцев Сергей Николаевич, Жеишев Руслан Сатвалдович, Никифорова Елена Анатольевна, Грефенштейн Владимир Сергеевич.	80
3.4. «Военно-экономическое обоснование обеспечения продовольственными ресурсами Арктической зоны»	
Авторский коллектив Филиала Федерального государственного казённого военного образовательного учреждения высшего образования «Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации в г. Вольске (Вольский военный институт материального обеспечения): Целыковских Александр Александрович, Мокроусов Алексей Сергеевич, Пришельцев Сергей Николаевич, Никифоров Максим Александрович, Горин Дмитрий Владимирович, Рыбин Артем Алексеевич.	84
3.5. «Инновационные разработки совершенствования технологических процессов банно-прачечного обслуживания малочисленных команд в ограниченных пространствах»	
Авторский коллектив Федерального государственного казённого военного образовательного учреждения высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации: Басько Александр Петрович, Мокроусов Александр Сергеевич, Абрамов Алексей Кириллович, Николюк Ольга Ивановна, Попенюк Дмитрий Игоревич, Авраменко Максим Борисович, Вишневский Алим Аммарович, Мокрушин Александр Сергеевич, Рогоза Родион Геннадьевич.	89
3.6. «Инновационные разработки модификации тепловых аппаратов пищевых производств»	
Авторский коллектив Федерального государственного казённого военного образовательного учреждения высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации: Целыковских Александр Александрович, Чумаков Леонид Владимирович, Ермошин Николай Алексеевич, Уточкин Евгений Владимирович, Логинова Татьяна Николаевна.	92
3.7. «Научно-популярная серия «Нефтегазовая история»	
Бюджетное учреждение Ханты-Мансийского автономного округа - Югры «Музей геологии, нефти и газа», автор: Яшков Иван Александрович.	96

3.8. «Создание Ассоциации музеев нефтегазовой истории»	
Бюджетное учреждение Ханты-Мансийского автономного округа - Югры «Музей геологии, нефти и газа», автор: Паньков Александр Викторович.	99
3.9. «Инновационные теплицы Арктических регионов»	
Авторский коллектив ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук «Полярно-Альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аворина» (ПАБСИ КНЦ РАН): Серебрянский Андрей Викторович, Носов Иван Сергеевич, Ибрагимов Энвер Валерьевич.	101
3.10. «Оптимизация питания работающих в условиях Арктики»	
Авторский коллектив ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России: Рахманов Рафаиль Сальхович, Богомолова Елена Сергеевна, Нарутдинов Денис Алексеевич.	104
3.11. «Информационная система краткосрочного прогнозирования и оперативного оповещения об экстремальном состоянии верхней ионосферы в арктическом регионе»	
Авторский коллектив Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий»: Воробьев Андрей Владимирович, Воробьева Гульнара Равилевна.	108

ЛАУРЕАТЫ ПЕРВОЙ ПРЕМИИ



ПАО «НЕФТЯНАЯ КОМПАНИЯ «РОСНЕФТЬ» (ПАО «НК «РОСНЕФТЬ»),
ФОНД ПОДДЕРЖКИ НАУЧНО-ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ
УЧЕНЫХ «НАЦИОНАЛЬНОЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ» (ФОНД «НИР»),
ООО «АРКТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ПРОЕКТНЫЙ ЦЕНТР ШЕЛЬФОВЫХ РАЗРАБОТОК»
(ООО «АРКТИЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»), ООО «РН-ЭКСПЛОРЭЙШН»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МОРСКИХ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИНХРОННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ И НЕФТЕГАЗОВЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Авторский коллектив:
Колюбакин Андрей Анатольевич,
Осипов Сергей Владимирович,
Обмётко Виктор Валерьевич,
Хайруллина Елена Александровна,
Фриденберг Александр Игоревич,
Новиков Сергей Сергеевич,
Угрюмов Александр Сергеевич,
Токарев Михаил Юрьевич,
Потемка Андрей Константинович,
Лукашев Роман Валерьевич,
Федяинов Антон Игоревич.

Этапы геологоразведочных работ цикличны и, как правило, приурочены к навигационному периоду акваторий. Цикл геологоразведочных работ включает в себя планирование полевых работ, полевой этап (сбор данных), камеральный этап (специализированная обработка и анализ данных) и выработку рекомендаций для проведения дальнейших работ.

Стандартная, «нефтегазовая» сейморазведка и высокочастотная «инженерная» сейморазведка зачастую сталкиваются со схожими проблемами, однако отсутствие взаимодействия между специалистами в данных отдельных группах приводит к потере качества конечного результата. Объединение их усилий во многих случаях позволит получить наилучший геологический результат для постановки последующего бурения с учетом технологических рисков при существенном снижении общих затрат. Анализ столь разнородных сейсмических данных в нескольких частотных диапазонах в будущем следует проводить на регулярной основе, разработав для этого не только качественные, но и специальные количественные методы, включая интегрированную цифровую обработку данных, получаемых в «нефтяной» и «инженерной» сейморазведке. Это значительно повысит общую

информационность и эффективность морских сейсмических исследований на всех этапах.

Цель проекта – разработка и внедрение в производство технологии морских широкополосных синхронных инженерных и нефтегазовых сейсмических исследований, основное назначение которой является сокращение производственного цикла геологоразведочных работ и обустройства шельфовых месторождений, а также повышение информативности и качества получаемых геофизических данных.

Технология морских широкополосных синхронных инженерных и нефтегазовых сейсмических исследований подразумевает выполнение на площадке изысканий одновременно следующего комплекса геофизических и гидрографических методов:

- Стандартная сейморазведка 2D/3D (2D/3D CP);
- Сейморазведка высокого разрешения (СВР);
- Сейморазведка сверхвысокого разрешения (ССВР);
- Акустическое профилирование (АПр);
- Многолучевое эхолотирование (МЛЭ);
- Морская магнитная съемка (MMC).

Для снижения негативного влияния на окружающую среду на протяжении всего периода работ выполняется акустический мониторинг морских

млекопитающих (AM ММО), целью которого является своевременное обнаружение и идентификация морских млекопитающих в районе работ с последующим оперативным принятием технических решений по минимизации воздействия.

Задачи, которые должно позволить решить внедрение технологии:

- сокращение временных затрат от этапа 2D/3D сейсморазведочных работ на лицензионных участках до бурения поисковой/разведочной скважины за счет синхронного выполнения 2D/3D сейсморазведки и инженерно-геофизических исследований для подготовки документов территориального планирования, документации по планировке территории и выбора площадок (трас) строительства в рамках инженерно-геологических изысканий;
- уменьшение сроков и улучшения качества анализа и интерпретации данных инженерно-геофизических исследований за счет применения технологий искусственного интеллекта для идентификации опасных геологических процессов и явлений;
- повышение достоверности прогноза осложнений при бурении и детальности построения геомеханических моделей вдоль ствола скважины за счет использования сейсмической инверсии в нескольких частотных диапазонах;
- сокращение сроков выполнения камеральных этапов обработки данных 3D сейсморазведки за счет проведения высокопроизводительных вычислений на суперкомпьютерах с использованием отечественного программного обеспечения;
- повышение качества интерпретации сейсмических данных с целью выявления поисковых объектов вследствие учета неоднородностей верхней части геологического разреза.

На этапе геологоразведочных работ предлагаемая технология позволит сократить период выбора места размещения скважины и подготовки площадки бурения с 5-7 лет до 3-4 лет за счет синхронных полевых наблюдений, обработки геофизических данных с использованием высокопроизводительных вычислительных средств, учета неоднородностей верхней части геологического разреза и опережающей идентификации опасных геологических процессов и явлений с использованием технологий «искусственного интеллекта» на всей площади перспективной геологической структуры.

В случае открытия месторождения по итогам поискового бурения предлагаемая технология должна уменьшить срок подготовки к разведочному бурению на отдельных участках с 3-4 до 1-2 лет и, в целом, сократить период обустройства месторождения за счет опережающего проектирования размещения эксплуатационного оборудования и инфраструктуры ввиду наличия результатов инженерно-геофизических исследований на всей площади изысканий.

Общая экономия времени производственных работ, от сейсмической съемки до обустройства месторождения, в значительной степени повышает экономическую эффективность проекта со стороны Заказчика (ранний запуск эксплуатации месторождения и начало получения прибыли от добычи углеводородного сырья).

Кроме того, предлагаемая технология позволяет снизить уровень негативного антропогенного воздействия на морских млекопитающих и сократить простоя судна из-за встречи морских млекопитающих (ММ) за счет превентивных мер по «мягкому старту» акустических источников геофизического судна, последовательной активации источников воздействия с плавным наращиванием мощности и частоты импульсов

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ПОЛЕВЫХ РАБОТ

Комплекс инженерно-геофизических исследований при проведении широкополосных синхронных исследований в рамках 3D стандартной сейсморазведки должен включать следующие виды работ:

- Навигационное обеспечение (НАВ) всех видов работ.
- Многолучевое эхолотирование (МЛЭ) – для определения глубин, получения изображений водной толщи, амплитуд обратного рассеяния и данных о морфологии морского дна.
- Акустическое профилирование (АПр). Глубина исследования для данного вида работ должна составлять не менее 10 метров, при наличии акустически проницаемых грунтов. Центральная частота 1,5-15 кГц.
- Сейсморазведка сверхвысокого разрешения (ССВР). Длина активной части сеймокосы может варьироваться от 30 до 150 метров, количество каналов от 16 до 48, расстояние между центрами групп от 2 до 3,125 метров. Глубина исследования для данного вида работ должна составлять

не менее 100 метров, при наличии акустически проницаемых грунтов. Разрешающая способность метода по вертикали не хуже 2-3 метров. Диапазон частот 150-1500 Гц.

- Сейсморазведка высокого разрешения (СВР). Длина активной части сейсмокосы может варьироваться от 150 до 1200 метров, количество каналов от 48 до 192, расстояние между центрами групп от 3.125 до 12.5 метров. Глубинность исследования для данного вида работ должна составлять не менее 1000 метров, при наличии акустически проницаемых грунтов. Разрешающая способность метода по вертикали не хуже 7 метров. Диапазон частот 50-500 Гц.

- Морская магнитная съёмка (MMC). Съёмка осуществляется в режиме продольного градиентометра. Рекомендуется также организовать постановку

буйковой магнитовариационной станции (МВС).

- Морские гидрометеорологические изыскания.
 - Акустический мониторинг морских млекопитающих (АМ ММО). Акустический мониторинг выполняется либо с использованием буксируемой регистрирующей антенны, либо использованием активной антенны, закрепленной на борту судна. Мониторинг морских млекопитающих должен проводиться непрерывно на протяжении всего периода изысканий и заверяться визуальными наблюдениями.

Предполагается одновременное выполнение всех работ (МЛЭ, АПр, ССВР, СВР, ММС, АМ ММО) при одном проходе судна.

Оборудование для выполнения работ устанавливается как на судно, осуществляющее сейсмическую съемку 3D (методы СВР, ССВР, АПр, АМ

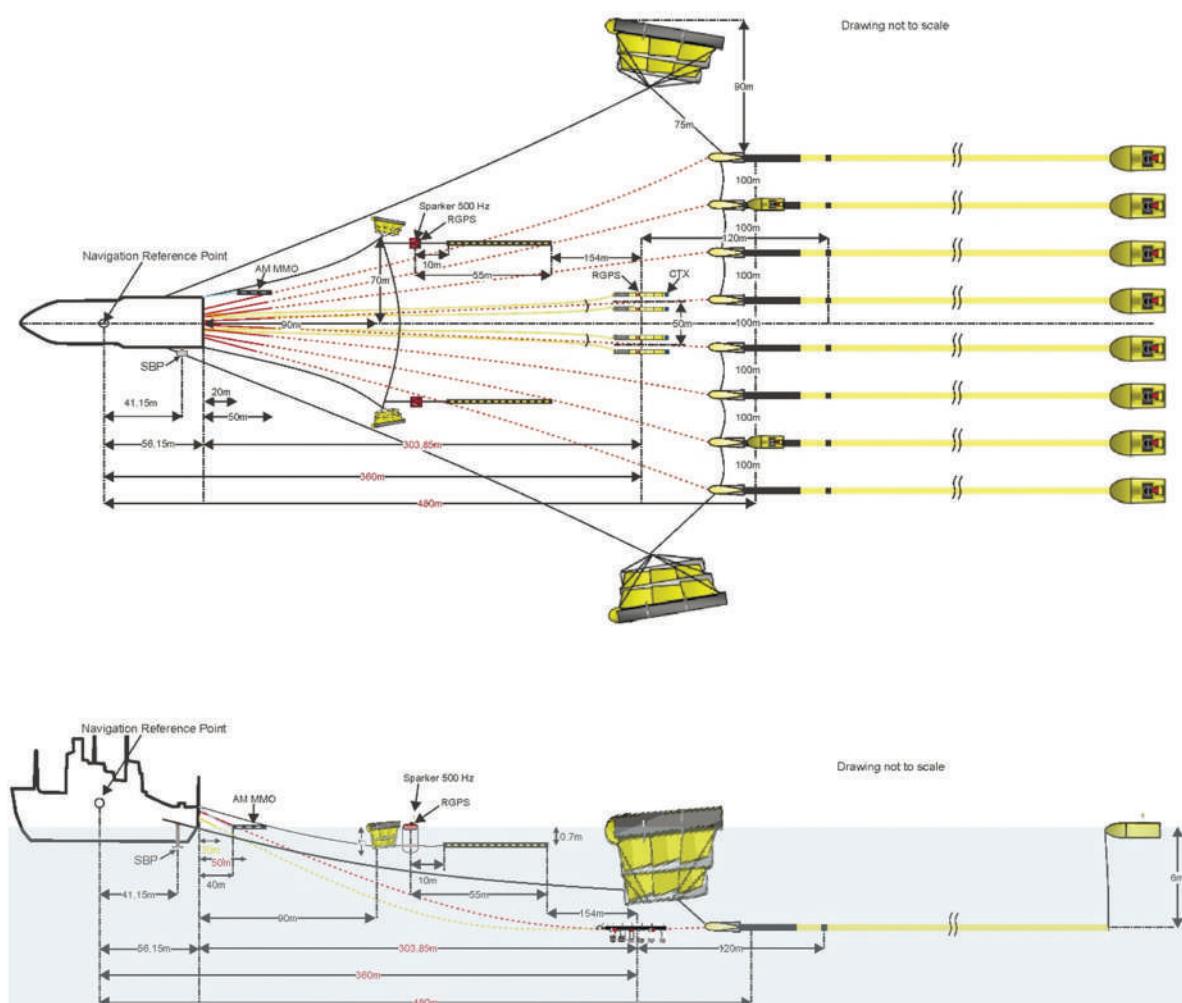


Рис. 1. Методика широкополосных синхронных инженерных и нефтегазовых сейсмических исследований на 3D сейсмическом судне.

ММО), так и на судно сопровождения (методы СВР, ССВР, АПр, МЛЭ, ММС). Инженерно-геофизические исследования проводятся одновременно с проведением сейсмической съемки 3D.

Методика широкополосных синхронных инженерных и нефтегазовых сейсмических исследований на 3D сейсмическом судне приведена на рис. 1.

Добавим также, что концепция технологии морских широкополосных синхронных инженерных и нефтегазовых сейсмических исследований может быть адаптирована и применима не только при 3D сейсмических работах, но и при 2D стандартной сейсморазведке, что значительно расширяет границы применимости и пользу от внедрения технологии в индустрию изысканий. Предполагается одновременное выполнение всех работ (МЛЭ, АПр, СУВР, ССВР, СВР, АМ ММО и (опционально) ММС) при одном проходе судна.

Для обеспечения качественной работы совокупной группы специалистов необходимо обеспечить качественный канал связи между суднами, позволяющий помимо координационного общения производить также обмен данными (в т.ч. полным пакетом полевого материала).

Для реализации подобного подхода предлагается организовать три независимых способа обмена информацией (рис. 2):

- Направленный Wi-Fi канал;
- Спутниковый интернет VSAT;
- Передача данных на физических носителях с использованием рабочего катера.

Стандартные сейсмические данные содержат информацию о инженерно-геологических условиях верхней части геологического разреза, пригодную для целей территориального планирования, однако стандартный график обработки данных не подходит для её извлечения. В рамках разработки Технологии на архивных данных были отработаны подхо-

ды к обработке широкополосной сейсморазведки, оценена трудоемкость и эффективность процедур и алгоритмов, подготовлены регламенты портирования отечественного программного обеспечения на высокопроизводительные вычислители (суперкомпьютеры), в т.ч. «Ломоносов». Выполнение обработки на подобном оборудовании позволит существенно сократить сроки и повысить качество цифровой обработки нефтегазовых и инженерных сейсмических данных.

Результаты, полученные в ходе специализированной обработки данных в широком диапазоне частот, показали существенный прирост информативности как в части решения нефтегазовых задач, так и для анализа верхней части геологического разреза.

В целом за период реализации проекта был выполнен большой объём работ с применением инновационных технологий на каждом из этапов, включающий специализированные инженерно-сейсмические исследования, специализированную обработку и анализ геофизических данных в широком диапазоне частот с использованием высокопроизводительных вычислителей и отечественного программного обеспечения.

Разработанная технология продолжает совершенствоваться в рамках запланированных в текущем году и в последующие годы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Однако уже существующие к настоящему времени научно-методические, технические и практические составляющие современного варианта технологии позволяют производить ее внедрение в производственные циклы геологоразведочных работ, а также использовать подходы и рекомендации как при планировании будущих изысканий, так и при обработке и анализе результатов изысканий прошлых лет.



Рис. 2. Способы обмена данными между 3D сейсмическим судном и судном сопровождения: Wi-Fi мост (слева), спутниковый канал связи (по центру) и рабочий катер (справа).

ООО ФПК «КОСМОС-НЕФТЬ-ГАЗ», г. ВОРОНЕЖ

СОЗДАНИЕ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОБУСТРОЙСТВА МЕСТОРОЖДЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ АРКТИКИ И КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА

Авторский коллектив:

Шевцов Александр Петрович,
Белогубец Федор Александрович,
Курасов Валерий Владимирович,
Лачугин Иван Георгиевич,
Осипов Александр Юрьевич,
Павелко Александр Ильич,
Род Константин Вячеславович,
Черниченко Владимир Викторович,
Швагер Александр Витальевич.

При освоении и эксплуатации месторождений углеводородного сырья, особенно расположенных в Арктике и на континентальном шельфе, чрезвычайно актуальными становятся проблема утилизации образующихся при пуске оборудования и в процессе производства некондиционных газов, промстоков и газожидкостных смесей, дальнейшая переработка которых невозможна или экономически нецелесообразна, а также проблема дальнейшего снижения концентрации вредных веществ в продуктах утилизации. В настоящее время, данная проблема решается путем сжигания некондиционных газов, промстоков и газожидкостных смесей при помощи факельных установок, либо их последующей переработкой с получением электричества, что позволяет предотвратить загрязнение окружающей среды токсичными и горючими веществами, тем не менее, на крупных месторождениях и морских нефтедобывающих платформах мощности установок для переработки попутного нефтяного газа недостаточно для переработки всего объема некондиционного газа и большая его часть все равно сбрасывается на факельные системы для сжигания.

По конструктивным особенностям – расположению факела по отношению к опорной поверхности – можно выделить две основные группы факельных систем:

- **горизонтальные** – предназначены для сжигания газов, паров и жидкостей с направлением факела в горизонтальном направлении; как правило, в специальное сооружение – амбар, обеспечиваю-

щее улавливание несгоревшей жидкости, защиту от попадания ее в грунтовые воды и ограничивающее воздействие пламени на объекты, расположенные в направлении факела – лес, технологические объекты, иные объекты производственного и непроизводственного назначения;

Горизонтальные факельные установки применяются при продувке шлейфов скважин и технологических линий, при термической утилизации промышленных стоков, при освобождении трубопроводов обвязки и срабатывании предохранительных клапанов, при полном освобождении изотермических хранилищ со сжиженным углеводородным газом.

- **вертикальные** – предназначены для сжигания газов и паров, сбрасываемых по вертикальному факельному стволу. Вертикальные факельные стволы могут быть выполнены как самонесущие конструкции, крепиться растяжками или устанавливаться в строительных конструкциях. В одной строительной конструкции могут быть установлены факельные стволы нескольких факельных установок, в том числе, различного назначения. При применении рекомендуется учитывать, что продукты сгорания не должны оказывать агрессивного воздействия на технические устройства и оборудование – факельный ствол, оголовок, пилотные горелки и пр., а также коммуникации соседних факельных установок.

В начале 2000-х годов в России принято более жесткое природоохранное законодательство в части охраны окружающей среды:

- №7-ФЗ от 10.01.2002 г. с изм. «Об охране окружающей среды»;

- №96-ФЗ от 04.05.1999 г. с изм. «Охрана атмосферного воздуха»;

- СанПиН 2.1.6.1032-01 – требования по ПДК.

Указанные в нем нормы требуют обеспечения минимальных выбросов продуктов неполного сгорания, таких как сажа (C), окись углерода (CO) и окиси азота (NOx).

Одним из приоритетных направлений научно-производственной деятельности Общества с ограниченной ответственностью «Финансово-промышленная компания «Космос-Нефть-Газ», г. Воронеж, (ООО ФПК «Космос-Нефть-Газ», г. Воронеж), в соответствии с научно-технической политикой публичного акционерного общества «Газпром» (ПАО «Газпром») и реализацией положений Энергетической стратегии России на период до 2030 года, является создание устройств горелочных для месторождений Крайнего Севера и континентального шельфа.

ООО ФПК «Космос-Нефть-Газ» разработано и поставлено на объекты добычи и переработки газа более ста различных модификаций и исполнений устройств горелочных горизонтальных и вертикальных, адаптированных под индивидуальные особенности объектов эксплуатации.

Подробно конструкция и работа созданных горизонтальных горелочных устройств рассмотрена на примере устройства горелочного горизонтального УГГ500, как базового для целого семейства устройств для сжигания и утилизации некондиционных газов, промстоков и газожидкостных смесей. Конструкция и работа горелочных устройств, созданных на его основе, отличается от базового исполнения устройства примененными материалами, наличием/отсутствием дополнительных элементов, значением расходов и т.д.

Краткая характеристика устройства горелочного горизонтального УГГ500:

- Тип горелки – диффузионная (без предварительного смешения с воздухом).

- Расход сжигаемой среды, нм³/ч – 20833...41670.

- Давление сжигаемой среды, МПа – 0,6...1,2.

Предназначено для сжигания пластовой смеси одновременно с термическим обезвоживанием входящей в их состав жидкой фазы при продувке



Рис. 1. Устройство горелочное УГГ500.

скважин и кустов скважин газовых и газоконденсатных месторождений с повышенным содержанием сероводорода.

Оголовок выполнен из жаропрочной стали в виде тела Коанда, что позволяет выдерживать продолжительные жидкостные пробки без срыва пламени основной горелки. Розжиг дежурной горелки выполняется посредством запальнице по принципу «бегущего огня». Устройством УГГ500 оснащены газовые скважины в ООО «Газпром добыча Астрахань». Отличительной особенностью от всех последующих модификаций УГГ является его материальное исполнения, стойкое к воздействию сероводорода свыше 30%.

Устройство УГГ500-02 является дальнейшим развитием базовой модели УГГ-500, но выполнено из хладостойкой стали для эксплуатации в климатических условиях Арктики и континентального шельфа.

Представленные горелочные устройства успешно эксплуатируются на следующих месторождениях углеводородов:

1. Устройства горелочные УГГ500-02 применяются на объекте «Обустройство Западно-Песцовой площади Уренгойского НГКМ».

2. Устройства горелочные УГГ500-07, УГГ500-07А, УГГ500-17, УГГ500-17А, УГГ500-17А-02 и т.д. применяются на объектах: ОАО «Сибнефтегаз» (Береговое НГКМ); ООО «НОВАТЭК-ТАРКОСАЛЕ-НЕФТЕГАЗ» (Харабейское месторождение); ООО

«Газпром добыча Уренгой» (Ачимовские отложения Уренгойского НГКМ); ООО «Газпром добыча Надым» (Сеноман-аптских залежи Бованенковского НГКМ); ОАО «РусГазАльянс» (Семаковское ГМ).

3. Устройства горелочные УГГ500-08, УГГ500-08А, УГГ500-08Д, УГГ500-08Д1, УГГ500-08М, УГГ500-08Э, УГГ500-08Э1, УГГ500-18 применяются на объектах: ООО «Газпром добыча Надым» (Сеноман-аптских залежах Бованенковского НГКМ и Харасавэйского ГКМ, газосборной сети Ямсовойского НГКМ); филиал «Газпром-нефть-Муравленко» ОАО «Газпром-нефть-ННГ» (Еты-Пуровское месторождение); АО «АРТИКГАЗ» (Ачимовские отложения Уренгойского НГКМ Самбургского ЛУ).

4. Устройства горелочные УГГ500-21, УГГ500-21-01 и т.д. Применяются на объектах: АО «АРТИКГАЗ» (Ачимовские отложения Уренгойского НГКМ Самбургского ЛУ); ОАО «Ямал СПГ» (Южно-Тамбейское ГКМ); ООО «Газпром добыча Надым» (Сеноманская залежь Юбилейного НГКМ); ОАО «Сибнефтегаз» (Хадырьяхинский ЛУ); ООО «Ачим-Девелопмент» (Ачимовские отложения Уренгойского НГКМ); ООО «Лукойл-Западная Сибирь» (Пякяхинское месторождение, Тазовский район); ООО «Газпром добыча Уренгой» (Ачимовские отложения Уренгойского НГКМ).

5. Устройства УГГ500-21С, УГГ500-21С1 и их исполнения. Применяются на объектах: ООО «Газпром добыча Уренгой» (Ачимовские отложения Уренгойского НГКМ); ООО «ЯРГЕО» (Южная залежь Ярудейского НГКМ); АО «Сибнефтегаз» (Береговое НГКМ).

6. Устройства горелочные УГГ500С и их исполнения. Применяются на объектах: ООО «Газпром добыча Уренгой» (Ачимовских отложений Уренгойского НГКМ); АО «РОСПАН ИНТЕРНЕШНЛ»; ООО «Новатэк-Юрхаранефтегаз» (Северо-Часельский ЛУ); ООО «Новатэк-Таркосаленефтегаз» (Олимпийский ЛУ).

7. Устройства горелочные типа УГГ500-30 применяются на объектах: ООО «ЯРГЕО» (Южная залежь Ярудейского НГКМ); ОАО «Ямал СПГ» (Южно-Тамбейское ГКМ); ООО «Газпром добыча Ямбург».

Специалистами ООО ФПК «Космос-Нефть-Газ» предложены критерии для обеспечения работоспособности вертикальной факельной системы, выполнение которых позволит обеспечить эффективное смешение утилизируемых продуктов с

кислородом воздуха, иметь высокую однородность скоростного поля на выходе из факельной установки и, при этом, не требовать дополнительных источников энергии (воздух, пар).

Приведенные требования решаются на основе трех предложенных принципов организации горения для вертикальных факельных систем:

- разбивка одного общего потока на несколько частей;
- достижение высокой равномерности скоростного поля на выходе из оголовка за счет использования диффузора и внутренних конусов;
- подкрутка потока вокруг собственной оси.

В рамках предложенных технических решений, в компании ООО ФПК «Космос – Нефть – Газ» в течение нескольких лет проводится постепенное внедрение новых технических решений в конструкцию разрабатываемых факельных оголовков.

Представленные факельные оголовки успешно эксплуатируются на следующих месторождениях углеводородов:

- факельные оголовки высокого давления применяются на Верхнечонском месторождении, Михайловско-Коханском месторождении, других объектах ПАО «Газпром» (Ярактинское месторождение, Оренбургский НГКМ, Южно-приобский ГПЗ, Южно-Тамбейское ГКМ, Пякяхинское месторождение и др.),

- факельный оголовок для бездымного сжигания сбросных газов высокого, низкого давления и сероводородсодержащих газов применяется для морской ледостойкой стационарной платформы (МЛСП) «Приразломная»,

- факельные оголовки с предварительной подачей воздуха применяются для МЛСП «Приразломная»

Мировая новизна и оригинальность конструктивско-технологических решений по горелочным устройствам и способам их применения подтверждена несколькими десятками патентов РФ на изобретения.

Созданные горелочные устройства и факельные системы обладают следующими преимуществами:

- оперативность и простота монтажа в суровых климатических условиях;
- удобство транспортировки;
- работа горелочных устройств в автономном режиме;

- индивидуальный подбор комплектующих для условий работы;
- минимальные габаритные размеры и минимальный вес;
- возможность оптимального использования рабочих площадей;
- минимальные вложения в проектно-строительные работы.

Технический результат от использования разработанных горелочных устройств заключается в повышении удельной эффективности очистки газа на единицу затрат, улучшении технико-экономических и экологических показателей в составе установки комплексной подготовки газа на наземных и шельфовых промыслах за счет компактной объемной компоновки и достигаемых при этом сокращении материоемкости оборудования, обвязки, объема непучинистого насыпного грунта в основании в районах с экстремальными климатическими условиями, снижения трудоемкости и энергоемкости монтажа за счет применения горелочных устройств полной заводской готовности и сокращения строительно-монтажных работ при возведении установки комплексной подготовки газа в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гриценко В.Д., Орехов Е.А., Модернизация факельных оголовков для бездымного сжигания газов, Насосы. Турбины. Системы. 2015. № 2 (15). С. 33-44.
2. Зельдович Я.Б., Садовников П.Я., Франк-Каменецкий Д.А. Окисление азота при горении. – М.: Издательство академии наук СССР, 1947г.
3. Лачугин И.Г. и др. Патент РФ №2315238. Способ сжигания продувочных газов и устройство для его реализации. Заявка №2006127123, 27.07.2006. Опубликовано: 20.01.2008, Бюл. № 2
4. Лачугин И.Г. и др. Патент РФ №2355948. Факельная горелка. Заявка №2007116732. 07.05.2007. Опубликовано: 20.05.2009, Бюл. № 14
5. Лачугин И.Г. и др. Патент РФ №2355949. Факельная горелка Заявка №2007116733. 07.05.2007. Опубликовано: 20.05.2009. Бюл. № 14.
6. Лачугин И.Г. и др. Патент РФ №2371635. Факельная горелка. Заявка №2007142011. 15.11.2007. Опубликовано: 27.10.2009.Бюл. № 14
7. Лачугин И.Г. и др. Патент РФ №2378575. Способ сжигания газов. Заявка №2008125397 13.09.2019. Опубликовано: 20.05.2020.Бюл. № 14
8. Лачугин И.Г. и др. Патент РФ №2382943. Наконечник факела. Заявка №2008125395. 13.09.2019. Опубликовано: 20.05.2020. Бюл. № 14
9. Орехов Е.А., Сухов А.И., "К вопросу оптимизации про-цесса горения в камере сгорания газотурбинной установки газоперекачивающего агрегата", Вестн. Воронежского гос. технич. ун-та, 6:8 (2010), 127–131с.
10. Стаскевич Н.Л., Северинец Г.Н., Видорчик Г.Я. Справочник по газоснабжению и использованию газа. – Л.: Недра, 1990г.
11. Стрижевский И.И., Эльнатанов А.И. Факельные уста-новки. – М.: Химия, 1979г.

ПАО «СЛАВНЕФТЬ-ЯНОС», г. ЯРОСЛАВЛЬ
**ОБЕСПЕЧЕНИЕ АРКТИКИ РЕАКТИВНЫМ ТОПЛИВОМ.
ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА**

Авторский коллектив:
Максимов Антон Львович,
Борисанов Дмитрий Владимирович,
Бубнов Максим Александрович,
Вахромов Николай Николаевич,
Гудкович Игорь Владимирович,
Дутлов Эдуард Валентинович,
Карпов Николай Владимирович.

Завод введен в эксплуатацию в 1961 году. ПАО «Славнефть-ЯНОС» входит в тройку крупнейших нефтеперерабатывающих заводов России с объемом переработки порядка 15 млн т нефти в год. ЯНОС является лидером по выпуску реактивного топлива среди НПЗ РФ. Активно разрабатывает и внедряет инновационные импортозамещающие технологии. Многие из нефтепродуктов, выпускаемых предприятием, включены в «100 лучших товаров России».

Руководство нашей страны уделяет большое внимание развитию авиаперевозок в Арктике. 26 октября 2020 года Президент РФ подписал указ № 645 об утверждении стратегии развития Арктики и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года. В этой зоне располагаются стратегические объекты МО РФ для сдерживания и недопущения агрессии. Реактивное топливо ТС-1 применяется МО не только в авиадвигателях (МиГ-29, и проч.), но и в танках Т-80, оборудованных газотурбинным двигателем ГДТ-1000Т. В Арктике, помимо военного присутствия, проживает около 2,5 млн граждан России, добываются полезные ископаемые и функционируют промышленные предприятия. Учитывая эти факты, необходимо поддерживать налаженную и бесперебойную авиационную логистику. Всё это указывает на важность обеспечения реактивным топливом Арктической зоны.

Теме авиаперевозок была посвящена отдельная секция на VIII Международной конференции «Арктика: устойчивое развитие» («Арктика-2023»,

ТПП РФ). Доклад соискателей вызвал большой интерес, а тема рекомендована для выдвижения на настоящую премию. Авторы были удостоены благодарностей от сенатора РФ от Якутии Акимова А.К. и организаторов конференции.

Цель работы – создание простой и надежной технологии крупнотоннажного производства реактивного топлива.

Нормы, предъявляемые к качеству реактивного топлива, постоянно ужесточаются, в сырье вовлекаются высокосернистые и тяжелые нефти. Это зачастую не позволяет использовать прямогонный керосин для получения реактивных топлив без очистки от меркаптанов.

Для очистки реактивных топлив от меркаптанов в РФ применяют явно избыточный процесс гидроочистки (ГО), имеющий ряд недостатков: снижается смазывающая способность, что приводит к введению в значительной мере импортных противоизносных присадок, снижает выход целевого продукта.

На Западе применяют окислительную демеркаптанизации (ОДМ). Несмотря на эффективность, он имеет ряд недостатков: состоит из большого количества аппаратов, приводит к образованию щелочных стоков, в РФ отсутствуют собственные надежные катализаторы. Кроме того, процесс мало применим в РФ ввиду особенностей климата и требований ГОСТа.

Для решения проблемы очистки реактивных топлив от меркаптановой и, частично, общей серы авторами разработана и успешно внедрена на двух НПЗ России (три блока) инновационная техноло-

гия очистки, лишённая всех вышеперечисленных недостатков. Она позволяет с низкими капитальными, временными и эксплуатационными затратами увеличить производство авиатоплив, повысить качество, в том числе при использовании «сложного» сырья, уйти от применения зарубежных присадок, высвободить установки гидроочистки для переработки других фракций, повысить эффективность НПЗ.

Теоретические основы: меркаптаны легче подвергаются гидрогенолизу, чем другие сернистые соединения. Авторы поставили себе задачу найти условия, при которых в реакцию гидрогенолиза вступают только меркаптаны.

Лабораторная проработка показала, что гидродемеркаптанизация (ГДМ) прямогонного топлива может проходить при низких температурах и давлениях, без использования дорогостоящих печей и компрессоров. Эти режимы могут быть реализованы на установках первичной переработки нефти без увеличения численности персонала.

Опытно-промышленная апробация разработанной технологии проведена на установке фракционирования нефти АВТ-4 (атмосферно-вакуумная трубчатка) ПАО «Славнефть-ЯНОС». В конце 2000 года на блоке ГДМ АВТ-4 был завершен опытно-промышленный пробег. Анализы проб продукта показали их соответствие по всем показателям требованиям нормативной документации, содержание меркаптановой серы снижалось ниже 50 ppm. Пуск блока ГДМ на АВТ-4 высвободил мощности по гидроочистке дизельного топлива и увеличил технологическую гибкость работы завода.

Промышленное внедрение и дальнейшее развитие технологии. В 2002 по усовершенствованной схеме пущен еще один блок ГДМ на установке АВТ-3.

В 2017 году, внедрён ряд приемов, составляющих ноу-хау предприятия, что позволило ПАО «Славнефть-ЯНОС» выйти в лидеры по производству реактивного топлива в РФ и занять третье место по переработке нефти (рис. 1).

На рис. 2 приведены показатели работы блоков ГДМ ПАО «Славнефть-ЯНОС».

Технология продемонстрировала свою высокую эффективность при переработке сырья с высоким содержанием меркаптанов.

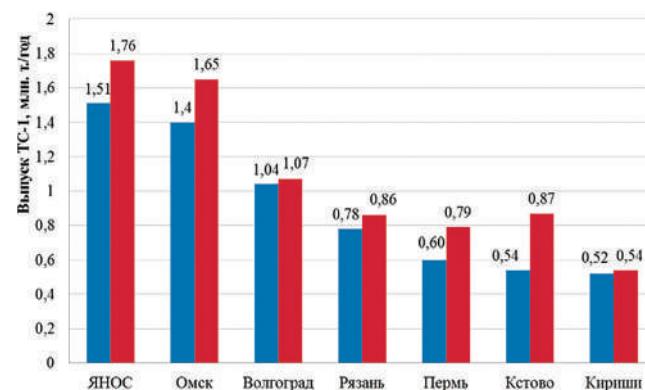


Рис. 1. Выпуск ТС-1 на ведущих НПЗ РФ за 2020 г. (синий) и 2021 г. (красный)

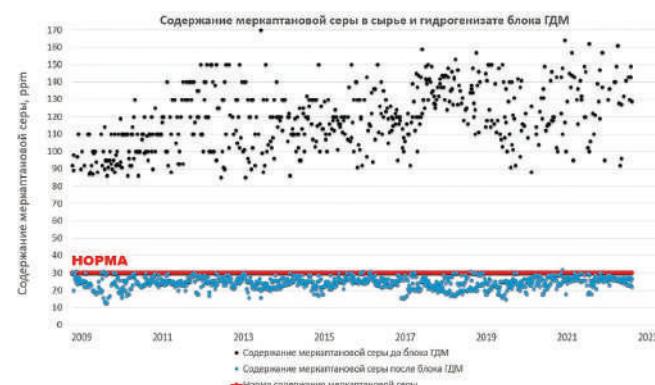


Рис. 2. Содержание меркаптановой серы в прямогонном сырье и демеркаптанизированном продукте блоков ГДМ ПАО «Славнефть-ЯНОС»

В 2016 г. на установке АВТ-6 ООО «Лукойл-Нижегороднефтеоргсинтез». Былпущен в эксплуатацию еще один блок ГДМ.

Сравнение промышленных технологий очистки прямогонного реактивного топлива с новым процессом ГДМ представлено в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что практически по всем показателям разработанный процесс имеет преимущества по сравнению с технологиями гидроочистки и окислительной демеркаптанизации. ГДМ – простой, малозатратный и высокоэффективный процесс, применение которого позволит удовлетворять потребности российских авиаперевозчиков в реактивном топливе.

Разработан и выпускается специализированный отечественный катализатор ГДМ, что открывает дальнейшие перспективы развития процесса. Всего по данной технологии выпускается порядка

Показатель	Процесс		
	ОДМ	ГО	ГДМ
Давление, МПа	0,1-0,3	2,0-4,0	0,6-1,0
Температура, °C	50-80	200-350	180-250
Капитальные затраты	До 35 % от варианта ГО	Высокие	20-25 % от варианта ГО
Потребность в персонале	Достаточно операторов установки АВТ	Необходимо набирать и обучать персонал	Достаточно операторов установки АВТ
Необходимость ввода смазывающей присадки	Нет	Да	Нет
Опыт промышленной эксплуатации	Отрицательный опыт в РФ	Повсеместно	Более 20 лет (2 блока)
Наличие оборудования для высокого давления, компрессоров, печей	Нет	Да	Нет
Время строительства	Более 1 года	Более 1 года	Возможно за ремонт
Затраты на строительство блока мощностью 100 т/ч, млн. руб.	1 032	3 178	777

Таблица 1.
Сравнение процессов очистки реактивного топлива

2,5 млн т. реактивного топлива в год или 20% от выпуска в стране (12,2 млн т. в 2021 г.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Пихтов М.И., Евдакушин А.Ю., Черный Д.В., Румянцев С.В., Панченко А.В., Клоков Е.А., Иванов П.С. Выход в лидеры производства реактивного топлива. Получение премии П.А. Столыпина 2020 // Химия и технология топлив и масел. – 2021. – № 4. – С. 22-25.
2. Карпов Н.В., Вахромов Н.Н., Дутлов Э.В., Бубнов М.А., Гудкевич И.В., Капустин В.М., Чернышева Е.А.,

Борисанов Д.В. Гидродемеркаптанизация – оптимальный способ получения реактивного топлива. Сравнение с гидроочисткой и окислительной демеркаптанизацией // Химия и технология топлив и масел. – 2021. – № 4. – С. 38-42.

3. Борисанов Д.В., Дутлов Э.В., Максимов А.Л., Карпов А.Н. Разработка и внедрение отечественной технологии производства реактивного топлива // Бурение и нефть. – 2023. – № 2. – С. 36-39.

ООО «ГАЗПРОМ ДОБЫЧА УРЕНГОЙ»

**РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ
ПРОМЫСЛОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ БОЛЬШОГО УРЕНГОЯ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ
СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ ТРАНСПОРТА УГЛЕВОДОРОДОВ**

Авторский коллектив:
Гимпу Виталий Сергеевич,
Типугин Антон Александрович,
Филиппов Андрей Николаевич,
Галимов Марсель Ринатович,
Юхин Сергей Викторович,
Хайруллин Ильшат Рамильевич,
Иванов Николай Валерьевич.

Справочная информация: ООО «Газпром добыча Уренгой» — 100% дочернее предприятие публичного акционерного общества «Газпром».

Сеноманские газовые залежи Уренгойского комплекса более 40 лет находятся в промышленной эксплуатации. Подготовка сеноманского газа осуществляется абсорбционной осушкой с его компримированием в двух компрессорных цехах ДКС [1, 2]. Нижнемеловые (валанжинские) залежи Уренгойского месторождения разрабатываются с 1985 года, подготовка осуществляется низкотемпературной сепарацией. Товарный газ с установок направляется в межпромысловый коллектор (МПК), а нестабильный конденсат подается на завод по подготовке конденсата к транспорту (ЗПКТ) для дальнейшей подготовки. МПК месторождений Большого Уренгоя – система трубопроводов, представленная 2 коридорами – западным и восточным, каждый из которых состоит из двух ниток диаметром 1420 мм.

В период падающей добычи актуальна проблема высвобождения мощностей оборудования особенно газоперекачивающих агрегатов, имеющих мощность 16 МВт. С начала 2000-х годов на сеноманских УКПГ, расположенных на одних технологических площадках с валанжинскими установками, были реализованы схемы совместной эксплуатации промыслов, которые позволили повысить эффективность работы ГПА, ввести валанжинские

ДКС на 5-9 лет позже проектных сроков, снизить на них металлоемкость и суммарную мощность на 60 МВт за счет уменьшения выходного давления с 11,0 до 7,35 МПа [3].

Для решения проблем загрузки ГПА на остальных промыслах в проекте разработки предусматривалось объединение сеноманских промыслов в группы и переход на трех- и четырехступенчатое сжатие газа с выводом из эксплуатации излишних мощностей. Для транспортировки газа с низким давлением между промыслами предусматривалась прокладка трубопроводов. Однако продолжительные сроки разработки проектов реконструкции Уренгойского комплекса не позволили реализовать указанные выше решения. ООО «Газпром добыча Уренгой» приступило к выполнению работ по модернизации ЗРА для применения СПЧ со степенями сжатия 3,0 на первой ступени и 2,0 на второй [4]. Проведение таких работ требовало остановки не только сеноманских промыслов, но и валанжинских.

Для предотвращения остановки промыслов и сокращения добычи газа и конденсата требовалось обеспечить устойчивое развитие промысловой инфраструктуры. Данная задача решена с помощью разработки и внедрения гибких технологических схем подготовки и компримирования газа.

Проведенный анализ загрузки трубопроводов межпромыслового коллектора, который показал возможность выделения одной нитки для транспортировки газа с пониженным давлением на расстояние до 65 км. На основе этого в ООО «Газпром

добыча Уренгой» было предложено использовать в качестве головных УКПГ УКПГ-4, 7 и 12, остальные промыслы (за исключением УКПГ-1АС) перевести в сателлиты, газ с которых поступает на головные. В 2011-2015 годах проведена реконструкция межзональных транспортных коммуникаций на УКПГ-4, 7 и 12 и подключающих трубопроводах к МПК для подачи на эти установки газа с других промыслов.

На начальном этапе выполнения этих работ на УКПГ-11, 12, 13 проведены испытания двух вариантов совместной эксплуатации сеноманских промыслов. В первом варианте на промысле, с которого подается газ на головной промысел, из эксплуатации выводились обе ступени ДКС, а во втором варианте из эксплуатации выводилась вторая ступень ДКС [5]. Было установлено, что при совместной эксплуатации ступеней ДКС, как на головном промысле, так и на сателлитах, устойчивость эксплуатации дожимного комплекса повышается. Важным достоинством второго варианта является возможность регулировки работы фонда скважин на каждом промысле собственными агрегатами первой ступени ДКС, поэтому рекомендовано использовать второй вариант.

С 2012 года на месторождениях Большого Уренгоя применяются различные гибкие схемы совместной эксплуатации двух и трех промыслов, как сеноманских, так и валанжинских с сеноманскими (таблица 1). Они позволили обеспечить неп-

рерывность процесса добычи углеводородов в условиях проведения работ по замене ЗРА на ДКС, планово-профилактических работ и испытания новой СПЧ, снижения пластового и входного давления на установки ниже проектных значений.

На сегодняшний день единственным валанжинским промыслом без собственной ДКС является УКПГ-11В. В период с 2013 по 2015 годы во время проектирования и строительства трубопровода между УКПГ-11 и УКПГ-11В на ней внедрена технология двухступенчатого дросселирования газа с его подачей на ДКС УКПГ-12 [6]. В дальнейшем реализована подача товарного валанжинского газа на вторую ступень сжатия ДКС УКПГ-11. В 2018 году потребовалась подача газа валанжинского промысла на первую ступень ДКС, но установленные малопроизводительные СПЧ 16/30-3,0МУ не позволяли компримировать газ двух установок. В этой связи разработан способ совместной работы УКПГ-11, 11В, 12 (рис. 1). На первой ступени сжатия ДКС УКПГ-11 установили высокопроизводительную СПЧ 16-41/2,2 и осуществили компримирование сеноманского и валанжинского газа на обеих ступенях ДКС УКПГ-11, а для компенсации снижения степени сжатия произвели окончательное компримирование газов на ДКС УКПГ-12.

Способ трехступенчатого компримирования получил дальнейшее развитие при совместной эксп-

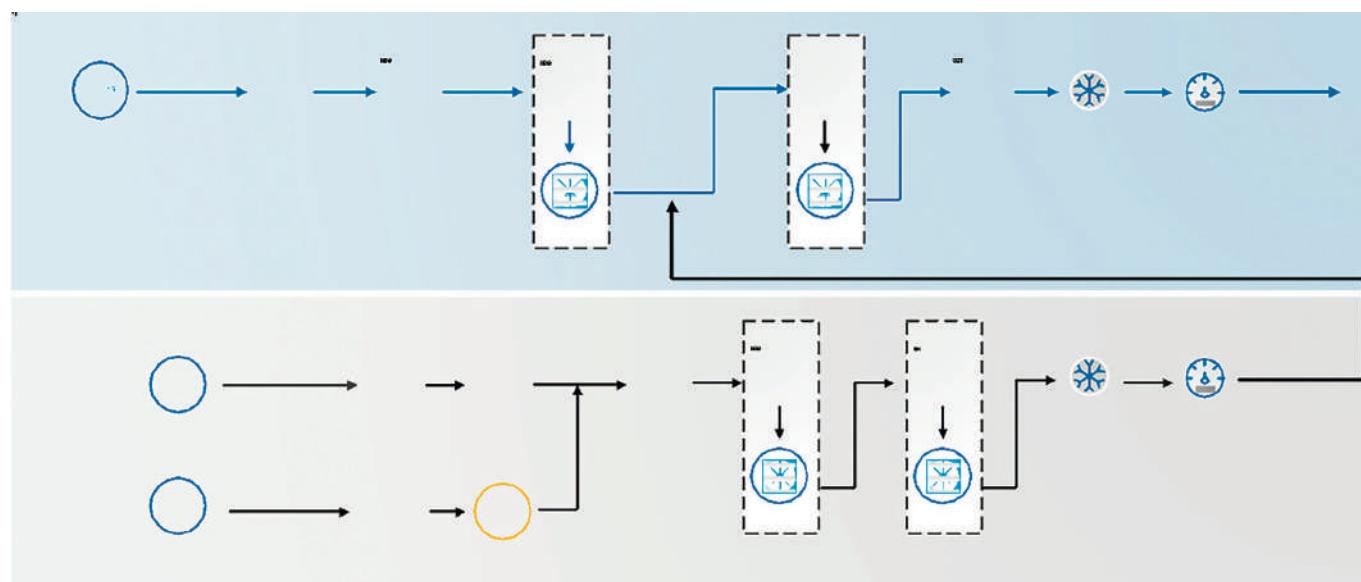


Рис. 1. Схема совместной эксплуатации УКПГ-11, 11В и 12.

Таблица 1. Гибкие схемы совместной эксплуатации промыслов с использованием трубопроводов межпромыслового коллектора

	Головной промысел	Промыслы-сателлиты	Сроки эксплуатации	Причина перехода
1	УКПГ-4	УКПГ-2В	15.05.2012-19.07.2012	Замена ЗРА на ДКС УКПГ-2
		УКПГ-2В+3	04.06.2013-25.06.2013	Замена ЗРА на ДКС УКПГ-2, 3
		УКПГ-5В	20.03.2015-30.04.2015	Замена ЗРА на ДКС УКПГ-5
		УКПГ-7	09.09.2021-17.09.2021	Замена крана на ГПА второй ступени ДКС УКПГ-7
2	УКПГ-7	УКПГ-5В	14.09.2016-19.11.2016	Диагностическое обследование трубопроводов
3	УКПГ-12	УКПГ-11В	09.08.2013-13.09.2013	Замена ЗРА на ДКС УКПГ-11
			04.08.2017-22.08.2017	ППР
			23.07.2019-29.07.2019	ППР и испытание СПЧ
			09.09.2021-20.09.2021	ППР
		УКПГ-15	29.05.2017-20.06.2017	Снижение пластового давления ниже проектного значения
			15.10.2018-24.12.2018	
		УКПГ-11	21.06.2018-10.07.2018	Обеспечение режима НТС УКПГ-11В
			19.07.2018-01.10.2018	
		УКПГ-11+11В	30.05.2019-23.07.2019	Перенос срока ввода ДКС УКПГ-11В
		УКПГ-13	17.07.2020-06.08.2020 24.09.2020-14.01.2021	Замена ЗРА на ДКС УКПГ-13

лутации группы промыслов УКПГ-15 и 12. В настоящее время входное давление газа на УКПГ-15 ниже проектного значения на 0,3 МПа поэтому до установки СПЧ 16-30/3,5 была реализована подача газа УКПГ-15 на вторую ступень ДКС УКПГ-12.

Большое внимание уделено разработке и внедрению энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий. Решена проблема утилизации товарного газа из ремонтируемых участков межпромыслового коллектора, продукция из которых направляется на ДКС УКПГ-4, 7, 12, что позволяет

снизить негативное воздействие на окружающую среду. На сеноманских УКПГ, расположенных на одних технологических площадках с валанжинскими установками изменена схема подготовки газа благодаря чему сократились безвозвратные потери ДЭГ [7]. На насосной станции перекачки конденсата реализована схема охлаждения газа деэтанизации ЗПКТ, поступающего на УКПГ-2В, конденсатором УКПГ-1AB, 5В, 8В с использованием холода многолетнемерзлых пород [8].

Летом 2021 года возникла необходимость эксплуатации валанжинских промыслов в условиях прекращения работы Уренгойского ЗПКТ. Были разработаны и внедрены схемы подачи конденсата с УКПГ-2В, 5В, 8В и подготовки на нефтепромыслах. Предложенный термобарический режим эксплуатации оборудования позволил подготовить конденсат к транспорту на Сургутский завод по стабилизации конденсата (ЗСК) с нормативными требованиями [9].

Разработанные технические решения включены в проекты разработки и строительства ДКС на УКПГ-1АВ, 5В, 8В, а также Комплексные программы реконструкции и технического перевооружения объектов добычи газа ПАО «Газпром».

Основными результатами разработки и внедрения комплекса технических решений по устойчивому развитию промысловой инфраструктуры являются гибкие технологические способы подготовки и транспорта продукции сеноманских и валанжинских залежей которые обеспечили плановые объемы добычи газа и конденсата в условиях реконструкции сеноманских ДКС, снижения пластового давления ниже проектного значения, задержки ввода собственной ДКС на УКПГ-11В, дефицита мощностей переработки конденсата на Уренгойском ЗПКТ. Предотвращено снижение добычи газа на 3 016 млн. м³, конденсата на 412,7 тыс. тонн. Экономическая эффективность от использования результатов работы составила 8,089 млрд. руб.

Технические решения внедрены на 5 газоконденсатных, 12 газовых промыслах, двух ЦПДГГКН, МПК и насосной станции перекачки конденсата и могут быть применены при разработке других многопластовых месторождений России. По теме работы опубликована 26 публикаций, в том числе 6 патентов на изобретение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бекиров Т.М. Технология обработки газа и конденсата / Т.М. Бекиров, Г.А. Ланчаков. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 1999. – 596 с.
2. Гриценко А.И. Сбор и промысловая подготовка газа на Северных месторождениях России / А.И. Гриценко, В.А. Истомин, А.Н. Кульков [и др.]. – М.: ОАО «Издательство «Недра», 1999. – 473 с.
3. Ланчаков Г.А. Оптимизация подготовки газа валанжинских залежей Уренгойского НГКМ / Г.А. Ланчаков, В.А. Ставицкий, О.П., А.А. Типугин [и др.] // Газовая промышленность. 2005. – № 3. – С. 48-50.
4. Барцев И.В. Технологическое развитие ДКС и ЦДКС до 2010 года. / Материалы НТС ОАО «Газпром» «Технические решения по подготовке газа к транспорту на газовых и газоконденсатных месторождениях с падающей добычей». – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2001, Т. 2. – С. 52-54.
5. Пат. № 2587175 Российская Федерация. Способ сброса и подготовки углеводородного газа к транспорту // Корякин А.Ю., Николаев О.А., Цветков Н.А., Никитин А.В., Ларев П.Н.: заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Газпром добыча Уренгой» (ООО «Газпром добыча Уренгой»). – № 2014146359/05 ; заявл. 18.11.2014 ; опубл. 20.06.16, Бюл. № 17.
6. Кобычев В.Ф. Эксплуатация УКПГ-11В Уренгойского месторождения в условиях задержки ввода дожимной компрессорной станции / В.Ф. Кобычев, Р.Н. Исмагилов, М.А. Сорокин и [др.] // Газовая промышленность. 2019. – № 11. – С. 46-49.
7. Пат. № 2294429 Российская Федерация. Способ подготовки углеводородного газа к транспорту // Ланчаков Г.А., Сорокин С.В., Кульков А.Н., Кабанов О.П., Ставицкий В.А., Цветков Н.А., Абдуллаев Р.В., Типугин А.А., Истомин В.А., Салихов Ю.Б.: заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Уренгойгазпром» (ООО «Газпром добыча Уренгой»). – № 2004135134/03 ; заявл. 01.12.04 ; опубл. 27.02.07. Бюл. № 6.
8. Пат. № 2627754 Российская Федерация. Способ подготовки углеводородного газа к транспорту // Корякин А.Ю., Исмагилов Р.Н., Никитин А.В., Типугин А.А. [и др.]: заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Газпром добыча Уренгой» (ООО «Газпром добыча Уренгой»). – № 2016 137565 ; заявл. 20.09.16 ; опубл. 11.08.17. Бюл. № 23.
9. Кобычев В.Ф., Курдюмов С.С., Гимпу В.С., Хайруллин И.Р., Иванов Н.В. Совместная подготовка продукции нефтяных и газоконденсатных залежей Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. 2022. - №6. – С. 35-39.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ КАЗЁННОЕ ВОЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
им. ГЕНЕРАЛА АРМИИ А.В. ХРУЛЁВА» МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ СИСТЕМ
ЛОКАЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА ДЛЯ НУЖД ОБЪЕКТОВ ВОЕННОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ МИНОБОРОНЫ РОССИИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ**

Авторский коллектив:
Саркисов Сергей Владимирович,
Смелик Анатолий Анатольевич,
Дегтярев Алексей Николаевич,
Симовин Андрей Андреевич.

Структурные изменения климата, состояние атмосферы, загрязненность водяных площадей наряду с постоянно возрастающими темпами производства промышленности вынуждают мировое сообщество всерьез взяться за сохранность экологии планеты. При этом существенным препятствием видится ускоренное развитие некоторых стран, что влечет за собой повышение потребности в электроэнергии, тепле, заводском паре, а также в химических компонентах. Нефтяную индустрию в этом плане наиболее безболезненно способна заменить газовая (пока идет развитие получения энергии из возобновляемых источников) [1, 2].

Основными ограничительными параметрами является снижение выбросов угарного газа, сернистого ангидрида, оксидов азота и золы в атмосферу. При этом, природный газ после прохождения определенной очистки обладает существенно более низкими показателями коксемости, зольности и содержания гетеросоединений, при значительно более дешевых способах очистки (в частности нет нужны в дополнительных мощностях процесса гидроочистки) [3].

Трубопроводный транспорт является основным способом доставки природного газа потребителям, однако в некоторых случаях, прокладка трубы затруднена по причинам:

- неподходящий рельеф местности, связанный с большими затратами на разработку;
- подводная прокладка или необходимость в прорытии туннелей под морскими преградами;
- удаленность потребителя.

В этих случаях производится доставка относительно дешевым морским сообщением на специальных судах. Известно, что при сжижении природный газ дает экономию в объеме порядка 640 раз, что в 2-3 раза превышает объемы компримированных баллонов. Хранение СПГ происходит в многокубовых изотермических резервуарах, с минимальным теплообменом с окружающей средой [4, 5].

На данный момент, наиболее распространенный тип резервуаров это полностью герметизированный резервуар с двойной стенкой, представленный на рис. 1.

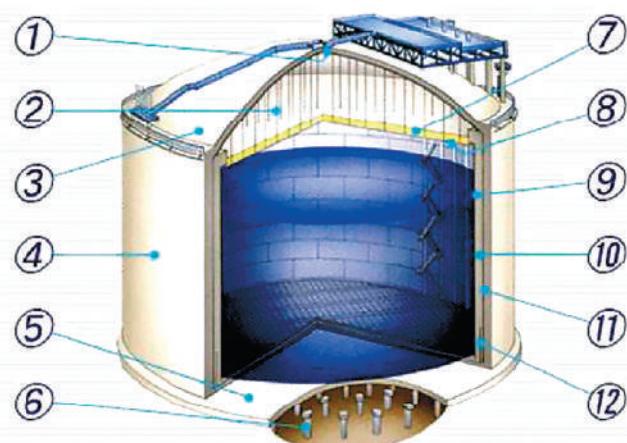


Рис. 1. – Конструкция резервуара для хранения СПГ:
1 – подкладка крыши; 2 – тяжи из нержавеющей стали;
3 – железобетонная крыша; 4 – наружная стенка из
преднапряженного железобетона; 5 – железобетонная
фундаментная плита; 6 – сваи; 7 – тепловая изоляция крыши;
8 – подвесная платформа; 9 – внутренний корпус из стали;
10 – засыпная тепловая изоляция стенки (перлит);
11 – подкладка наружной стенки; 12 – вторичная перегородка.

Опытные данные показывают, что для постройки резервуара вместимостью в 160000 м³ необходимы 37 месяцев работы, при этом главными недостатками использования технологии с использованием хладостойкой никелированной 9% стали являются:

- большой объем использования дорогостоящего материала;
- большой объем сварочных работ и связанные с этим затраты на специалистов-сварщиков и диагностов;
- ограничение по объему в 160 тыс. кубометров.

В ходе повышения энергетической эффективности объектов инфраструктуры МО РФ, их автономности, модернизации материально-технической базы, улучшения ее экологических и экономических показателей, реализация первостепенных проектов СПГ-инфраструктуры позволит решить ряд поставленных задач:

1. Снизить капитальные затраты на тепло- и энергоноситель для бесперебойного функционирования зданий, сооружений, оборонительных комплексов, автомобильного парка, военной тех-

ники и других вспомогательных объектов военного назначения.

2. Осуществить начальный этап расширения сетей газоснабжения с использованием СПГ.

3. Уменьшить зависимость Министерства обороны РФ от ценообразования на нефтяные виды топлива.

4. Дать толчок развитию отечественной инфраструктуры для надежного и стабильного обеспечения поставок СПГ для нужд населенных пунктов и использования природного газа в качестве моторного топлива.

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЛОКАЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ СПГ.

Наиболее рациональным технологическим решением регулирования рабочего объема СПГ является применение компенсирующего устройства в виде сильфонного компенсатора (гофрированной обечайки), представленного на рис. 2.

Сильфонный компенсатор является приспособлением цилиндрической формы, состоящим из

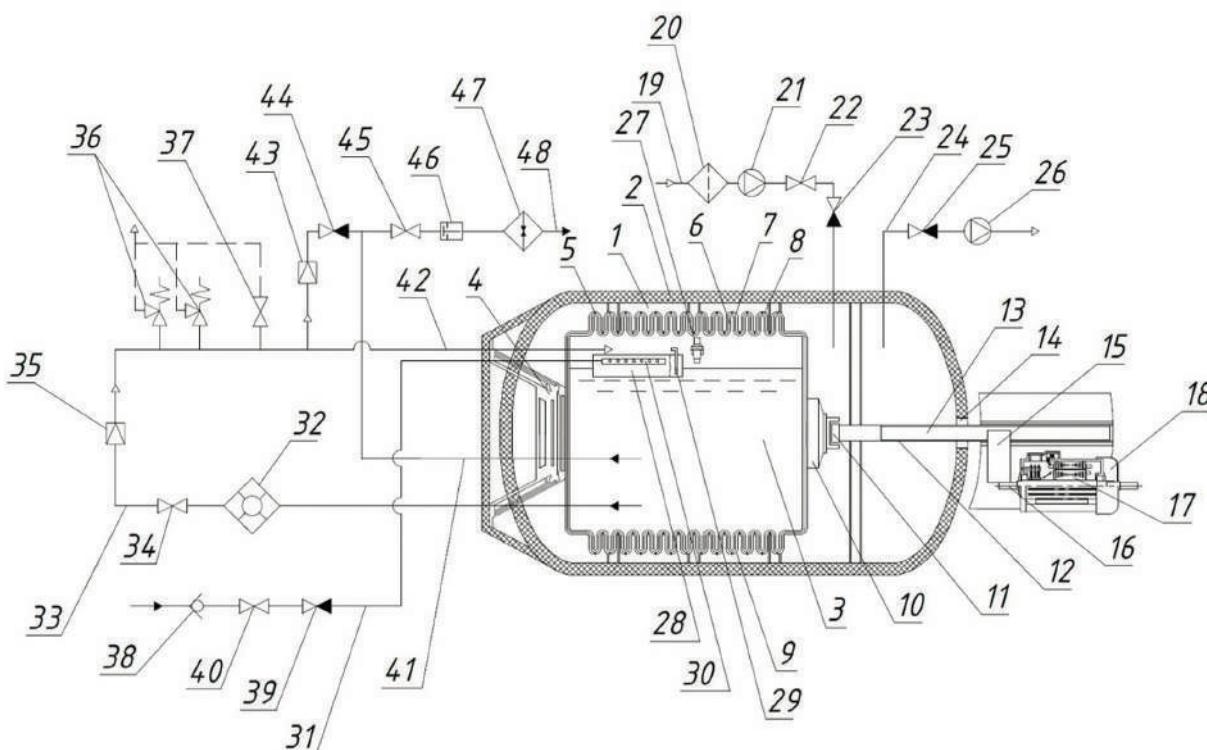


Рис. 2. Конструктивная схема перспективной малолитражной криогенной цистерны СПГ с изменяющимся объемом.

нескольких кольцевых гофр, посредством которых осуществляется поглощение и уравновешивание условных движений определенный величины и частоты, которые возникают в герметично соединяемых элементах трубопровода. Сильфонные компенсаторы устанавливаются как на системах теплоснабжения, системах ГВС, отопления, так и в системах криогенных трубопроводах.

Устройство работает следующим образом. С помощью заправочной горловины (38) криогенное топливо подается по заправочному трубопроводу (31) в устройство ввода СПГ (30), осуществляющее струйное заполнение емкости сильфонной конструкции (3), позволяющее увеличить поверхность контакта нагнетаемого топлива и пара, что приводит к конденсации последнего, падению избыточного давления и реализации бездренажной заправки. В этот момент запорные вентили (45), (34), (37) закрыты. В ходе достижения степени заполнения емкости сильфонной конструкции (3) до 90% срабатывает датчик ультразвуковой измеритель жидкого метана (27), который подает сигнал на пневмопривод запорно-регулировочного вентиля (40), и тот перекрывает подачу. Компенсационный бачок (28) в данном случае выполняет функцию системы безопасности: при возможном температурном расширении жидкой фазы топлива, оно будет направляться через соединительную трубку (29) во внутреннюю емкость бачка.

Система поддержания требуемого рабочего давления действует следующим образом. В том случае, когда внутри емкости сильфонной конструкции (3) образуется пониженное давление после заправки топливного бака (1), срабатывает регулятор давления (35), после чего СПГ под действием давления столба жидкости направляется в трубопровод дренажа-наддува (33) к испарителю наддува (32), который преобразует его в газ и направляет в верхнюю область емкости, что приводит к повышению избыточного давления газообразного метана. Если в емкости сильфонной конструкции (3) в ходе испарения СПГ возникает избыточное давление, превышающее верхнюю границу рабочего давления, то тогда открывается регулятор давления (43), находящийся на трубопроводе подачи газообразного топлива (42), что приводит к поступлению газа из верхней части емкости через

испаритель-теплообменник (47) к топливной рампе подачи СПГ (48) в ДВС (на фигуре не показан) и, как следствие, снижению избыточного давления.

Таким образом, разработанная малолитражная криогенная цистерна обеспечивает поддержание необходимого относительного объема жидкого и газообразного природного газа, что позволяет получить наибольший экономический эффект и повысить энергетическую эффективность системы локального хранения СПГ.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ БЕЗДРЕНАЖНОГО ХРАНЕНИЯ СПГ В ЛОКАЛЬНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ УСТАНОВКАХ

В рамках исследования проведено компьютерное моделирование. В результате программного моделирования с использованием гидродинамического комплекса было доказано:

1. Развитие пограничного слоя начинается не в нижней точке криососуда и зависит от геометрии бака, температурного градиента, плотности теплового потока, его равномерности и др.

2. Зона однородной температуры (неперемешанная жидкость) при условии рассмотрения однофракционного топлива (объемная доля CH₄ в СПГ равна 1) и отсутствия компонентной стратификации при наличии «старой» и «новой» жидкой фазы остается стабильной на длительном промежутке времени без потери гидродинамической устойчивости.

3. Время наступления критического избыточного давления Р_{доп} в баке на практике оказывается меше, чем при исследовании аналитической модели вследствие существования неучитываемых при инженерном расчете теплофизических и гидродинамических факторов, одним из которых является формирование слоя температурного расслоения, граничащего с газообразной средой слоем прогретой жидкости, что исключает процесс конденсации пара и, как следствие, усиливает скорость повышения рабочего давления.

Результаты численного моделирования приведены ниже (рис. 3).

1. Осуществленный инженерный расчет продолжительности бездренажного хранения СПГ показал t_6 , что время удержания метана в жидкком состоянии до наступления критического избыточ-

ногого давления внутри криогенного сосуда при расчетной температуре окружающей среды $t_{\text{ж1}} = 20^{\circ}\text{C}$ составляет $t_b = 11$ сут.

3. В ходе выполнения численного исследования на базе гидродинамического комплекса Star CCM+ была смоделирована двухфазная система «жидкость-пар» внутри гофрированного пространства разрабатываемой МКЦ с переменной границей раздела агрегатных состояний СПГ, что позволило получить данные по физическим особенностям формирования тепломасообменных полей и выявить динамику повышения избыточного давления по времени.

4. На основе применения конечно-элементного расчета с использованием программы ANSYS Workbench [Static Structural] было установлено, что для повышения пластичности аустенитной стали 12Х18Н10Т сильфонного сосуда необходимо изменить геометрию элементов конструкции бака, что позволит увеличить осевые перемещения конструкции без возникновения пластинчатых деформаций.

5. При анализе результатов технико-экономического исследования перспективной МКЦ получено, что наибольший экономический эффект при использовании разрабатываемого СПГ-бака с изменяющимся объемом достигается в случае изменения его объема с малолитражного на среднелитражный и более, например, при использовании «кассетной» компоновки сильфонных осевых компенсаторов в виде герметичных криоемкостей (модулей) внутри кожуха цистерны, что способствует повышению запаса хода транспортного средства.

Разработанная перспективная модель криогенного топливного бака с изменяющимся объемом позволяет увеличить время бездренажного хранения СПГ. Данная система локального хранения СПГ с обеспечением постоянства отношения геометрического объема жидкого метана V_0 к объему емкости V_p может применяться как в топливных системах военного автопарка Министерства Обороны РФ, так и в системах приема, хранения и регазификации СПГ для автономного обеспечения

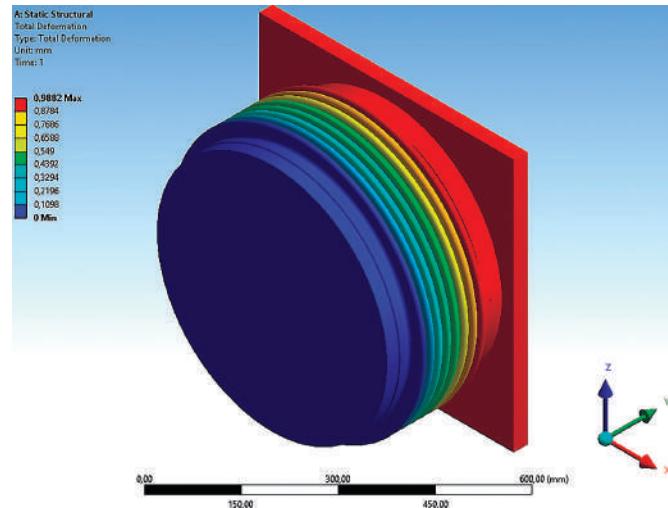


Рис. 3. Продольные деформации модели сосуда (вдоль оси Y).

объектов инфраструктуры военных городков и гарнизонов систем фортификационных сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вакуненков В.А. Преимущества использования сжиженного природного газа в режиме полной изоляции в специальных фортификационных сооружениях в районах Крайнего Севера / В.А. Вакуненков, Н.Г. Кириллов // Журнал «Военный инженер». – 2016. – с. 23-26.
2. Кириллов Н.Г., Лазарев А.Н., Ивановский С.В. Интеллектуальная собственность на технологии сжиженного природного газа: конкурентная борьба отечественных и зарубежных компаний // Журнал «АГЗК+АТ». – 2014. – №11 (92). – с. 3-9.
3. Кириллов Н.Г. Сжиженный природный газ как топливо для автотранспорта России // «Энергетика и промышленность России». – 2003. – №1(29).
4. Система локального хранения сжиженного природного газа с регулированием герметичной мембранны: пат. № 2770770 Рос. Федерации: МПК B64D 37/02 (2006.01) / Вдовичев А.А., Смелик А.А., Саркисов С.В. и др.; – опубл. 21.04.2022. Бюл. № 12
5. Система автономного энергосбережения удаленных военных объектов и населенных пунктов с использованием сжиженного природного газа: пат. № 2726963 Рос. Федерации: МПК F17C 9/02 (2006.01), F22B 31/00 (2006.01) / Вакуненков В.А., Корусов А.Н., Саркисов С.В. и др.; – опубл. 17.07.2020. Бюл. № 20.

ООО «НИИ ТРАНСНЕФТЬ»

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ РЕЗЕРВУАРА

Авторский коллектив:

Захарченко Андрей Викторович,
Криулин Виталий Владимирович,
Исаев Эльдар Анатольевич,
Гусева Юлия Александровна,
Ерохин Сергей Сергеевич.

«НИИ Транснефть» сегодня – это головной центр российской науки и технологий в области трубопроводного транспорта, обладающий уникальной научно-исследовательской и лабораторно-экспериментальной базой.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на определенный прогресс, достигнутый в последние годы в обеспечении взрывобезопасности резервуаров для нефти и нефтепродуктов, резервуары остаются одним из наиболее опасных объектов, в основном из-за высокой пожаро-взрывоопасности хранимых опасных веществ, особенно на территории Арктики и континентального шельфа в связи с трудностями при локализации и ликвидации последствий аварий.

Причинами возникновения взрывов и пожаров в резервуарах для хранения нефти и нефтепродуктов могут быть:

- нарушение правил пожарной безопасности при выполнении технологических работ;
- появление внутри резервуара электрической дуги, возникающей в электрическом оборудовании при грозовых и коммутационных перенапряжениях, внешних и внутренних коротких замыканиях, при наличии дефектов в изоляции оборудования.

В первом случае сначала происходит возгорание взрывоопасной жидкости, а затем, по мере развития пожара, взрыв и разрушение резервуара.

Во втором случае в зоне электрической дуги под действием ее высокой температуры происходит разложение взрывоопасной жидкости и появление горючих газов, таких как водород, ацетилен, метан и других. Быстрое увеличение объема этих газов повышает давление внутри резервуара, такой быстрый рост объема горючих газов,

при определенной мощности электрической дуги и времени ее горения, приводит к взрыву в резервуаре, способному привести к разрыву резервуара и пожару.

Компьютерное моделирование газодинамики взрыва и изменений на примере конструкций резервуара РВСП-20000 м³, трубопроводов и оборудования установки пожаротушения и водяного охлаждения приведено на рис. 1 и 2.

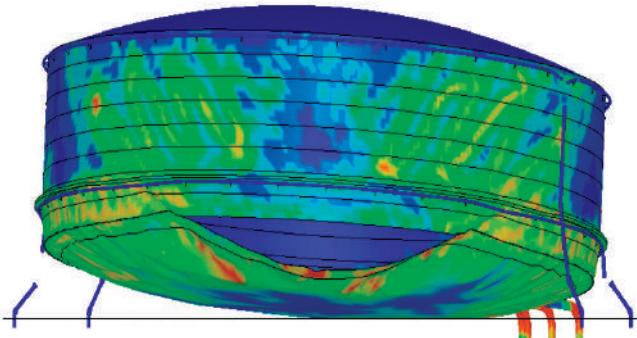


Рис. 1. Компьютерная модель газодинамики взрыва РВСП-20000 м³(деформация стенки, днища, трубопроводов и максимальный подъем резервуара).

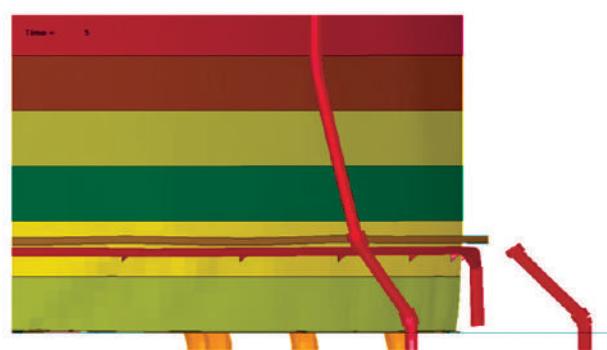


Рис. 2. Компьютерная модель газодинамики взрыва РВСП-20000 м³(деформация трубопровода пожаротушения).

При взрыве паров нефти или нефтепродукта в наземном металлическом резервуаре, в большинстве случаев, происходит отрыв стенки резервуара от нижнего сварного шва и кратковременный подъем («подскок») стенки над поверхностью земли. В результате разрыва уторного шва и подъема резервуара происходит разлив горючей жидкости в обвалование и ее воспламенение, при этом подводящие трубопроводы установок пожаротушения и охлаждения резервуара оказываются поврежденными, создается угроза пожара соседним резервуарам и жизни людей, находящихся на объекте и участвующих в тушении пожара. Площадь пожара увеличивается до площади обвалования и его тушение возможно только с привлечением мобильных средств пожаротушения.

В целях решения вышеуказанной проблемы, специалистами ООО «НИИ Транснефть», предложена абсолютно новая комплексная система обеспечения целостности резервуара (далее – Система), позволяющая при взрыве внутри резервуара снизить давление в резервуаре до значений, безопасных для уторного шва, тем самым сохранить конструктивную целостность резервуара, а также устранить возгорание, путем разбавления топливно-воздушной смеси (далее - ТВС) инертным газом и понижении концентрации кислорода.

По результатам проведенного патентно-информационного поиска комплексных систем обеспечивающих целостность резервуара при взрыве паров нефти или нефтепродукта в наземном металлическом резервуаре, установлено, что в настоящее время не существует готового комплекса, позволяющего при взрыве в резервуаре ТВС предотвратить отрыв уторного шва, и одновременно предотвратить возгорание путем разбавления ТВС инертным газом.

В рамках разработки Системы проведен анализ требований отечественной нормативной документации по обеспечению пожаровзрывобезопасности внутреннего пространства резервуаров. По результатам анализа установлено, что конкретные технические решения по обеспечению пожаровзрывобезопасности внутреннего пространства резервуаров, снижению влияния или исключению опасных факторов при производстве работ в резервуарных парках в нормативных документах Российской Федерации не установлены. Документы

носят больше теоретический характер, и не описывают конкретных действий по обеспечению взрывобезопасности, в том числе с применением технологии флегматизации. Наиболее полное отражение технических решений по обеспечению пожаровзрывобезопасности внутреннего пространства резервуаров, снижению влияния или исключению опасных факторов при производстве работ в резервуарных парках, устанавливается непосредственно в нормативных документах, эксплуатирующих организация, с учетом положений, рассмотренных выше документов. При этом по результатам проведенного анализа, технические решения, схожие с описанием предлагаемой Системы, не выявлены.

ОПИСАНИЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМЫ

Система поясняется графически (рис. 3), на примере резервуара вертикального стального с pontоном объемом 20 000 м³ (далее – РВСП 20000 м³), где на фигуре изображен общий вид Системы.

Система (1) включает компенсатор взрыва (2), баллонную систему с инертным газом (4) и трубопровод (3), соединяющий компенсатор взрыва (2) и баллонную систему с инертным газом (4).

Компенсатор взрыва (2) представляет собой цилиндр (металлический или из композитного материала), заполненный находящимся под давлением сжиженным инертным газом, например, азотом или гелием, сжатым до полного объема резервуара, т.е. до такой степени, чтобы при вы-

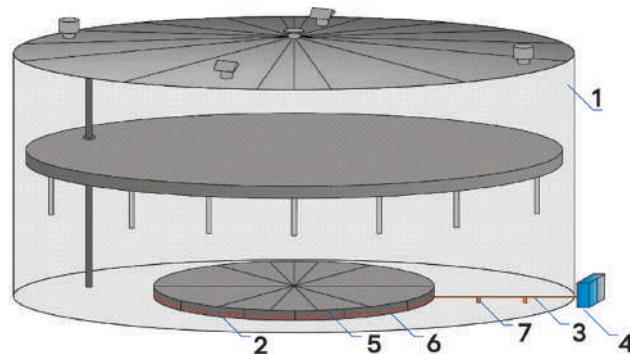


Рис. 3. Комплексная система обеспечения целостности резервуара, на примере РВСП-20000 м³

1 – резервуар для хранения нефти и нефтепродуктов; 2 – компенсатор взрыва; 3 – трубопровод; 4 – баллонная система с инертным газом; 5 – стена компенсатора взрыва; 6 – ослабленный сварной шов; 7 – опоры.

пуске газа из компенсатора объем газа позволил заполнить фактический объем резервуара, находящегося без нефти/нефтепродуктов.

Геометрические размеры компенсатора взрыва (2) выбираются индивидуально для каждого резервуара для хранения нефти и нефтепродуктов (1), в зависимости от его объема и исходя из расчета необходимого количества флегматизатора (инертного газа) – негорючего газа, введение которого в горючую смесь сужает область воспламенения или полностью устраняет возможность горения.

Верхняя и нижняя (днище) части компенсатора взрыва (2) выполняются в виде металлической радиально-кольцевой листовой каркасно-секционной системы. Между ними расположена стенка компенсатора взрыва (5). В стенке компенсатора взрыва (5) выполнен ослабленный сварной шов (6) – самораскрывающееся сварное соединение, целью которого является мгновенный выпуск инертного газа посредством разрушения сварного шва давлением ударной волны, образующейся при взрыве газо-воздушной смеси в резервуаре для хранения нефти и нефтепродуктов (1).

Компенсатор взрыва (2) жестко устанавливается на днище резервуара путем сварки стенки (5) компенсатора с днищем резервуара (1).

Трубопровод (3) предназначен для поддержания и регулирования давления инертного газа, находящегося в компенсаторе взрыва (2). Трубопровод (3) выходит из компенсатора взрыва (5), проходит через стенку первого пояса резервуара (1) и подсоединяется к баллонной системе с инертным газом (4). Трубопровод (3) располагается на металлических опорах (7), приваренных к днищу резервуара (1). В целях исключения искрообразования трубопровод (3) выполнится из искробезопасного материала (медь, композиты и т.п.).

Баллонная система с инертным газом (4) предназначена для поддержания и регулирования давления инертного газа, находящегося в компенсаторе взрыва (2), а также для подачи инертного газа по факту взрыва в резервуаре (1).

ПРИНЦИП РАБОТЫ СИСТЕМЫ

Компенсатор взрыва (2) содержит находящийся под давлением сжиженный инертный газ, например, азот или гелий, скатый до полного объема

резервуара, т.е. в объеме, позволяющем инертному газу заполнить фактический объем резервуара, находящегося без нефти/нефтепродуктов после его выхода из компенсатора взрыва (2). Наполнение и регулирование давления инертного газа, находящегося в компенсаторе взрыва (2), осуществляется посредством баллонной системы с инертным газом (4), расположенной с наружной стороны резервуара, предпочтительно в шкафу, оснащенной редуктором. Показатели давления инертного газа, находящегося в компенсаторе взрыва (2), передаются на автоматизированное рабочее место оператора посредством манометров, оборудованных устройством дистанционной передачи данных.

В случае взрыва ТВС предусмотренный на стенке компенсатора взрыва (5) ослабленный сварной шов (6) при воздействии на него давления взрыва газовоздушной смеси (ударной волны) разрушается, высвобождая находящийся в компенсаторе взрыва (2) инертный газ. Вместе с разрушением компенсатора взрыва (2) происходит перекрытие дыхательных патрубков резервуара, а также закрытие аварийных и дыхательных клапанов (при их наличии), благодаря чему исключается поступление кислорода внутрь резервуара. Высвободившийся из компенсатора взрыва (2) инертный газ разбавляет ТВС через зазор между понтом или плавающей крышей и стенкой резервуара (1), уменьшая концентрацию имеющегося в резервуаре кислорода. При этом входящая в комплексную систему обеспечения целостности резервуара баллонная система с инертным газом (4) продолжает подачу инертного газа в резервуар. Происходит процесс флегматизации, результатом которого является уменьшение области воспламенения или полное устранение возможности горения ТВС внутри резервуара.

Система обеспечивает комплексный подход к предотвращению и тушению пожаров в резервуарах, позволяющий при взрыве паров нефти или нефтепродукта в наземном металлическом резервуаре снизить давление в нем до значений, безопасных для уторного шва, тем самым сохранив конструктивную целостность резервуара, а также устранив возгорание за счет понижения концентрации кислорода путем разбавления ТВС инертным газом (азотом/гелием).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Достоинством Системы заключается в том, что Система не может потерять работоспособность вследствие взрыва внутри резервуара и избыточного давления продуктов взрыва, поскольку взрыв требуется для ее активации, что повышает надежность работы Системы и, как следствие, безопасность эксплуатации резервуара.

Конструкция Системы предусматривает мгновенный выпуск инертного газа из компенсатора взрыва, расположенного на днище резервуара, в объеме, сжатом до полного объема резервуара, что обеспечивает своевременное уменьшение концентрации кислорода («разбавление») внутри резервуара и купирование пожара, благодаря чему повышается эффективность работы системы пожаротушения и прекращается возгорание.

Таким образом, внедрение Системы на объектах организаций ТЭК, деятельность которых связана с обращением (хранением) нефти и нефтепродуктов позволяет:

1) снизить давление в резервуаре до значений, безопасных для уторного шва, тем самым сохранив конструктивную целостность резервуара;

2) устранить возгорание, за счет понижения концентрации кислорода, путем разбавления ТВС инертным газом (азотом/гелием).

Создание и внедрение Системы соответствует следующим видам внеэкономического эффекта:

- технологический эффект;
- эффект обеспечения безопасности и повышения надежности;
- экологический эффект.

Все права на Систему принадлежат ПАО «Транснефть».

ЛИТЕРАТУРА

1. Азотные установки и станции для флегматизации: развитие и опыт использования: Еланский Е.А., Поляков Г.А. – Пожвзрывбезопасность 3'2005.
2. Особенности расчета уторного узла стальных вертикальных резервуаров в случае возрастания внутреннего давления: Худяков О.В., Индин С.В. – Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов 1 (13)'2014.
3. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ от 21.07.1997.
4. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» № 123-ФЗ от 22.07.2008.
5. ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля».
6. ГОСТ 12.1.044-89 «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».
7. ГОСТ 12.1.010-76 «Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования».
8. ГОСТ 12.1.004 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования».
9. ГОСТ 31385-2016 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия».
10. Приказ Ростехнадзора от 11.12.2020 № 517 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности для производственных объектов магистральных трубопроводов».
11. Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 № 529 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности складов нефти и нефтепродуктов».

АО «РОССЕТИ ТЮМЕНЬ»

**РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА АРКТИКИ И КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА
ПОСРЕДСТВОМ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ПРОЦЕССОРИЕНТИРОВАННЫХ УЧЕБНЫХ ЦЕНТРОВ,
ОСНОВАННЫХ НА ВНЕДРЕНИИ ЭФФЕКТИВНЫХ ПОДХОДОВ AGILE-МЕТОДОЛОГИИ**

Автор: Суханова Ирина Владимировна

В современных условиях лабильности экономической, политической, правовой ситуации в стране и мире основным движущим элементом, формирующим более выгодные позиции на мировой арене, является поиск новых источников развития территории. Одним из основных возможностей подъёма привлекательности и экономической мощи Российской Федерации является поиск новых источников полезных ископаемых, которые могут быть достигнуты посредством освоения ранее неосвоенных территорий. В данном случае самой перспективной и эффективной по отдаче является территория Арктики и континентального шельфа. Но говорить об освоении природных ресурсов можно лишь при наличии достаточного объёма квалифицированной специализированной рабочей силы. Достижение необходимого уровня наличия востребованного рабочего персонала, наращение производственной подушки, которая позволит в достаточной мере покрыть все потребности производственных процессов, невозможно без развития человеческого капитала, причём принципиально за счёт людей, проживающих на указанных территориях, в большей мере, нежели привлечённых из других регионов, поскольку для вторых требуется больше ресурсов для того, чтобы работа выглядела привлекательнее и возникало желание смены места настоящей дислокации. Таким образом, развитие человеческого капитала более эффективно с точки зрения экономических затрат именно в отношении людей, являющихся жителями Арктики. Одним из основных путей достижения выделенной цели по улучшению привлекательности региона, развитию человеческого капитала, созданию необходимой рабочей силы для освоения территории, является построение эффективной системы образования. Для реализации поставленных задач

необходимо создать эффективную образовательную систему учебных центров, которые будут готовить специалистов необходимых уровней, адаптированных непосредственно в требуемые сектора производственных процессов.

При этом система образования, подготовки и переподготовки специалистов должна быть максимально лабильной и иметь возможность быстро адаптироваться под новые условия рынка труда Арктики. Одним из важных моментов выступает выбор преподавательского состава, привлечение к занятиям практиков, которые смогут не на словах, а на деле, дать необходимые знания, для того чтобы выпускник мог оперативно вливаться в производственный процесс. При этом сама система образования должна носить современный, более эффективный характер. Для этого знания необходимо передавать путём внедрения методологии Agile, которая ближе к современным реалиям и даёт возможность строить учебный процесс более эффективно и интересно. Помимо этого, эффективность выстраивания образовательного процесса и подготовки кадров зависит от правильно выявленного спроса на специалистов того или иного сектора. Отсюда вытекает необходимость в заключении учебными центрами договоров с компаниями для подготовки соответствующих кадров. В таком случае выпускники ещё до окончания получения образования будут обеспечены рабочими местами, что также поможет справиться с проблемой миграции населения территории в другие регионы. Для наиболее удобного процесса взаимодействия учебных заведений и потенциальных работодателей, с учетом затруднённости вследствие отдалённости нахождения территории Арктики, предлагается создать специализированное информационное пространство, где будет эффективно организован процесс пост-

роения отношений договорённости между работодателями, соискателями и учебными центрами.

Построение эффективной системы образования на территории Арктики способствует решению целого ряда подзадач:

1. Повышение конкурентоспособности и привлекательности территории страны в целом.
2. Улучшение экономической привлекательности и ситуации в Российской Федерации.
3. Снижение миграции населения Арктики в другие регионы страны.
4. Развитие человеческого капитала территории Арктики.
5. Развитие и освоение территории Арктики и континентального шельфа.
6. Внедрение эффективного взаимодействия работодателей и учебных центров.
7. Повышение эффективности системы образования.

Существующие сейчас на территории Арктики учебные заведения не решают поставленных задач, готовя специалистов широкого профиля, у которых нет заинтересованности оставаться там работать. Работодателям приходится дополнительно затрачивать время, чтобы на практике дать недостающие знания, которые необходимы для полноценного участия сотрудников в производственном процессе.

В литературе существует много работ, посвященных развитию территории Арктики и континентального шельфа, в особенности выявлению проблем, существующих в регионе. В основном суть всех работ сводится к описанию экономической привлекательности территории, ее биологической особенности и современном состоянии уровня освоенности, а также задействованности иностранного оборудования в процессе поиска и разведки, помимо этого работы содержат исторический взгляд на выделенные проблемы. Таким образом, можно сделать вывод об экономических и технических возможностях эксплуатации территории, о недостатках и актуальности исследований, которые могли бы расширить пути поиска новых вариантов развития региона. Также имеются работы, направленные на описание демографической ситуации, состояния образовательной среды региона. Роль развития человеческого капитала

и его влияние на состояние и освоенность Арктической зоны также активно освещается специалистами разных областей. В то же время очень мало работ, раскрывающих учебный процесс, проводимый с применением эджайл-технологий. Помимо этого, существует много работ по описанию информационного пространства учебных заведений. Но нет ни одного синтезированного идентичного авторскому предложению. Поэтому данная разработка носит оригинальный характер и раскрывает систему образования и взаимодействия участников процесса с иной, более эффективной стороны.

Таким образом, целью исследовательской работы является разработка модели развития человеческого капитала Арктики и континентального шельфа посредством построения системы местных учебных центров, ориентированных на потребности процессов производственных циклов, основанных на внедрении эффективных подходов Agile-методологии, и создание единого информационного пространства соискателей и работодателей. Это позволит сделать процесс обучения более эффективным, готовить специалистов, которые сразу могут входить в производственный процесс с практическими навыками, ещё на процессе обучения будучи зарезервированными для последующего трудоустройства, а общая информационная платформа позволит организовать весь процесс взаимодействия между учебными заведениями и организациями более эффективно. Также одним из важных моментов в системе построения и проведения обучения персонала является вовлечение в процесс сотрудников компаний, которые смогут передавать свои навыки учащимся.

Показателями эффективности мероприятий, направленных на развитие человеческого капитала Арктики и континентального шельфа, посредством построения эффективной системы образования agile-методологии и внедрения автоматизации процесса сбора и обработки информации, необходимой для оперативного и удобного взаимодействия образовательных организаций и работодателей, являются:

1. Снижение затрат на размещение объявлений о поиске персонала в сетях интернет.

2. Снижение расходов на повышенную оплату привлечённого из других регионов востребованного персонала.

3. Снижение расходов на переезд и проживание привлечённого из других регионов востребованного персонала.

4. Снижение расходов на зарплату выпускников учебного заведения, выполняющих функции на 20-50 % от возможного общего объёма в процессе адаптации к производственному процессу в течение первого года.

5. Отсутствие необходимости инвестирования в дополнительное обучение студентов, так как система образования выпускает уже готовых специалистов.

И это опуская факт повышения эффективности временных показателей по поиску и адаптации к процессу работы персонала.

Высокая эффективность мероприятий, направленных на развитие человеческого капитала Арктики и континентального шельфа, предложенных автором, основанных на построении системы образования, ориентированной на потребности производственных циклов, а также системы взаимодействия учебных центров с организациями, яв-

ляется доказанной и безусловной с точки зрения экономии временных, финансовых, человеческих ресурсов.

Результатом исследовательской работы является готовое к внедрению предложение по созданию и организации учебного процесса жителей Арктики и континентального шельфа (рис. 1).

Предлагаемая система построения учебного процесса по своему характеру универсальная для использования всеми заведениями, ведущими учебную деятельность, а также сочетающая в себе всесторонний секторальный анализ отдельных потребностей производственных процессов, позволяющая производить как ретроспективную, так и перспективную оценку, использующую навыки действующих и востребованных кадров, а также позволяющая наиболее оперативно и эффективно строить систему спроса (работодателей) – предложения (учебных заведений), выпускающихся специалистов.

Плюсы разработки и внедрения информационной системы:

- исключает подготовку невостребованных специалистов учебными центрами;
- помогает трудоустроить сто процентов выпускников учебных заведений;



Рис. 1.
Система создания
и организации учебного
процесса жителей Арктики
и континентального шельфа
и взаимодействия учебных
центров и компаний.

- сокращает время адаптации сотрудников при трудоустройстве к производственному процессу;
- сокращает время подготовки учеников и получение в кратчайшие сроки наиболее необходимых навыков, исключая лишнюю информацию;
- повышает эффективность деятельности организации;
- даёт возможность оперативно менять учебный процесс, адаптируясь на потребности производства.

Единое информационное пространство взаимодействия учебных заведений и работодателей будет включать в себя несколько блоков:

1. Блок ведения переговоров и построения договорных отношений между учебным заведением и организацией.

2. Блок предложений работодателя в части кадровых ресурсов.

3. Блок предложений студентов/выпускников/соискателей в части поиска вакансий.

4. Блок организации учебного процесса (блок взаимодействия учебного заведения, в том числе преподавателей, с потенциальными учениками/действующими студентами/выпускниками).

5. Блок предложений и взаимодействия учебного заведения с потенциальными преподавателями, пришедшими со стороны или выступающими от лица организации.

При правильном построении данного информационного пространства удаётся наладить и усогласовать процесс взаимодействия всех заинтересованных лиц процесса.

Итак, задачами единого информационного пространства для взаимодействия учебного заведения, организации и учащихся/выпускников, выступают:

- организация эффективного взаимодействия учебных заведений и организаций на информационной платформе, организация договорных отношений посредством взаимодействия через систему;
- создание системы поиска/подбора учащихся/выпускников для внедрения в производственный процесс организации;
- создание базы предложений организаций на требуемый объём, направление и качество кадрового резерва, возможность поиска студентами/выпускниками работы;
- создание базы потребностей в профессиональном преподавательском составе с возможностью поиска возможным персоналом и организациями имеющихся предложений.

Для доказательства состоятельности работы было проанализировано около ста научных трудов и использовано 46 источников литературы.

Предлагаемая система построения учебного процесса может быть легко доработана, адаптирована и видоизменена в соответствии с требованиями и желаниями эксплуатирующей организации.

ЛАУРЕАТЫ ВТОРОЙ ПРЕМИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ЮЗГУ)

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ,
ОКАЗЫВАЮЩИХ НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Автор: Куделина Дарья Васильевна

ЮЗГУ – ведущий вуз центральной России классического типа, развитыми системами подготовки и аттестации кадров высшей квалификации, дополнительного профессионального образования и довузовской подготовки, последние шесть лет университет входит в число лучших вузов страны. В университете сконцентрирован значительный научный потенциал, реализуется более 200 образовательных программ.

Б отличие от других товаров, электрическая энергия обладает специфическими свойствами, не характерными для других видов товарной продукции. Такое отличие создается из-за того, что процессы производства, передачи и потребления электроэнергии непрерывны во времени, и для любой энергетической системы должен выполняться баланс между выработкой и потреблением электроэнергии. При этом качество электрической энергии в электрических сетях и в точке передачи электрической энергии создается не только электроэнергетическим системами, производящими и передающими электрическую энергию, но также и ее потребителями [1–10].

Поэтому проблема определения места расположения источника нарушения качества электроэнергии, в том числе и создающего напряжение обратной последовательности является актуальной. Возникновение значительных отклонений показателей качества электрической энергии от установленных значений приводит к появлению негативных последствий как для электрооборудования и электрических сетей энергоснабжающих организаций, так и для электроприемников потребителей. Это неизбежно приводит к снижению производительности работы оборудования потребителей электрической энергии другим негативным последствиям, приводящим к появлению значительных убытков [1–3, 7].

На сегодняшний день определены значения показателей качества электрической энергии, свя-

занные с характеристиками напряжения электропитания, относящимися к частоте, значениям и форме напряжения, а также к симметрии напряжений в трехфазных системах электроснабжения [1]. Данные характеристики напряжения при работе систем электроснабжения в той или иной степени изменяются из-за различных факторов, прежде всего, изменений нагрузки, влияния кондуктивных электромагнитных помех, создаваемых отдельными видами оборудования, и возникновения неисправностей, вызываемых, в основном, внешними событиями.

Итогом действия перечисленных факторов является возникновение случайных по своей природе изменений характеристик напряжения в тот или иной момент времени в любой, произвольно взятой точке передачи электрической энергии пользователям электроэнергии. Таким образом, создаются условия для выхода характеристик напряжения за нормативные границы или же нарушения качества электрической энергии.

Так как снижение качества электрической энергии приводит к негативным последствиям, то проблема поддержания требуемых значений показателей качества электрической энергии не теряет свою актуальность в настоящее время, причем не только в нашей, но и других странах. Это подтверждается многочисленными публикациями в различных источниках, например [6, 10]. Появление несимметрии напряжений неблагоприятно влияет на работу электроприемников, подключаемых к трехфазной электрической сети. Известно, что несимметричная трехфазная система напряжений может быть представлена тремя системами напряжений – прямой, обратной и нулевой последовательностей [2, 4].

Поэтому несимметрия напряжений в трехфазной электрической сети нормируется значениями двух показателей – коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U} и коэффициент K_{0U} . Значения токов обратной и

нулевой последовательностей на сегодняшний день в нашей стране не нормируются.

Появление несимметрии напряжений трехфазной электрической сети сопровождается увеличением потерь мощности и электроэнергии во всех элементах данной электрической сети из-за протекания токов обратной и нулевой последовательностей. Появление в сети напряжения обратной последовательности особенно неблагоприятно влияет на работу вращающихся электрических машин. В этих машинах напряжение обратной последовательности и связанные с ним токи являются причиной дополнительного нагрева и создания противодействующего момента, направленного в обратную сторону по отношению к основному врачающему моменту.

Появление той или иной величины несимметрии напряжений в трехфазной электрической сети может происходить в электрических сетях как энергоснабжающих организаций [11], так и потребителей электроэнергии [12]. В трехфазных электрических сетях несимметрия напряжений в той или иной мере представляет собой достаточно распространенное явление.

Автором проведены экспериментальные исследования качества электроэнергии на различных энергетических объектах. На основании полученных результатов сделан вывод об актуальности задачи локализации положения источников напряжения обратной последовательности. Обработка и анализ результатов измерений показали необходимость изучения возможности разработки технических средств для оперативного контроля качества электроэнергии с целью максимального расширения области данного контроля, в том числе и для определения мест нарушения симметрии напряжения в трехфазных электрических сетях.

Теоретически, с помощью компьютерного моделирования, исследована возможность быстрой локализации положений источников напряжения обратной последовательности по значениям фазных напряжений и фазных токов, что позволяет применять для этой цели достаточно простые технические средства.

На рис.1–2 приведены суточные графики измерений отклонений фазных напряжений и коэффициентов несимметрии напряжений по обратной последовательности, полученные автором при проведении мониторинга качества электро-

ической энергии в точках передачи электрической энергии в сетях напряжением 0,4 кВ на трех энергетических объектах.

На этом графике представлены значения отклонений фазных напряжений от номинального значения 220 В в трехфазной электрической сети напряжением 0,4 кВ за период измерений, равный одним суткам. Для наглядности отклонение напряжения в каждой фазе обозначено отдельным цветом. График показывает, что за время проведения измерений нарушений качества электроэнергии по отклонениям напряжения не происходило, так как значения отклонений напряжения не выходили за нормативные границы (плюс - минус 10%).

На этом графике показано изменение значения коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности за период проведения измерений, равный одним суткам.

Полученные при проведении измерений значения этого показателя качества электроэнергии не превышают нормативных значений (2% за 95% длительности периода измерений и 4% за 100% длительности периода измерений), но появление в электрической сети напряжения обратной последовательности даже в таких величинах уже создает негативные последствия.

Как видно из приведенных графиков, для объекта характерно наличие разности фазных напряжений. Это приводит к тому, что в электрической сети появляются напряжения обратной последовательности. Несмотря на то, что напряжения обратной последовательности во всех случаях не достигают больших значений, и вели-

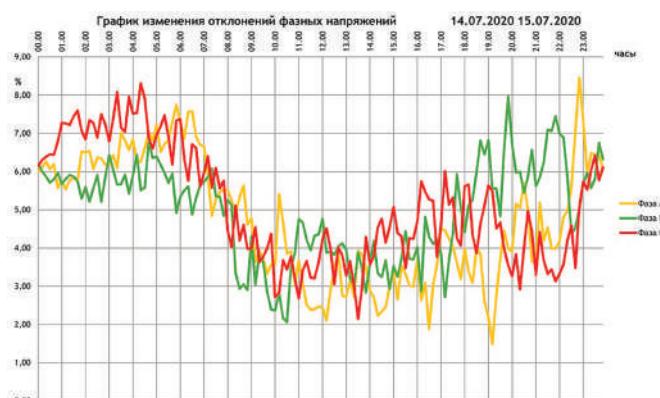


Рис. 1. Суточный график изменения фазных напряжений.



Рис. 2.
Суточный график изменения коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности.

чина коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности меньше предельного нормативного значения, равного 4% [1, 2], все же наличие в сети напряжений и токов обратной последовательности требует выполнения мероприятий по снижению этих напряжений и токов для сокращения потерь мощности и электроэнергии.

В действующих системах электроснабжения к точкам передачи электрической энергии, например, секциям шин напряжением 0,4 кВ трансформаторных подстанций 10/0,4 кВ в общем случае могут подключаться несколько потребителей электрической энергии. Данные потребители и сети системы электроснабжения являются потенциальными источниками несимметрии напряжений в той или иной мере, но при этом значения показателей качества электрической энергии в точках передачи для них будут одинаковыми. Эта ситуация служит основанием для возникновения взаимных претензий потребителей и энергоснабжающих организаций друг к другу, но при этом настоящая причина возникновения несимметрии напряжений и возможного нарушения качества электрической энергии остается неясной.

Чтобы оценить степень влияния отдельного потребителя на уровень несимметрии напряжений необходимо максимально объективно оценить его вклад в создание разности напряжений по отдельным фазам или же определить долевой

вклад потребителя. Эта оценка крайне важна для решения задач симметрирования нагрузок или же для принятия решения о выработке мероприятий по снижению несимметрии в электрических сетях энергоснабжающих организаций, чтобы снизить величину несимметрии.

Для проведения энергетических обследований и мониторинга качества электрической энергии существует потребность в регистрации несимметрии напряжений, что можно осуществить соответствующей измерительной аппаратурой, позволяющей сделать обоснованный вывод о причине появления несимметрии в электрической сети. Очевидно, что для широкого применения подобная аппаратура должна быть относительно простой и дешевой, производя при этом минимально возможное количество необходимых измерений, чтобы сократить трудозатраты на мониторинг и избежать вероятных ошибок при расчетах значений показателей качества электрической энергии при проведении измерений.

Методы и способы оценки значений долевого вклада потребителя в нарушение качества электрической энергии, в том числе и несимметрии, рассматривались во многих работах, например [7, 11]. Но все же к настоящему времени единой универсальной методики оценки долевого вклада потребителя в несимметрию напряжений не существует. Из существующих способов оценки

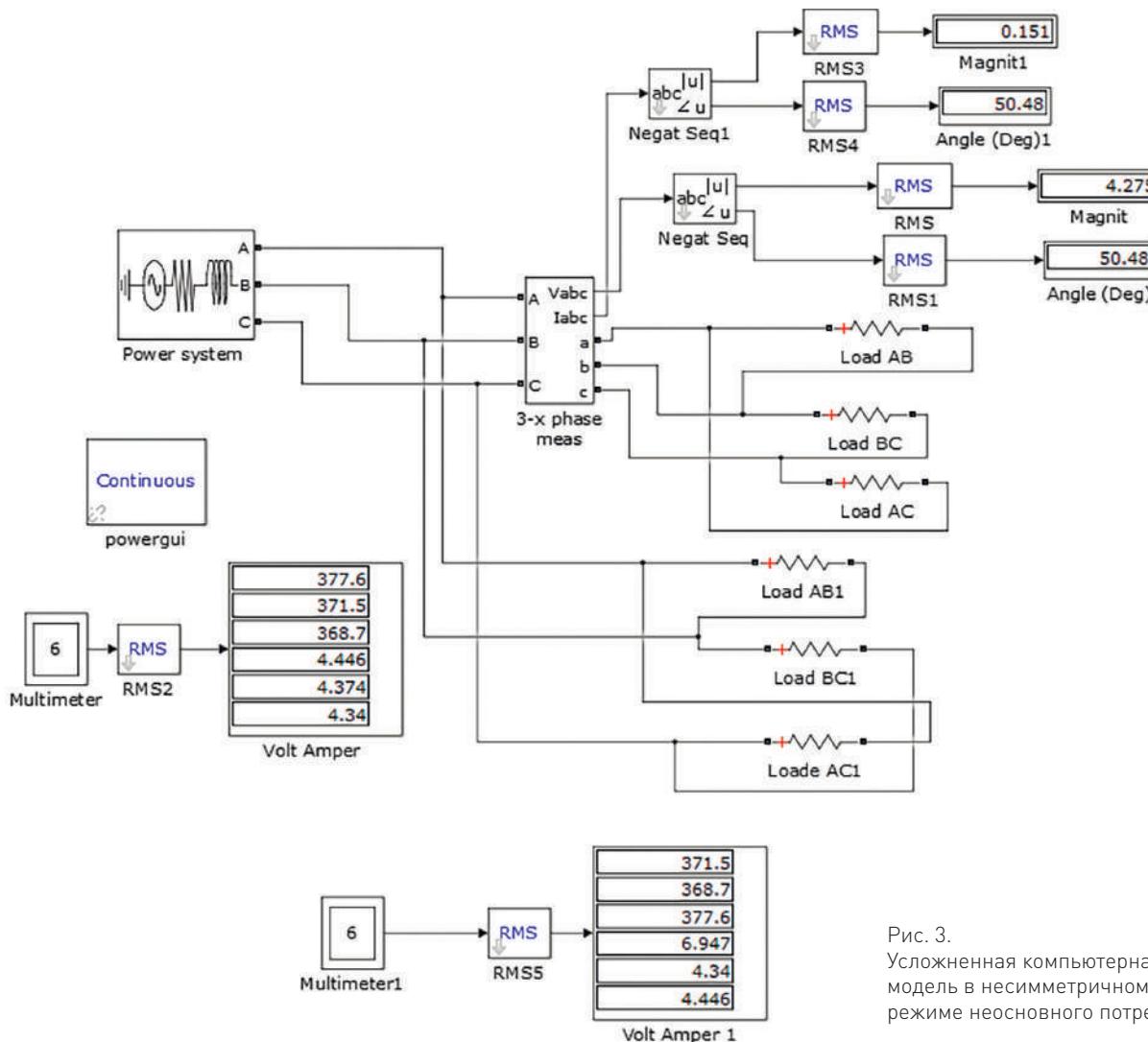


Рис. 3.
Усложненная компьютерная модель в несимметричном режиме неосновного потребителя.

параметров электрических сетей для этой цели рассмотрим способ определения сопротивления контролируемой цепи, применяемый в устройствах дистанционной защиты.

Однако в настоящее время считается, что расчет сопротивлений (проводимостей) потребителей не подходит в полной мере для определения значений долевого вклада потребителя.

Для более подробного рассмотрения возможного применения данного способа осуществим компьютерное моделирование несимметричных режимов работы схемы электроснабжения. Создадим несимметрию сети, для чего нагрузка Load AB1 принимается равной 2,7 кВт, остальные - по 1,7 кВт. Результаты моделирования приведены на рис. 3.

Выполним расчеты для обоих потребителей. Результаты представлены в таблице 1.

Как видно из полученных результатов, проведение расчетов сопротивлений нагрузок позволяет определять причину возникновения несимметрии - несимметрия напряжений питающей системы или же несимметрия нагрузки.

Как видно по данным, приведенным в табл.1, в случае возникновения несимметрии питающих напряжений (источник нарушения качества электрической энергии – электрические сети энергоснабжающей организации), предлагаемый метод позволяет получить данные, на основании которых можно сделать обоснованный вывод о том, что энергоснабжающая организация является источником напряжения обратной последовательности, и нарушение качества электроэнергии возникает в электросети поставщика энергии электроэнергии.

Приведенные результаты компьютерного мо-

Таблица 1. Результаты расчетов сопротивления нагрузок при несимметрии одного потребителя

Нагрузки	Напряжение, В	Ток, А	Сопротивление, Ом
AB	377,6	4,446	84,93
BC	371,5	4,374	84,93
AC	368,7	4,34	84,95
AB1	371,5	6,947	53,48
BC1	368,7	4,34	84,95
AC1	377,6	4,446	84,93

делирования показывают возможность использования для мониторинга источников напряжения обратной последовательности (потребителей или питающей системы) определения сопротивления нагрузки. Для этой цели необходимо использовать значения токов и напряжений фаз нагрузки с одновременным контролем напряжения обратной последовательности.

Одновременное применение таких параметров позволит по мере увеличения несимметрии напряжений достаточно точно определить источник ее возникновения – либо энергоснабжающая организация, либо конкретный потребитель в случае возникновения напряжений обратной последовательности и приближения данного напряжения к недопустимым значениям.

Благодарности: Исследование выполнено в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК- 5109.2022.4 «Разработка автоматизированной системы выявления объектов, оказывающих негативное влияние на качество электроэнергии».

ЛИТЕРАТУРА

1. Наумов А. А. Обеспечение требуемого качества электрической энергии // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2020. Т. 22. № 1. С. 85-92. doi: 10.30724/1998-9903-2020-22-1-85-92.
2. Семёнов А.С., Бондарев В.А., Заголило С.А. Контроль качества электроэнергии и анализ полученных результатов при измерении напряжения // Фундаментальные исследования. 2017. № 9. С. 86-92. doi: 10.17513/fr.41709.
3. Ашуев Р. М. Влияние работы бытовых электроприборов на качество электроэнергии // Труды II Международной научной конференции «Технические науки:
- проблемы и перспективы»; апрель 2014 г., Санкт-Петербург. СПб.: Заневская площадь, 2014. С. 42-43.
4. Рахимов О.С., Мирзоев Д.Н., Грачева Е.И. Экспериментальное исследование показателей качества и потерь электроэнергии в низковольтных сельских электрических сетях // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т.23. №3. С. 209-222. doi: 10.30724/1998-9903-2021-23-3-209-222.
5. Коверникова Л.И., Суднова В.В., Шамонов Р.Г. и др. Качество электрической энергии: современное состояние, проблемы и предложения по их решению. Новосибирск: Наука, 2017. 219 с.
6. Грачева Е.И., Наумов О.В., Горлов А.Н., Шакурова З.М. Алгоритмы и вероятностные модели параметров функционирования внутризаводского электроснабжения // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23, № 1. С. 93-104. doi: 10.30724/1998-9903-2021-23-1-93-104 .
7. Косоухова Ф. Д. Энергосбережение в низковольтных электрических сетях при несимметричной нагрузке СПб.: Лань, 2016. 280 с. 8. Коверникова Л.И., Тульский В.Н., Шамонов Р.Н. Качество электроэнергии в ЕЭС России: Текущие проблемы и необходимые решения // Электроэнергия: Передача и распределение. 2016. № 2(35). С. 28-38.
9. Kusko A., Thompson M.T. Power quality in electrical Systems. 1st ed. USA: The McGraw-Hill Companies, Inc; 2007.
10. Bernard S., Fiorina J.N., Gros B. Et al. THM Filtering and the Management of Harmonic Upstream of UPS. France: MGE UPS Systems; 2000.
11. Raheel M., Umair T. Analytical behaviour of line asymmetries in three phase power systems. RAEE 2017: Conference: Proceedings of the International symposium on recent advances in electrical engineering; 24-26 Oct. 2017; Islamabad, Pakistan: IEEE. doi: 10.1109/RAEE.2017.8246143.
12. Бирюлин В.И., Куделина Д.В., Ларин О.М. Выявление источника фликера в системах электроснабжения // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики . 2021. Т. 23. №5. С. 3-12.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «УХТИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ФГБОУ ВО «УГТУ»)

МОБИЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТКИ СНЕГА И ЛЬДА
ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Авторский коллектив:
Михеевская Марина Александровна,
Дубровский Михаил Александрович,
Михеевский Евгений Владимирович.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «**Ухтинский государственный технический университет**» (ФГБОУ ВО «УГТУ») ведет отсчет своей истории с открытия в Ухте в 1958 году учебно-консультационного пункта (УКП) Московского института нефтехимической и газовой промышленности им. И.М. Губкина. Впоследствии УКП был трансформирован в вечерне-заочный факультет МИНХ и ГП. 22 марта 1967 года на базе факультета образован Ухтинский индустриальный институт. Статус университета присвоен 14 апреля 1999 года. Ректор университета – Агиней Руслан Викторович, доктор технических наук, профессор.

Местонахождение: 169300, Северо-Западный федеральный округ, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13

Контактный телефон: +7 8216 77-44-02

Веб-сайт: www.ugtu.net

Электронная почта: info@ugtu.net

Ключевые слова: Арктика, снег, лед, нефть, нефтяное загрязнение, водонефтяная эмульсия, шнек, ультразвук, контейнер.

Арктика – это северная часть Земли, которая охватывает приполярные области и ледовитые моря. Это очень холодный и ветреный регион, который находится за Полярным кругом. Несмотря на это, Арктика является уникальным регионом планеты. Здесь обитают многие виды краснокнижных животных, например, полярный медведь, гренландские киты, нарвалы, северные олени, атлантические и лаптевские

моржи. Арктика также имеет большое значение для климата на планете. Это место, где парниковые газы взаимодействуют с океаном и атмосферой.

Множество исследований в области изменения климата проводятся в этом регионе. Арктика имеет огромное значение для климата на планете. В первую очередь, она является ключевым регулятором глобального климата, так часть тепла, поступающего на Землю, поглощается и отражается от льда и снега Арктики. Также Арктика является местом образования мощных атмосферных циклонов, которые могут влиять на погоду и климат в других частях мира. Кроме того, в Арктике происходит образование и таяние льда, что влияет на уровень мирового океана и водный баланс планеты. Арктика играет важную роль в мировой экосистеме и ее сохранение является важной задачей для сохранения стабильности климата на планете. Серьезные проблемы, связанные с изменением климата и глобальным потеплением в первую очередь отражаются на полюсах Земли. Наиболее заметным явлением является – таяние ледяных шапок и плавучих льдов Арктики, что приводит к ускоренному повышению уровня мирового океана.

Арктика также может стать местом проведения множества различных видов добычи ресурсов, таких как подводная добыча нефти и газа. Однако добыча природных ресурсов может негативно скажаться на экосистеме Арктики. Поэтому необходимо продолжать исследования этой области и принимать меры для сохранения уникальной экосистемы планеты.

В данной работе представлена концепция машины для борьбы с нефтяными разливами на снегу или льде. Данный агрегат может позволить

уменьшить количество задействованных людей при устраниении разливов нефти, также машина призвана упростить работу людям. При дальнейшем развитии этого проекта открываются следующие перспективы: уменьшение рисков при освоении Арктической зоны; более быстрое устранение нефтяных загрязнений; освобождение рабочей силы, так как для ликвидации потребуется меньшее количество людей.

Главным условием для эксплуатации данного агрегата является – наличие загрязненного снега или льда, так как машина не способна очищать нефть с других поверхностей. Машина работает следующим образом: ковш с шнеками забирает загрязненный снег или лед по соединительным трубкам ведущим в плавильный отсек, где осуществляется расплавка снега или льда, после чего получившаяся водонефтяная эмульсия при помощи насосов направляется в отстойники, снабженные ультразвуковыми генераторами, в них происходит разрушение эмульсии. При полном разделении на фазы осуществляется слив по принципу бензоотделительной колонки. Воду, собранную в отдельные баллоны, можно будет использовать для плавильной установки, где она будет помогать быстрее растапливать снег или лед.

В XXI веке человечество сталкивается с большими вызовами, чем когда-либо. Все новые и новые проблемы встают перед нами во всех сферах жизнедеятельности (какие проблемы). В последнее время экология становится одним из самых главных вопросов. Мы все чаще задумываемся о вреде, который наносим окружающей среде, ищем способы его минимизации, стремимся к переходу на другую ступень развития общества.

Арктика и арктическая зона еще мало освоенные регионы и наиболее уязвимые экологические системы. Однако сегодня именно они вызывают повышенный интерес. Во-первых, это связано с большим количеством запасов нефти и газа. По данным ООН, разведанные запасы нефти составляют 100 миллиардов тон, газа 50 триллионов кубометров. Согласно исследованию ученых из геологических служб США и Дании, опубликованном в журнале *Science* в 2009 году, подо льдами Арктики залегает около 83 миллиардов баррелей нефти, что составляет 13% от мировых неразведанных запасов.

Этого количества достаточно для того, чтобы обеспечивать вес мир на протяжении 3 лет при среднем ежегодном потреблении 30 миллиардов. Где есть экономический интерес всегда будет и политический.

Арктика обладает особенностями, собственно, из-за которых возникает этот интерес:

1) географическое расположение между тремя континентами;

2) морские пути – внутри и за пределами региона и другие.

Уже этих двух факторов достаточно для активного освоения Арктики, что мы сейчас и наблюдаем, но общеизвестно: куда бы ни ступал человек, всюду остается его след. Арктика не станет исключением.

Люди пытаются максимально обезопасить этот регион, но все же вероятность, например, разливов нефти никто не отменял и никогда не сможет отменить. Именно поэтому мы должны разрабатывать новые методы защиты и ликвидации подобных ситуаций. На сегодняшний день существует множество различных изобретений. Но можно ли сказать, что их достаточно? Нет, так как признать, что их достаточно – это в первую очередь остановиться в прогрессе и уже потом свернуть на путь регресса. Именно поэтому мы хотим представить Вам свою концепцию в области защиты окружающей среды – мобильную ультразвуковую очистительную станцию (рис. 1).

Данный аппарат представляет собой гусеничный транспорт с «заборным» отвалом, расположенным спереди и имеющий в себе «шнеки» для измельчения крупных кусков снега и льда. Отвал соединен с отсеком для плавки льда и снега, через отверстие с «соединительными путями». Принцип работы ковша основан на принципе работы ковшей снегоуборочных машин, но лишь с тем отличаем, что загрязненный снег или лед не будут выбрасываться наружу, а будут перенаправлены в отсек для плавки. Следующим этапом после забора является его топка (рис. 2). Загрязненный снег растапливается пластинами, установленными снизу и по краям камеры, поддерживающими температуру не ниже 0°C градусов.

Получившаяся водонефтяная эмульсия перегоняется насосом в отсек для отстаивания. Здесь на результат растопки воздействуют ультразвуковые

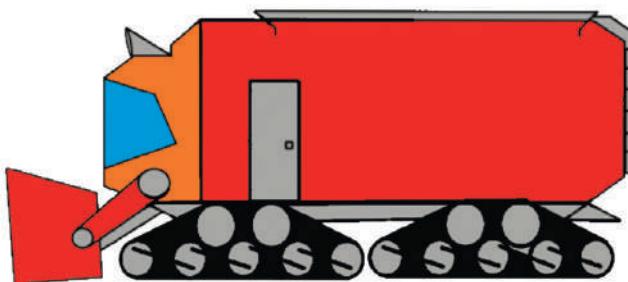


Рис. 1. Мобильная установка для отчистки снега и льда от нефтяных загрязнений, общий вид.

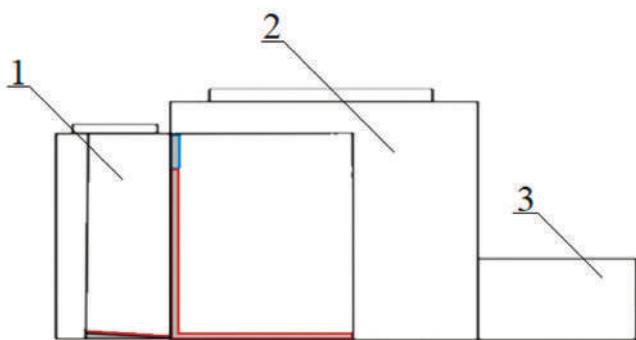


Рис. 2. Устройство для топки снега:
1 – плавильная установка, 2 – отсек для нагрева воды,
3 – насос.

волны для ускорения процесса. При полном разделении фаз эмульсии вода или нефть сливаются в отдельные емкости для хранения по принципу бензоотделительной колонки. Вода и нефть будут помещаться в специальные контейнеры. Воду из контейнера можно будет поместить в специально

предназначенный отсек в плавильной установке. Для ее подогрева и подачи в растапливаемую среду.

Плюсами данной машины является возможность очистки снега и льда практически на месте загрязнения, создание комфортных условий работы.

Минусы заключаются в возможности отчистки снега и льда лишь при неглубоких загрязнениях.

В работе, представленной на конкурс, произведен расчет основных характеристик машины для плавления снега, а также ее производительности.

Таким образом, в первом приближении примерный анализ характеристик мобильной установки для отчистки снега и льда от нефтяных загрязнений дает нам возможность предполагать, что ее применение с учетом ее мобильности может ускорить процесс локализации и ликвидации последствий аварий разливов нефти в начальный ее период.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратьев В.Б. Минеральные ресурсы и будущее Арктики. Горная промышленность. 2020;(1):87–96. DOI 10.30686/1609-9192-2020-1-87-96.
2. Экономика современной Арктики: в основе успешности эффективное взаимодействие и управление интегральными рисками : монография / под научной редакцией В. А. Крюкова, Т. П. Скуфьиной, Е. А. Корчак. – Апатиты: ФИЦ КНЦ РАН, 2020. – 245 с. : ил.
3. Янкевский, А. В., Ганченко, Д. Д., Чернеева, Е. В., Щерба, В. А. Экологические проблемы добычи нефти и газа на шельфе Мирового океана // Интернет-журнал «Науковедение» – 2017 – Т. 9, № 6.

АО «НИЦ «СТРОИТЕЛЬСТВО»

МОНИТОРИНГ ДИНАМИКИ ДЕГРАДАЦИИ МЕРЗЛОТЫ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБИННОЙ ВЫСОКОРАЗРЕШАЮЩЕЙ ИМПУЛЬСНОЙ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ

Авторский коллектив:

Алексеев Андрей Григорьевич,
Дуйсиналиев Нурбулат Амангельдиевич,
Антипов Вадим Валерьевич,
Горкин Дмитрий Сергеевич,
Сахтеров Владимир Иванович.

Строительство зданий и сооружений в Арктике и криолитозоне России, связано с рядом трудностей, вызванных сложными климатическими и геокриологическими условиями, а также удаленным расположением объектов строительства от логистических центров, что существенно осложняет строительство и эксплуатацию сооружений в данной зоне. Изменение климата существенным образом влияет на состояние и свойства многолетнемерзлых грунтов, являющихся основаниями фундаментов, что приводит к деформированию зданий и сооружений. В связи с этим стоит вопрос оперативного обследования, мониторинга оснований зданий и сооружений, сложенных мерзлыми грунтами.

Коллективом выполнен большой объем работ по исследованию толщ многолетнемерзлых пород на более чем 50 объектов в Арктике и криолитозоне РФ с применением технологии глубинной высокоразрешающей импульсной электроразведки (ГВИЭР). Данные объекты относятся как к промышленному комплексу, так и к объектам гражданского назначения, построенным в сложных геокриологических условиях. Данная работа выполнялась коллективом в течении двух лет, но наработки в этой области по данной технологии существуют с 2010 года, коллективом произведен анализ данных, сделаны выводы в перспективности направления для решения задач мониторинга многолетнемерзлых грунтов с помощью технологии ГВИЭР. Разработанная в процессе исследований методика отвечает современным требованиям по достоверности и эффективности полученных исследовательских материалов, имеет высокую скорость получения данных, обладает научной

новизной и обеспечивает экономическую целесообразность.

Разработки выполнены в рамках реализации стратегической госпрограммы «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации», утвержденной постановлениями Правительства РФ от 21 апреля 2014 г. № 366 и от 31 августа 2017 г. № 1064.

ГВИЭР сочетает экологическую нейтральность неразрушающего способа исследований с его высокой информативностью, за счет физических свойств электромагнитных волн (ЭМВ), что позволяет определять строение грунтов и горных пород на глубинах до 500 м с шагом измерений по георадарному профилю от 0,1 м и строить на основании получаемых данных 2D и 3D цифровые модели подповерхностного пространства.

ЭМВ, в отличие от упругих (акустических) волн, хорошо различают границы талый/мерзлый; обводненный/сухой; углеводороды/вода – из-за разности диэлектрической проницаемости пород (скорости) прохождения и отражения волн, а также разного удельного электрического сопротивления пород, дают информацию об их пространственном расположении, электромагнитный сигнал также содержит качественную информацию о плотности пород и степени влагонасыщения. Всё это позволяет получать более точную и детальную информацию о состоянии геологических сред на больших глубинах, позволяет создать систему мониторинга динамики развития опасных геологических процессов.

Технология ГВИЭР рационально дополняет традиционные методы исследований в вертикальных и горизонтальных плоскостях на всех этапах жизненного цикла объектов промышленного и граж-

данского строительства, линейных объектов, может существенно дополнить ТИМ платформы.

ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

1. Обнаружение таликовых зон в ММГ георадаром ЯНАО

Цель: Георадарное обследование грунтового массива многолетних мерзлых пород до глубины 100 м на предмет обнаружения участков таликовых зон, полуостров Ямал.

Результаты. В северной части озера обнаружена аномалия до глубин 70 м размерами более 1100 м в направлении С-Ю и более 700 м в направлении З-В. Данная зона имеет характерные признаки талой зоны. Заверка бурением и каротажные измерения подтвердили наличие воды в скважинах и хорошее сопоставление с выделенными ранее контурами таликовых зон.

Ценность. Оперативное обнаружение и картирование таликовых зон неразрушающим экспресс-методом; Полевые работы: 3 дня; Камеральная обработка: 10 дней.

2. Обследование участка строительства детского технопарка, ЯНАО

Цель: Получение неразрушающим методом геофизической информации о состоянии грунтов на территории объекта на глубину до 30 м, выявление аномалий типа ледяных линз, жильного льда в морозобойных трещинах в дисперсных грунтах, зон оттайки многолетнемерзлого грунта и проч., оценка их возможного влияния на основания проектируемых на территории объекта зданий и сооружений.

Результаты. Приповерхностный слой находится в растепленном состоянии. Имеются аномалии повышенного сопротивления, имеющие линзовую форму – зоны повышенной льдистости и изменения состава пород размером 2-7 метров по горизонтали. Протяженных жильных льдов не выявлено.

Ценность. Оперативное принятие решений по выбору глубины свай для опирания на мерзлые грунты на основе фактических данных. Оптимизация расположения зданий и сооружений; Полевые работы: 3 дня; Камеральная обработка: 10 дней.

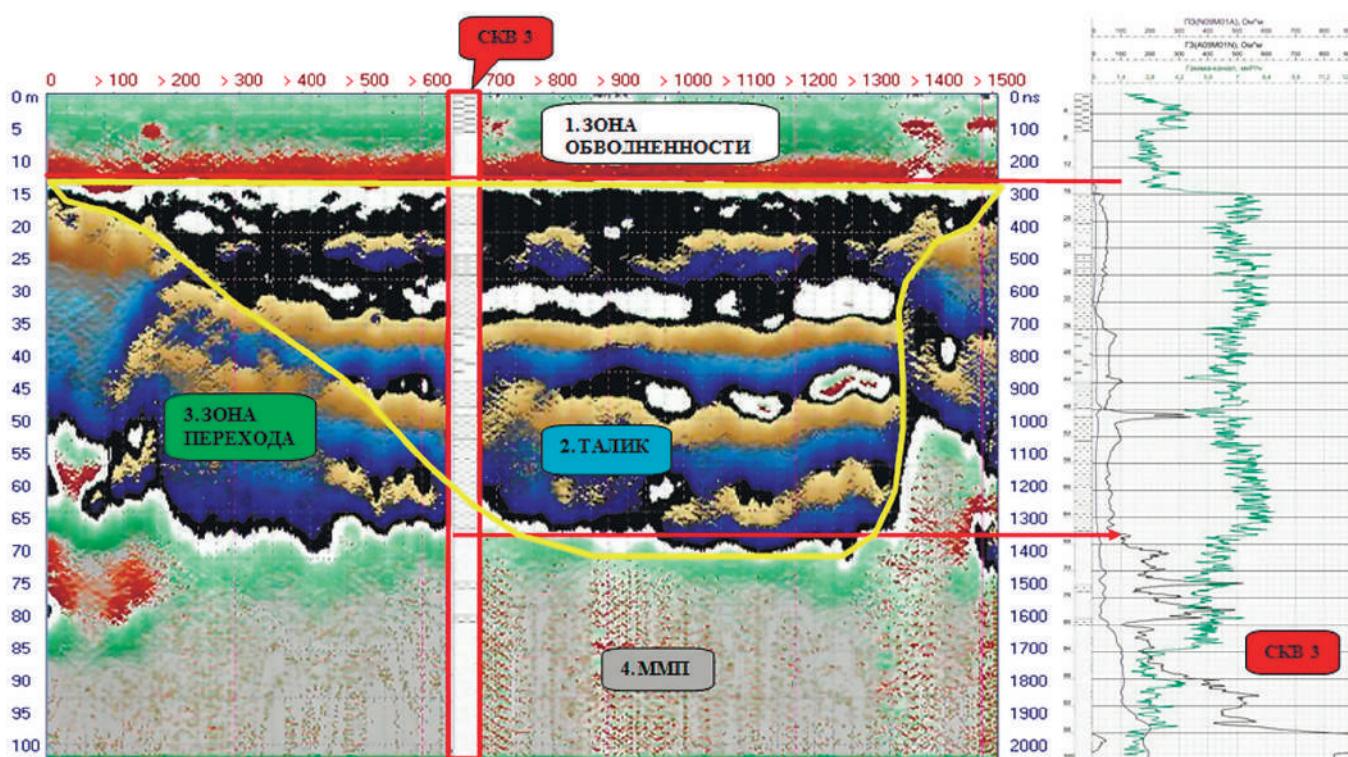


Рис. 1. Геоэлектрический разрез с наложением буровых колонок и данных каротажа на оз. Нгаркто.

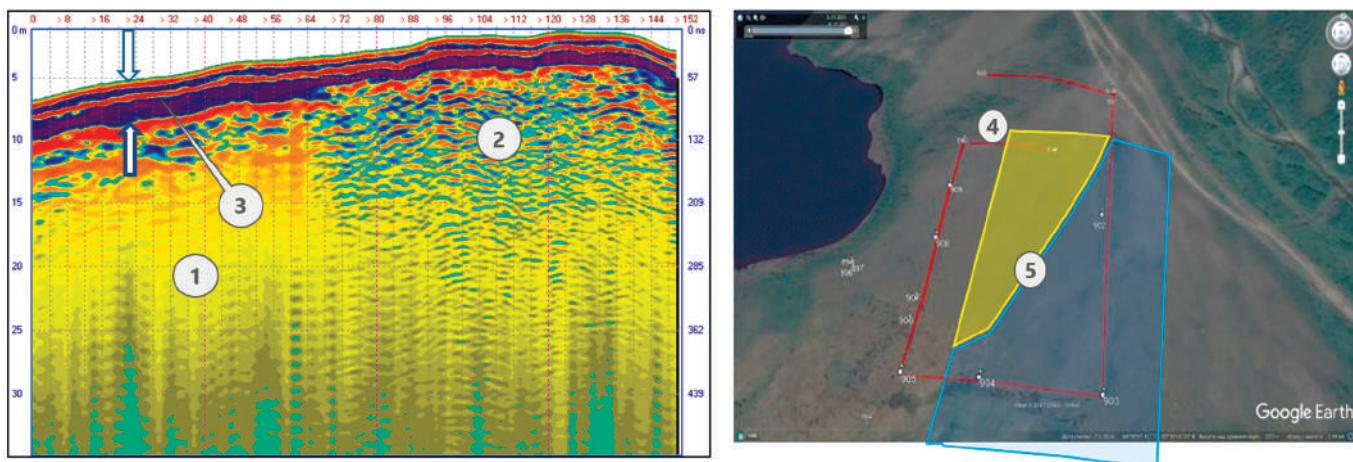


Рис. 2. Георадарный разрез и космоснимок площадки: 1 – коренная порода и/или переуплотненный грунт; 2 – локальная зона трещиноватости и/или разуплотнения; 3 – горизонт сезонной оттайки; 4 (желтым) – зона с коренной породы/переуплотненного грунта; 5 (синим) – зона повышенной трещиноватости.

3. Обследование площадки строительства МАС Снежинка»

Цель: Неразрушающим способом георадарного зондирования получить информацию о состоянии и свойствах грунтов на площадке проектируемого комплекса международной арктической станции «Снежинка» на глубину до 50 м.

Результаты. Коренная порода или переуплотненный грунт на глубине до 2-3 м от поверхности; локализовано в северо-западной части обследованного участка (4), на оставшейся части обследованного участка 64 – 144 м (5) (составляющей ~3/4 общей площади) граница опускается до глубины 15-25 м.

Ценность: Площадка строительства была смешена в зону коренной породы / переуплотненного грунта на глубине 2-3 м вместо 15–25 м в синей зоне – сокращение затрат на свайный фундамент; Полевые работы: 3 дня; Камеральная обработка: 10 дней.

4. Обследование основания АБК на ММГ, г. Норильск

Цель: Получение объективной информации о состоянии вечномерзлого грунта в зоне фундамента здания административно-бытового комплекса (АБК), и фактической глубины залегания аварийных свай фундамента в количестве 10 шт.

Результаты. Глубина оттайки в угловых зонах фундамента до 12-13 м и локально достигает 15-16 м. Средняя глубина сезонной оттайки за пределами

обследованного периметра здания составляет 3-5 м. Свайный фундамент полностьюложен в массиве «пластичного» мерзлого грунта.

Ценность: Выявление фактической глубины свай с картированием зон оттайки неразрушающим экспресс-методом, определение геотехнических мероприятий для сохранения здания АБК; Полевые работы: 2 дня; Камеральная обработка: 7 дней.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведена экспертная оценка геокриологических условий многолетнемерзлых грунтов ряда уникальных зданий и сооружений и разработаны рекомендации по их оптимизации, что позволило повысить качество и снизить стоимость проектов.

Новизна технических решений подтверждена двумя патентами, выполнено свыше 50 проектных расчетов на российских программных комплексах «Frost-3D» и «Борей». Результаты работы докладывались на Международной и Общероссийских научных конференциях и экспонировались на выставках. Общий экономический эффект оценивается около 0,4 млрд руб.

Полученные результаты работ обеспечивают методологический базис для эффективной диагностики состояния многолетнемерзлых грунтов для строительства и эксплуатации в Арктике и криолитозоне России.

Технологические перспективы, открывающие новые рынки георадиолокации:

- Накопление георадиолокационных данных в специальной Базе Данных (БД) для анализа закономерностей при мониторинге георадарами деградации мерзлоты;
- Подключение машинного обучения для БД для повышения точности анализа и прогнозирования динамики деградации мерзлоты до сантиметров. Текущая точность оценки границ приблизительно принимается ±10% исследуемой глубины;
- Георадиолокатор на БПЛА. Ведутся разработки оптимальной конфигурации антенн для зондирования с высоты 1-50 м с глубиной зондирования до 20 м;
- Скважинный георадар для контроля грунта вокруг скважины в радиусе до 10 м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев А.Г. Геотехнический мониторинг на многолетнемерзлых грунтах // Москва, 2019.
2. Алексеев А.Г. и др. Прогнозирование температурного состояния мерзлых грунтов в связи с изменением климата // Вестник НИЦ Строительство. 2019. № 4 (23). С. 44-49.
3. Алексеев А.Г., Рабинович М.В. Совершенствование нормативной базы по направлению основания и фундаменты на многолетнемерзлых грунтах // Вестник НИЦ Строительство. 2021. № 2 (29). С. 5-12.
4. Горкин Д.С. Новые принципы обработки данных электроразведки в диапазоне МГц, в программе MATRIX. Повышение детальности, глубины, фильтрация помех, псевдопроводимость. // Доклад на конференции «Электроразведка 2021», Москва.
5. Горкин Д.С., Варенков В.В. Сахтеров В.И. Георадар для радиолокационного зондирования подстилающей поверхности. Патент на полезную модель №218691, зарегистрирован в Госреестре 06.06.2023 г., патентообладатель Горкин Д.С.
6. Горкин Д.С., Варенков В.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ MATRIX, № 2023663673. Дата регистрации: 27.06.2023.
7. Горкин Д.С., Дуйсиналиев Н.А. Обнаружение георадаром и картирование таликовых зон в многолетних мерзлых грунтах на полуострове Ямал, район Газ Сале // Сб. мат. конф. «Инженерная и рудная геофизика 2023», Санкт-Петербург, 15-19 мая 2023 г. – С.147-160.
8. Колыбин И.В., Алексеев А.Г., Сазонов П.М. и др. Разработка регламента геотехнического мониторинга крупных городов арктической зоны Российской Федерации // Отчет о НИР. Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве. 2020.
9. Сахтеров В.И. Направленная антенна для подземного излучения. Патент на изобретение №2753250, зарегистрирован 15.08.2021 г. Патентообладатель ИЗМИРАН.
10. Сахтеров В.И., Прокопович И.В., Попов А.В. Экранированная дипольная антенна для задач радиолокационного каротажа // Радиотехника. 2022. Т.86. №8. С.103-112.
11. Melnikov V.P., Alekseev A.G. et al. Past and future of permafrost monitoring: stability of russian energetic infrastructure // Energies. 2022. Т. 15. № 9. С. 3190.

ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ДОРОЖНЫЕ И АЭРОДРОМНЫЕ ПЛИТЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ - КАК ЭЛЕМЕНТ ЭФФЕКТИВНОГО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

Авторский коллектив:
Трофимов Валерий Иванович,
Иванов Даниил Андреевич,
Хитрич Григорий Алексеевич.

АННОТАЦИЯ

Статья касается актуальной проблемы повышения эффективности работы дорожных цементобетонных покрытий в Арктической зоне. Для этого необходимо учитывать суровые природно-климатические условия строительства, вечномерзлое состояние грунтов и высокую стоимость работ. В статье рассматриваются вопросы совершенствования технологии и конструкции дорожных и аэродромных плит. Предлагается для изготовления дорожных плит с повышенной эксплуатационной надежностью использовать технологию многослойных плит с применением композитных материалов и изделий на полимерной основе. Обосновывается выполнение дорожной плиты сборной – двухслойной или трехслойной, где нижний и верхний слои выполняются из готовой полимерной композитной плиты. Получены положительные результаты комплексных испытаний на моделях.

Ключевые слова: арктические зоны, трещиностойкость, полимерная композитная плита, арматура, сборная дорожная плита.

Эффективное обустройство северных территорий напрямую связано с решением вопроса ускоренного строительства широкой сети дорог и аэродромов. При этом ускоренное освоение уникальных и стратегически важных для нашей страны месторождений, расположенных в удаленных районах Арктики, включая шельф, а также надежная их защита, невозможна без применения новых технологических и конструктивных решений при строительстве транспортных сооружений.

Одним из сдерживающих факторов, негативно влияющий на эффективность строительства дорог

(аэродромов), является преждевременное разрушение дорожного (аэродромного) бетонного полотна, которое наиболее широко выполняется из плит [1].

Проблема. Нижний бетонный слой дорожной (аэродромной) плиты за счет действия переменного изгибающего момента и воздействия агрессивной среды со стороны основания подвержен трещинообразованию. Верхний слой, включая торцы, за счет действия различных повышенных нагрузок, включая и динамические, а также атмосферного воздействия с учетом действия переменного температурного фактора, подвержен также разрушению. Отсюда понятно, что необходимо либо защищать верхний и нижний слои дорожной плиты физико-химическими способами, либо совершенствовать ее конструкцию. При этом необходимо снижать массу плиты с учетом ее транспортирования и работы на грунтовом основании в суровых природно-климатических условиях Севера.

Одним из путей решения проблемы повышения эффективности строительства дорог и аэродромов на высокольдистых тонкодисперсных грунтах в Арктической зоне предлагается осуществлять на комплексном подходе путем совершенствования конструкции покрытия дорог (аэродромов) из дорожных (аэродромных) плитам, технологии их изготовления и возможности эксплуатации в суровых и агрессивных условиях. При этом должны отличаться многофункциональностью и повышенной эффективностью.

Разработан комплекс оригинальных технических решений по изготовлению более эффективных дорожных (аэродромных) плит с обеспечением надежной коррозионной защиты, повышенной трещиностойкости, облегченных и со сниженным объемом ремонтных работ.



Рис. 1. Пример устройства быстровозводимого временного дорожного полотна из композитных замковых плит МДП ООО «Русполимер Групп»: а – использование в зимних условиях; б – временное дорожное полотно; в – временная вертолетная площадка.

Принципиально новым является то, что дорожная (аэродромная) плита не зависит от условий ее работы может изготавливаться в стандартных формах, где применяется новый способ формования плиты – выполняется сборной с применением готовых защитно-несущих элементов – полимеркомпозитных плит, обладающих хорошими физико-механическими и эксплуатационными свойствами (рис. 1), а также с использованием новых оригинальных и технологичных способов их соединения с бетонным слоем, что, в целом, очень важно учитывать при работе в суровых природно-климатических условиях арктических зон.

Более высокие показатели по прочности, трещиностойкости и по сопротивляемости динамическим нагрузкам объясняется тем, что у полимеркомпозитного материала деформационные свойства лучше, чем у бетона. Появление трещин в бетоне не является только следствием коррозии. При испытании материала на растяжение деформация в предельном состоянии для стеклопластика составляет до 2,8%, а металла 25%. При этом в СП52-101-2003 указано, что армированные бетонные конструкции дают трещины уже при деформации растяжения 0,015%, т.е. задолго до достижения

предела прочности арматуры, независимо от ее материала (композита или стали) [2].

Для этого предлагается использовать готовую полимеркомпозитную плиту в качестве защитного слоя бетона, а также использовать оригинальные более простые – более технологичные способы соединения полимеркомпозитных плит с бетонным слоем [3,4].

Соединение бетонного слоя с полимеркомпозитной плитой предлагается осуществлять простыми оригинальными способами, например, через анкеры-бобышки, которые образуются при заполнении бетонной смесью отверстий, заранее засверленных в готовой полимеркомпозитной плите (рис. 2) (патент № 201315).

Важными вопросами изготовления многослойных плит являются вопросы технологичности и надежности соединения слоев. Например, в работе [5] обосновывается применение в строительстве двухслойной дорожной плиты, где имеется верхний полимеркомпозитный слой, который предлагается отдельно формовать в виде плиты с укладкой специальных анкеров для соединения с бетонным слоем. Такая технология существенно повышает

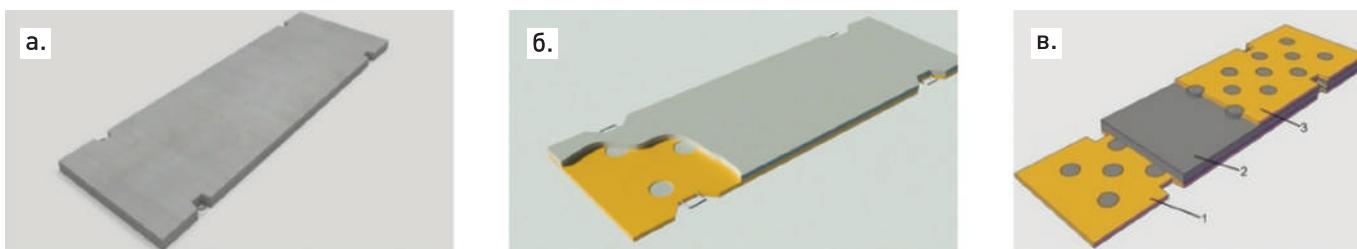


Рис. 2. Дорожные плиты: стандартная – а); двухслойная – б); трехслойная – в).
1 – нижняя полимеркомпозитная плита; 2 – бетонный армированный слой; 3 – верхняя полимеркомпозитная плита.

трудоемкость изготовления дорожной двухслойной сборной плиты, что резко снижает эффективность ее использования.

Для более надежного соединения слоев, а также упрощения технологии изготовления сборной дорожной плиты могут быть использованы анкеры в виде саморезов (рис. 3) (№ 2739818).

Сборная трехслойная дорожная плита содержит верхний слой из готовой полимеркомпозитной плиты 1 с анкерами - саморезами 3 и нижнего из готовой полимеркомпозитной георешетки 2, соединенные с внутренним фибробетонным слоем 4 выпусками анкеров 3 и ячейками 6 георешетки 2, которые заполнены фибробетоном, армированного геосеткой 5 (рис. 4) (№ 200921).

Разработанная сборная дорожная плита выполнена конструктивно комбинированной и может работать более эффективно, чем стандартная монолитная плита, так как вся конструкция обеспечивает возможность восприятия более высоких нагрузок, включая динамические. При этом повышается технологичность выполнения основных операций по изготовлению дорожной плиты, снижается масса плиты.

В развитие разработанных новых конструктивных решений сборных плит предложено их изготавливать с натянутой полимеркомпозитной сеткой. Для этого используется оригинальное решение – сетку фиксировать и натягивать на шляпках анкеров – саморезов (рис. 5) (патент № 2760668).

Эффективность работы сборной плиты повышается также за счет использования новой полимеркомпозитной фибры повышенного сцепления.

Многофункциональность сборной плиты обеспечивается за счет возможности ее целенаправленного конструктивного изменения при изготовлении в условиях цеха путем подбора соответствующих защитных полимеркомпозитных плит и композитной арматуры с учетом конкретного использования:

- при обустройстве строительных, нефтегазовых и вертолетных площадок;
- при устройстве мостовых переходов;
- при возведении железнодорожных платформ (двухслойная плита с верхним полимеркомпозитным слоем);
- в дорожном строительстве (двухслойная плита с нижним полимеркомпозитным слоем);

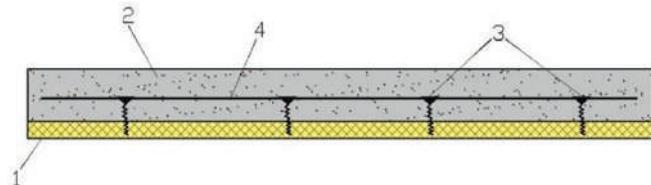


Рис. 3. Конструктивная схема сборной двухслойной дорожной плиты с креплением полимеркомпозитной плиты анкерами – саморезами. 1 – нижняя полимеркомпозитная плита; 2 – фибробетонный слой; 3 – анкеры - саморезы; 4 – полимеркомпозитная сетка.

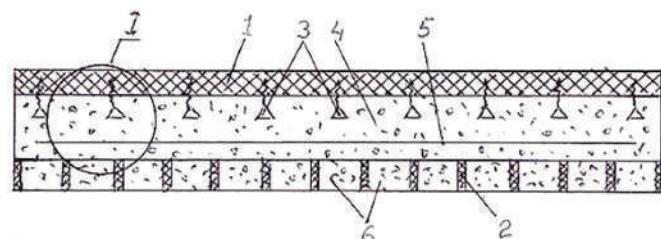


Рис. 4. Сборная трехслойная плита.

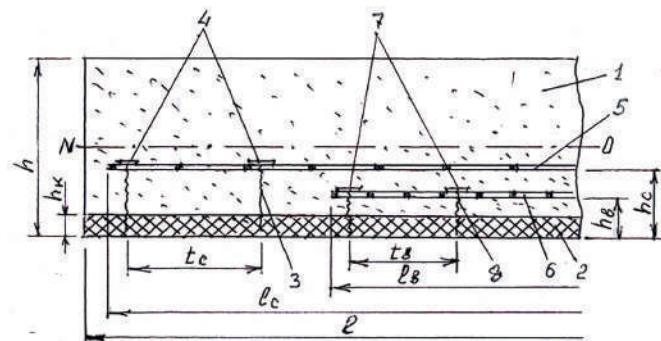


Рис. 5. Конструктивная схема сборной дорожной плиты с нижним слоем из полимеркомпозитной плиты и двумя натянутыми полимеркомпозитными сетками.
1 - фибробетонный слой; 2 – полимеркомпозитная плита; 3,8 – анкеры – саморезы; 4,7 – шляпки анкеров – саморезов; 5 – полимерная композитная сетка (верхняя); 6 – вспомогательная полимеркомпозитная сетка.

- в аэродромном строительстве (трехслойная плита с верхним и нижним полимеркомпозитными слоями).

Предлагаемый комплекс технических решений актуален на сегодняшний день, так как позволяет значительно повысить эффективность транспортного строительства - автомобильных дорог и аэродромов в арктических зонах.

Оригинальный комплекс технических решений обеспечивает повышенную эффективность использования сборной плиты, которая достигается:

1. На стадии изготовления за счет:

- высокотехнологичности, позволяющая при формировании плиты использовать стандартные формы и применять более простую технологию – технологию сборных плит, включающей использование готовых полимеркомпозитных плит – полуфабрикатов с возможностью их надежного и простого оригинального соединения с бетонным слоем через образованные или установленные особым образом анкеры (анкеры – бобышки, анкеры – саморезы и др.);
- использования простого более технологичного способа соединения слоев сборной плиты анкерами в виде саморезов, бобышек и др.;
- снижения объема компонентов, используемых для приготовления смеси на одну плиту, при замещении части бетонного слоя полимеркомпозитной плитой (одной или двух), использования менее мощного формовочного оборудования, снижения стоимости плиты;
- возможности полного отказа от стальной арматуры при использовании в сборной плите полимеркомпозитных изделий: верхнего и нижнего слоев в виде готовых плит, арматуры, сеток (каркасов), фибры.

2. На стадии строительства за счет:

- снижения массы плиты, позволяющей использовать крановое оборудование меньшей грузоподъемности (мощности);
- использования автотранспорта меньшей грузоподъемности или возможности перевозки большего количества плит за одну поездку;

3. На стадии эксплуатации за счет:

- снижения давления на грунтовое основание за счет снижения массы плиты на 25-30%, что повышает ее несущую способность;
- обеспечения повышенной коррозионной стойкости за счет исключения или снижения прямого контакта бетона с грунтовым основанием;
- повышенной трещиностойкости бетонного слоя с предотвращением отслаивания и торцовых сколов при установке верхней полимеркомпозитной плиты;
- повышенной прочности при исполнении бетонного слоя дисперсионармированным с использованием полимеркомпозитной фибры повышенного сцепления (**патенты №: 2490406, 2582254, 2601705**);

- меньшей степени обледенения при установке верхней полимеркомпозитной плиты;

- повышенной надежности работы сборных плит и лучших экономических показателей.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Одним из способов достижения экономической эффективности является отказ от изготовления и эксплуатации преднатяженных дорожных плит и переход полностью на использование новых не преднатяженных сборных плит с восприятием тех же нагрузок, что позволит получить существенный экономический эффект за счет снижения затрат на их изготовление.

Можно приближенно оценить экономическую эффективность предложенной разработки. Если принять за стоимость изготовления типовой преднатяженной дорожной (аэродромной) плиты длиной 6 м - 15 000 рублей, а стоимость изготовления не преднатяженной плиты - на 20% меньше, то экономия только от использования одной новой не преднатяженной сборной плиты составит 3000 рублей. В этом случае при строительстве, например, двухполосной дороги с укладкой 4-х плит экономия на 1 км может составить 2 млн рублей.

Другим реальным способом достижения экономической эффективности использования новых сборных дорожных плит в настоящее время является возможность полного отказа от использования стальной арматуры.

Например, в случае замены в дорожной плите ПАГ-18 (6000x2000x180), вес 5100 кг, ГОСТ 25912 только нижнего бетонного слоя полимеркомпозитной плитой толщиной 50 мм, то получим экономию бетона примерно на 30%! При этом необходимо учесть, что стоимость самих полимеркомпозитных материалов (сетки, арматура и др.) для изготовления новой сборной плиты составит также меньше.

Кроме этого, с учетом того, что масса сборной плиты снижается на 25-30% (двухслойная или трехслойная), возможно перевозить за один раз на одну-две плиты больше тем же транспортным средством, что, в целом, существенно повышает экономическую эффективность использования новой сборной плиты для транспортного строительства, особенно в условиях арктических зон. В тоже время новые

сборные плиты меньше подвержены разрушению в процессе эксплуатации, более долговечны, что также повышает экономическую эффективность использования сборных дорожных (аэродромных) плит в транспортном строительстве.

Выполненные модельные испытания новой конструкции сборной дорожной плиты (рис. 6), в частности, двухслойной позволяют сделать вывод, что ее исполнение с нижним слоем из готовой полимеркомпозитной плиты, а также применение композитной арматуры и новой полимеркомпозитной фибры повышенного сцепления позволит в будущем полностью отказаться от стальной арматуры, что улучшит физико-механические свойства дорожной бетонной плиты, значительно снизит ее массу и стоимость изготовления.

Предлагаемый комплекс технических решений актуален на сегодняшний день, так как сборные облегченные двухслойные и трехслойные плиты повышенной трещиностойкости могут найти широкое применение при строительстве дорог и аэродромов в сложных природно-климатических условиях арктических зон особенно на тяжело нагруженных участках дорог с интенсивным движением при обустройстве нефтегазовых месторождений, а также при организации строительных площадок и выполнении ремонтных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богоявленский В.И. "Перспективы и проблемы освоения месторождений нефти и газа шельфа Арктики": Журнал "Бурение и нефть", 2012.
2. Криволапов Д., Магда А., Сорока Т. "Бурение с регулируемым давлением как передовое решение для глубоких НГНР скважин и длинных интервалов с узкими безопасными границами давлений": SPE-202510-MS, 2020
3. Петерман С.П. «Безрайзерное бурение – следующая ступень в глубоководном бурении»: презентация с конференции по морским технологиям, Хьюстон, 1998.
4. Патент № 8534369B2 США. Клапан управления потоком в бурильной колонне и способы его использования / Люк Дебоэр. Опубл. 01.12.2010.

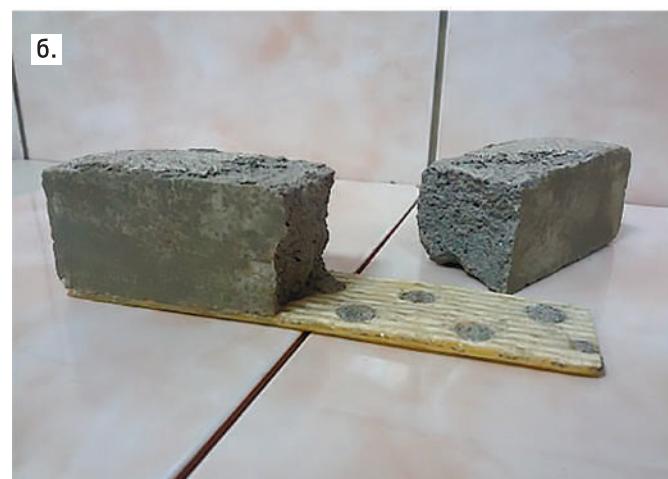


Рис. 6. Образцы бетонных балочек: без полимеркомпозитной пластины и сборные образцы с полимеркомпозитной пластины с различным диаметром анкеров-бобышек – а; вид сборного образца после испытания – б.

5. Ганиев Р.И. Анализ систем бурения с двойным градиентом при строительстве глубоководных скважин/ Р.И. Ганиев, Люк Дебоэр// ROGTEC Российские нефтегазовые технологии. 2020. Вып.61. С.24-37
6. Ганиев Р.И. «U-tube» эффект при бурении с двойным градиентом и верхних интервалов глубоководных скважин / Р.И. Ганиев, Люк Дебоэр, А.Х. Аглиуллин, Р.А. Исмаakov // ROGTEC Российские нефтегазовые технологии. 2021. Вып. 64. С.58-66.

ООО «ИРКУТСКАЯ НЕФТЯНАЯ КОМПАНИЯ»

ВРЕМЕННАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ БЛОКИРУЮЩИМИ СОСТАВАМИ С ПРОГРАММИРУЕМЫМ САМОРАЗРУШЕНИЕМ

Авторский коллектив:
Беляков Андрей Юрьевич,
Давыдович Михаил Иванович.

Освоение Арктики и континентального шельфа неизбежно связано с безаварийным бурением и эффективной эксплуатацией скважин. В то же время, для эффективного освоения месторождений требуется бурение скважин с длинными горизонтальными окончаниями, в том числе бурение многозабойных скважин [1, 2]. В связи с протяженными горизонтальными окончаниями наблюдаются гидравлические потери в стволе скважины, как следствие высокие эквивалентные циркуляционные плотности ЭЦП [2, 3]. Из-за превышения давления в скважине над пластовым давлением возникают поглощения промывочной жидкости [2, 4]. В условиях стоимости бурения скважин в Арктике необходимы наиболее эффективные технологии ликвидации поглощений скважин в обязательном порядке, не оказывающие негативного воздействия на продуктивный пласт.

Аналогичный подход требует и эксплуатация данных скважин. Глушение скважин с длинными горизонтами стандартными блокирующими составами (БС) с заполнением всего продуктивного пласта малоэффективно. Наблюдается потеря технологических жидкостей в пласт и как правило потеря продуктивности скважин [5, 6, 7]. В условиях освоения Арктики и континентального шельфа требуется поиск более эффективных решений по ликвидации поглощений и изоляции продуктивных пластов.

В качестве решения данных проблем была разработана и апробирована технология глушения скважин БС с программируемой самодеструкцией, при этом состав устанавливается в зоне эксплуатационной колонны над «головой» хвостовика, исключая взаимодействие состава с продуктивным пластом.

ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

БС разработан с целью установки в скважины для временной изоляции продуктивного пласта.

В отличии от имеющихся на рынке составов, разработанный состав характеризуется программируемым саморазрушением. Состав состоит из термостабильного полимера (выше 1200С) ксантановой смолы и функциональных присадок: ацетат хрома (сшивающий агент), оксид магния и каустическая сода (буфер рН), инкапсулируемого желатином окислителя-деструктора и активатора/ускорителя сшивки. В состав можно добавлять полиакриламид с низким молекулярным весом для увеличения адгезивных свойств состава.

При глушении скважин в зависимости от необходимого времени проведения ремонтных работ подбирается необходимая рецептура путем изменения концентрации окислителя деструктора и ускорителя сшивки. Важным фактором для подбора рецептуры является пластовая температура. Данный состав можно устанавливать как в продуктивный пласт, так и в зоне башмака обсадной колонны выше продуктивного пласта. Время сшивки рассчитывается с учетом набора необходимой вязкости (более 300 сек по воронке Марша/до потери текучести) за 200 метров до предполагаемого места установки. Активация разрушения БС производится путем высвобождения кислорода из деструктора при его распаде под действием температуры пласта в зоне установки состава.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Для подбора рецептуры саморазрушающегося БС было выбрано следующее время полного разрушения состава 2, 5 и 9 суток. Температура эксперимента составляла 380С. Результаты экспериментов показаны на рис. 1. Рецептуры составов отличались только концентрацией внутреннего окислителя – 3, 4.2 и 6 г/л. Все образцы после выдерживания утратили свою прочность, получен переход из состояния твердого тела в жидкость. В некоторых образцах присутствовали небольшие фрагменты



Рис. 1. БС после выдерживания в течение а). 2 суток, б) 5 суток и в) 9 суток, образцы после самодеструкции.

состава не более 1мм. На основании экспериментов подобраны рецептуры для саморазрушения при температурах от 20 до 950С. Регуляция времени разрушения происходила главным образом за счет концентрации внутреннего окислителя и активатора сшивки.

В ходе лабораторных испытаний было оценено влияние разработанного состава на фильтрационно-емкостные свойства продуктивного пласта. В качестве БС аналогов разработанной технологии были взяты стандартные составы, распространенные на рынке (таблица 1). В качестве образцов кернового материала было выбрана два керна: терригенный и карбонатный. Температура пласта 38°С. Давление репрессии 30 атм, объем прокачки не более 1.5 объема пор.

В ходе тестирования были получены следующие результаты (рис. 2) по восстановлению обратной проницаемости. В случае воздействия БС №3 после закачки БС проницаемость составила 73%, после депрессии и последующей закачкой кислоты составила 96%. После БС №2 отмечалось очень сильное падение проницаемости, которая восстановилась до 87% после обработки деструктором (пероксигидратом мочевины). Проницаемость на керне после воздействия БС №1 и депрессии восстановилась до 97%, особо отмечаем, что в этом варианте деструктор не закачивался. Это свидетельствует об эффективности внутреннего деструктора, который под воздействием времени и температуры пласта активировал саморазрушение БС в порах керна.

АПРОБИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Разработанный блок состав прошел опытно-промышленные испытания на объектах Общества с ограниченной ответственностью «Иркутская

Нефтяная Компания» в качестве аналога БС с твердой фазой (мраморной крошкой) и сивающего состава. Основными критериями успешности разработанной технологии были: эффективность глушения скважин (уровень жидкости глушения на устье после глушения, отсутствие газонефтепроявлений), отсутствие падения производительности после глушений скважин. Скважины характеризовались трещинным коллектором, ранее данные скважины глущились составами с кольматантом и сивающим составом. После установки выше озвученных составов закачивался деструктор для вывода скважины на режим. Особо отмечаем, что сивающий состав был более эффективен для ликвидации поглощения (на 47%), чем состав с кольматантом. Однако падение производительности было кратно выше с данным составом.

В связи с этим была внедрена технология глушения БС с программируемой самодеструкцией. Состав устанавливается над компоновкой хвостовика ниже зоны расположения скважинного насоса, интервал установки 150-200 метров. Наиболее распространенные рецептуры для саморазрушения это 3, 5, 7 и 9 суток. После установки БС проводится технологический отстой в течение

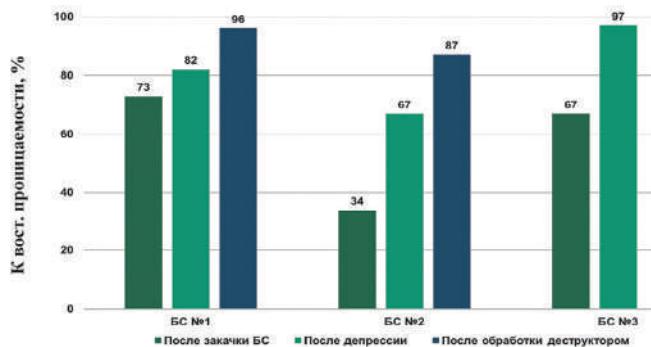


Рис. 2. Результаты влияния БС на ФЭС.

Таблица 1. Образцы БС для тестирования влияния на ФЭС пласта

Составляющие реагенты	Функция	Промыслы-сателлиты		
		БС №1 сшивающий состав с саморазрушением	БС №2 сшивающий состав (разрушение происходит путем доставки деструктора)	БС №3 вязкоупругий состав с мраморной крошкой
Биополимер	Основа	10	10	10
Мраморная крошка	Кольматант	-	-	100
Оксид магния	Буфер pH	10	10	5
Каустическая сода	Регулятор pH	1	1	1
Крахмал	Понизитель фильтрации	-	-	10
Окислитель	Деструктор	6	-	-
Ускоритель	Активатор сшивки	1	-	-
Ацетат хрома	Сшиватель	3	3	-
Разрушение		Не требуется	Пероксигидрат мочевины 3%	HCl 12%

2-х часов для полной сшивки состава. После технологического отстоя бригада по текущему и капитальному ремонту производит ремонт (подъем и замена насоса, вырезка технологического отверстия и так далее). После ремонта в зависимости от подобранной рецептуры мы наблюдаем постепенное падение уровня жидкости в скважине, что свидетельствует о разрушение БС. В случае если ремонт закончен быстрее, чем время саморазрушения, производится закачивание раствора пероксигидрата мочевины 3%. Применение БС с программируемой деструкцией позволило полностью уйти от применение деструкторов после глушения, повысить эффективность глушения на 34% (по критерию ликвидации поглощения) и выводить скважины на рабочий режим без падения продуктивности.

ВЫВОДЫ

В ходе проведенных работ разработан БС для изоляции продуктивных пластов с целью глушения скважин и ликвидации поглощений промывочной жидкости. В связи с тем, что БС обладает программируемой самодеструкцией использование

данной технологии позволяет снизить затраты на операции по разрушению БС и выводу скважин на рабочий режим. В условиях бурения и эксплуатации скважин в Арктике и континентальном шельфе применение данного БС позволит сократить затраты на разработку месторождений и повысить качество выполнения работ, минимизируя потери добываемых пластовых флюидов.

В лабораторных условиях подобрана карта рецептур под температурные условия наиболее распространённых пластовых температур скважин континентального шельфа. Также протестировано влияние БС на ФЭС продуктивных пластов. Состав не оказывает негативного влияния и не требует дополнительных обработок с целью повышения продуктивности и снятия скин-фактора после глушения скважин.

Разработанный состав успешно прошел ОПР по результатам которого стал повсеместно применяться на объектах Общества с ограниченной ответственностью «Иркутская Нефтяная Компания». Достигнуты результаты глушения скважин с первого раза без потери продуктивности. В связи

с достигнутыми результатами по разработке и внедрению блок состава с программируемой само-деструкцией данная технология может успешно применяться при бурении и эксплуатации скважин в Арктике и континентальном шельфе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов В.Г., Лаврентьев Ю.В., Казанцев А.Е. и др. Особенности бурения скважин на шельфе. г. Тюмень, ТюМГНГУ, 2013. 80 с.
2. Будников В.Ф., Проселков Е.Ю., Проселков Ю.М. Основы технологии горизонтальной скважины / пер. с англ. и ред. Краснодар: «Сов. Кубань», 2013. 424 с.
3. Кузнецов В.Г., Кузьменко С.Е., Сазонов А.И., Щербич Н.Е. Учебное пособие по дисциплине «Особенности строительства скважин на шельфе Арктики». г. Тюмень, ТюМГНГУ, 2016 г. 53 с.
4. Сабукеевич В.С., Подопригора Д.Г. Особенности освоения арктических шельфовых нефтяных месторождений. Г. Санкт-Петербург, СГУ, 2020. 49 с.
5. Кесслер Ю.А., Котенев Ю.А., Султанов Ш.Х., Муслимов Б.Ш. Технологические особенности оптимизации разработки нефтяных месторождений Балтийского шельфа // Экспозиция Нефть Газ. 2016. №1. с 36.
6. Галкин С. В. Исследование смачиваемости коллекторов нефтяных месторождений методом рентгеновской томографии керна SOCAR Proceedings [Электронный ресурс]. - 2016. - № 4. - с. 63.
7. Губайдуллин, М.Г. Экспериментальные исследования относительных фазовых проницаемостей и коэффициента вытеснения нефти водой в сложно-построенных коллекторах. Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. - 2017. - № 2. - с. 52.

ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
ПРОБЛЕМ СЕВЕРА ФИЦ КОМИ НЦ УРО РАН

ИНТЕРАКТИВНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК НАСЕЛЕНИЯ АРКТИКИ»

Автор: Смирнов Андрей Владимирович.

Пазработан «Цифровой двойник населения Арктики» – интерактивное приложение (дашборд), содержащее детальные данные об арктическом населении, включая данные муниципального и поселенческого уровней. Приложение содержит демографическую статистику, итоги переписей и данные цифровых платформ [1].

«Цифровой двойник населения Арктики» охватывает такую проблематику как численность, динамика и состав населения, расселение, естественное и миграционной движение, труд и занятость, транспортные перемещения, наука и образование, влияние пандемии на демографические процессы. Для исследователей реализованы инструменты ранжирования, многомерного анализа, кластеризации и прогнозирования значений показателей. С точки зрения государственного и муниципального управления главный интерес представляют демографические профили регионов и территорий, отражающие под-

робную информацию о демографической ситуации.

Прототип проекта реализован и размещен в открытом доступе на сайте digital-arctic.ru. В будущем планируется добавление новых показателей и актуализация данных. Основываясь на итогах переписи населения 2021 г., будет разработан детальный демографический прогноз, учитывающий в том числе образовательный состав населения, что позволит оценивать качественный состав трудовых ресурсов арктических регионов.

Предложены три методологических принципа создания «цифрового двойника населения Арктики».

1) Учет иерархии территорий. Данные представлены для разных уровней: населенных пунктов, муниципальных образований, субъектов РФ, Арктической зоны в целом. По возможности используются максимально детализированные данные.

2) Все данные имеют пространственное представление; используются картограммы, графики;

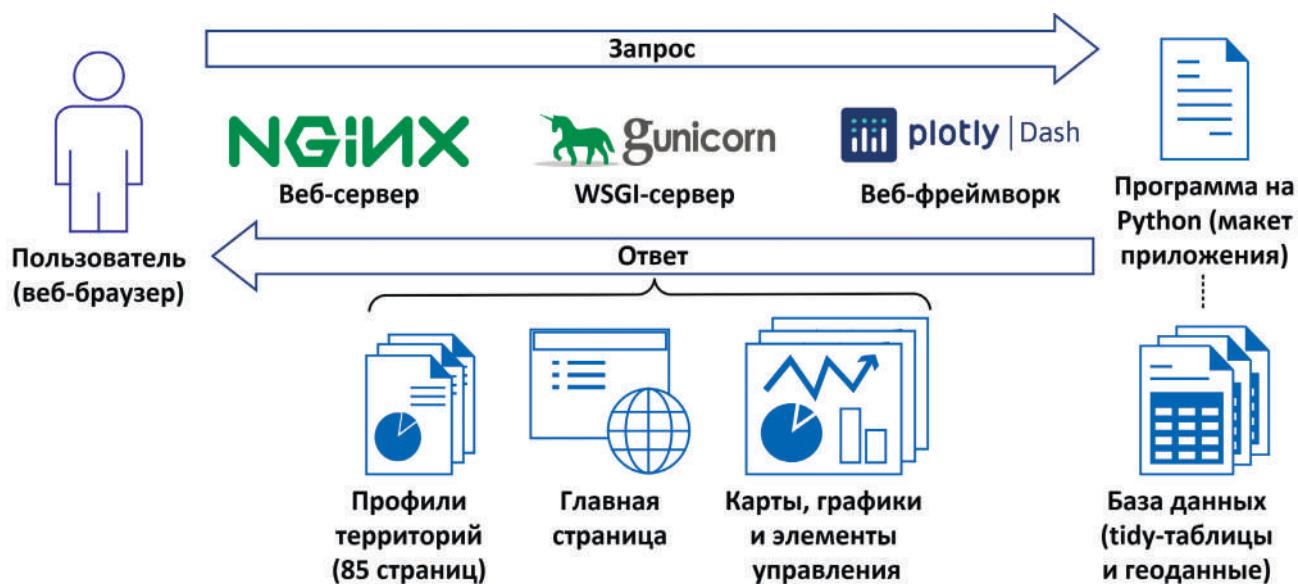


Рис. 1. Архитектура дашборда «Цифровой двойник населения Арктики».

учитывается географическое и социальное пространство.

3) Сочетание демографической статистики с новыми цифровыми источниками данных, генерируемыми в цифровой среде [2].

Дашборд «Цифровой двойник населения Арктики» имеет клиент-серверную браузерную архитектуру. Основные использованные технологии отражены на схеме (рис. 1). Прежде всего это веб-фреймворк Dash на языке программирования

Python. Взаимодействие пользователя с дашбордом осуществляется через веб-сервер Nginx и WSGI-сервер Gunicorn.

Проект объединяет такие источники данных о населении, как База данных показателей муниципальных образований Росстата, итоги переписей населения, данные проекта «Виртуальное население России» (перепись пользователей социальной сети ВКонтакте), данные о перемещениях на самолетах и поездах сервиса по

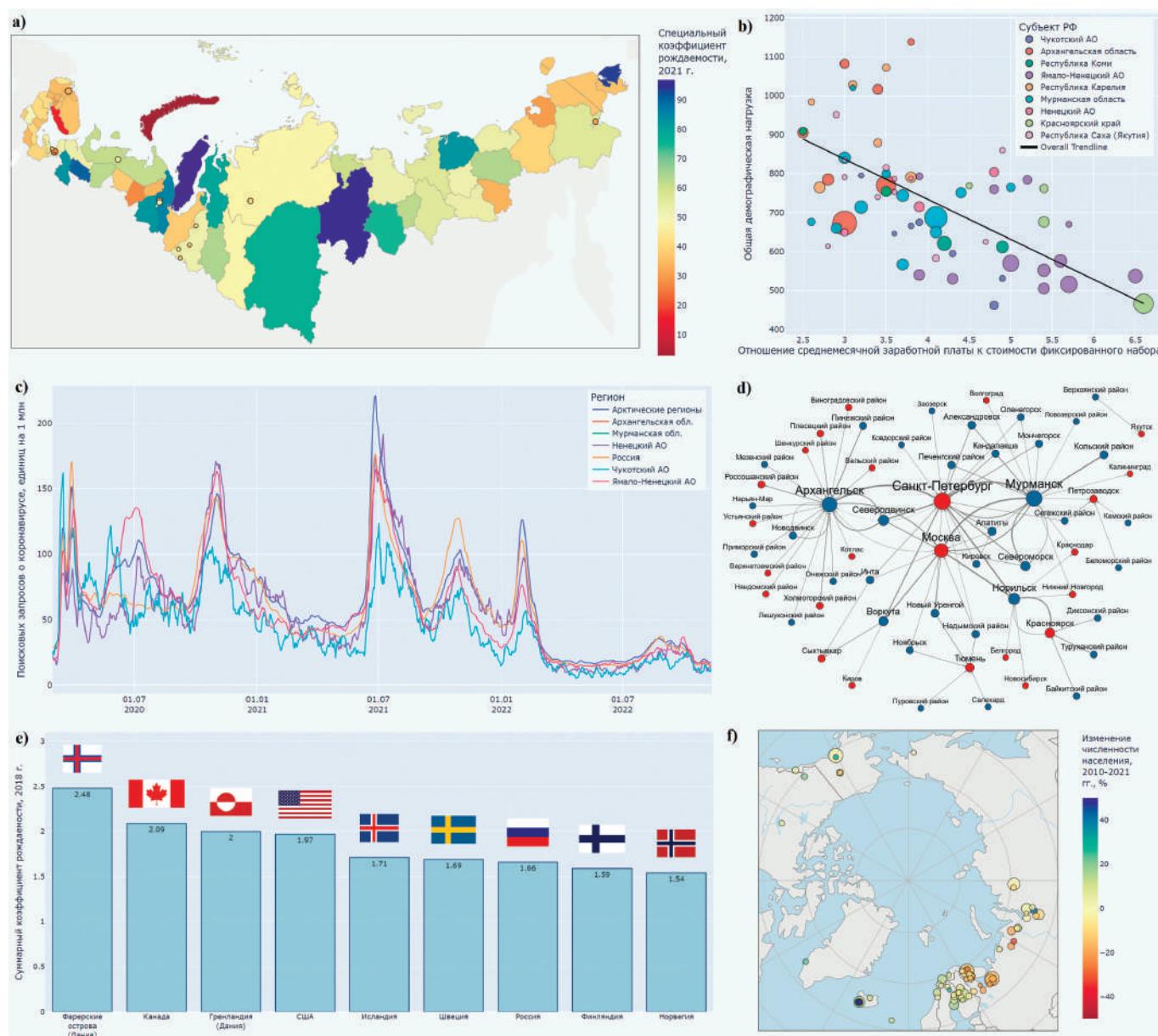


Рис. 2. Некоторые элементы дашборда: а) районирование по показателю; б) многомерный анализ; в) динамика поисковых запросов о пандемии; д) крупнейшие потоки сети миграций; е) рейтинг стран по уровню рождаемости; ф) карта расселения мировой Арктики.

продаже билетов Туту.ру, данные Яндекса и Университета Джона Хопкинса о пандемии коронавируса, данные проекта «Инфраструктура научно-исследовательских данных» о расселении в Арктике и др.

На рис. 2. представлены некоторые из элементов приложения. На главной странице приложения размещены следующие разделы: показатели, многомерный анализ, кластеризация, прогноз, расселение, миграция, транспорт, наука и образование, пандемия. Имеется раздел «Мировая Арктика» со сравнением демографических показателей по 8 арктическим странам: Россия, США, Канада, Исландия, Норвегия, Швеция, Финляндия.

Доступна интерактивная карта расселения населения мировой Арктики.

Более подробно остановимся на некоторых особенностях. Во вкладке «Пандемия» представлены временные ряды показателей пандемии COVID-19 по арктическим регионам и России. Это ежедневные абсолютные и относительные показатели заражений и смертей, индекс самоизоляции и динамика поисковых запросов в системе Яндекс, связанных с пандемией. Такой набор данных позволил выявить специфику пандемии в арктических территориях [3].

Инструмент изучения миграций основан на сетевом (графовом) подходе [4-5]. Во вкладке

Профиль ГО Воркута

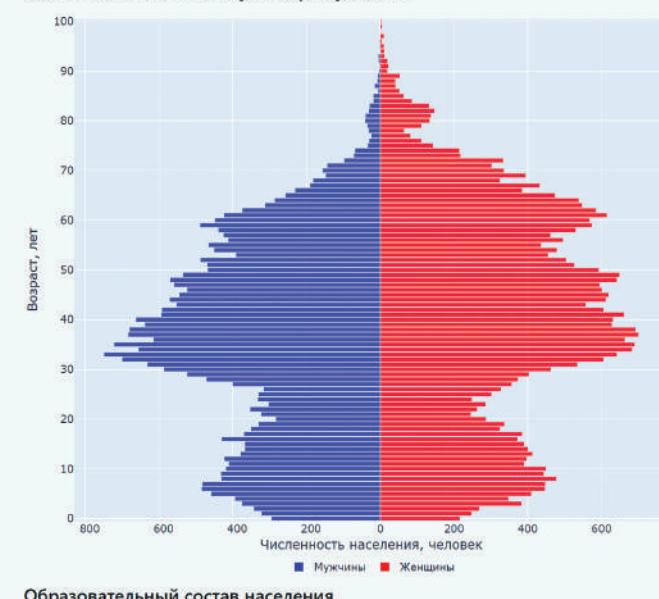
ГО Воркута – городской округ в Республике Коми. ОКТМО: 87710000. Административный центр: г. Воркута. На 2021 г. население составило 68 425 чел. или 2,9% от всего населения Арктической зоны Российской Федерации. Оценка численности населения на сегодня (31.01.2023): 66 437 чел.



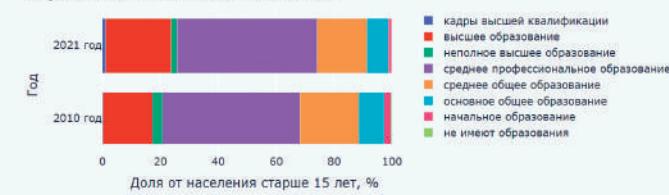
Расселение городского населения

Города и пгт	1939 г.	1959 г.	1970 г.	1979 г.	1989 г.	2002 г.	2010 г.	2021 г.
г. Воркута	55668	89742	100210	115329	84917	70548	56985	
пгт Воргашор		11812	18488	25915	19100	12044	6553	
пгт Северный	15175	15289	17172	20862	12028	9023	3660	
пгт Заполярный	8775	9709	7964	8027	4708	1948	483	
пгт Елецкий	3208	1521	1193	1282	780	631	307	
пгт Комсомольский	18781	17078	14885	14982	4046	1047	128	
пгт Мульда	3125	1736	1543	1232	183	0	12	
пгт Промышленный	20405	13012	10313	8648	1170	0	0	
пгт Октябрьский	10476	6882	5233	3675	660	0	0	
пгт Советский		5773	5781	5941	2540			
пгт Цементнозаводский	1531	3077	3740	4303	2246			
пгт Халымер-Ю	7122	4509	4328	4484				
пгт Сивомаскинский	3533	2639	2197	2167				
пгт Горняцкий		28457						
пгт Хановей		3134						

Состав населения по полу и возрасту, 2021 г.



Образовательный состав населения



Основные демографические показатели

Показатель	Значение в ГО Воркута	Ранг в АЭРФ	В целом по АЭРФ
Площадь территории, кв. км	24180	41 из 75	5298835
Численность населения, 2010 г., человек	95854	7 из 75	2743166
Численность населения, 2021 г., человек	68425	7 из 75	2380695
Изменение численности населения, 2010-2021 гг., %	-28,6	64 из 75	-13,2
Плотность населения, 2010 г.	3,96	27 из 75	0,52
Плотность населения, 2021 г.	2,83	29 из 75	0,45
Численность мужчин, 2010 г., человек	45554	7 из 75	1311005

Рис. 3. Фрагмент демографического профиля ГО Воркута: динамика численности в сравнении с другими территориями, расселение в 1939-2021 гг., возрастная пирамида, образовательный состав, основные показатели.

«Миграция» отображается интерактивный граф миграционных перемещений российской Арктики. Пользователь может выбрать схему компоновки графа и минимальную величину отражаемого миграционного потока. Граф после этого автоматически перестраивается. В нижней части отображается число перемещений по выбранному узлу или потоку.

«Цифровой двойник населения Арктики» содержит демографические профили всех 75 городских округов, муниципальных округов и муниципальных районов, а также 9 регионов Арктической зоны РФ. Профиль включает краткую характеристику территории, графики динамики демографических показателей с возможностью сравнения с другими территориями, информацию о численности населения всех городов и поселков городского типа с 1939 г., возрастную пирамиду на 2021 г., образовательный состав населения и значения основных демографических показателей. В качестве примера на рис. 3 продемонстрирован фрагмент профиля городского округа Воркута.

Исходный код и данные проекта размещены в открытом доступе, могут использоваться в

научных исследованиях и для создания похожих аналитических инструментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов А.В. Демография российской Арктики в цифровую эпоху. Москва: Изд-во «Экон-информ», 2023. 239 с.
2. Смирнов А.В. Российская социология в условиях цифровизации общества: результаты анализа корпуса научных текстов // Социологические исследования. 2023. № 4. С. 39-50. DOI: 10.31857/S013216250022128-3.
3. Смирнов А.В. Влияние пандемии на демографические процессы в Российской Арктике // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2021. Т. 14. № 6. С. 258-274. DOI: 10.15838/esc.2021.6.78.15.
4. Смирнов А.В. Прогнозирование миграционных процессов методами цифровой демографии // Экономика региона. 2022. Т. 18. Вып. 1. С. 133-145. DOI: 10.17059/ekon.reg.2022-1-10.
5. Смирнов А.В. Цифровые следы населения как источник данных о миграционных потоках в российской Арктике // Демографическое обозрение. 2022. Том 9. № 2. С 42-64. DOI: 10.17323/demreview.v9i2.16205.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ КАЗЁННОЕ ВОЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
им. ГЕНЕРАЛА АРМИИ А.В. ХРУЛЁВА» МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ПО НАДЕЖНОСТИ, МОБИЛЬНОСТИ
И АВТОНОМНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБРАЗЦОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ В АРКТИКЕ

Авторский коллектив:
Гаврилов Сергей Владимирович,
Ивагин Владимир Сергеевич,
Буланов Сергей Владимирович,
Тугушев Рифат Шамильевич,
Пивоваров Михаил Михайлович,
Желтов Алексей Михайлович,
Храмов Дмитрий Владимирович,
Сидоров Сергей Николаевич,
Селищев Иван Сергеевич.

Для разработки новых и модернизации существующих образцов технических средств, требуется разработка технических и технологических решений модернизации эксплуатационных свойств, проведение теоретических и экспериментальных исследований результаты, которых позволяют проектировать и производить новые серийные образцы технических средств и технологического оборудования с необходимыми тактико-техническими характеристиками, позволяющими в максимальной степени обеспечить требуемые условия жизнеобеспечения потребителей в сложных природно-климатических условиях.

В целях повышения эффективности технических средств жизнеобеспечения потребителей в Арктической зоне РФ в исследовании проведено научное обоснование требований по надежности, мобильности и автономности перспективных образцов специальной техники.

Наиболее эффективным способом исследования и оценки показателей безотказности и долговечности работы теплогенерирующих устройств технических средств жизнеобеспечения потребителей (ТГУ ТС) является имитационное моделирование, а также математический аппарат структурных функций надежности сложных систем.

Сущность имитационной модели состоит в том, что работа ТГУ имитируется на основе его представления в виде полносвязанного стохастического

графа с учетом оценки множества его состояний для расчета безотказности и долговечности работы конструктивных элементов ТГУ технических средств жизнеобеспечения потребителей.

На рис. 1 представлена структурная схема теплогенерирующего устройства, обеспечивающего возможность приготовления продуктов питания с использованием нескольких видов топлива. Чтобы теплогенерирующее устройство работало, должны функционировать все четыре его конструктивных блока.

В связи с тем, что конструкция теплогенерирующего устройства обеспечивает возможность его функционирования на разных видах топлива, отказ ТГУ наступает в том случае, когда нарушается возможность получения тепловой энергии, то есть тогда, когда в конструктивной схеме отказывают элементы по каждому виду тепловой энергии.

Исходя из этого, отказ хотя бы одного элемента по каждому виду получения тепловой энергии приводит к отказу работы теплогенерирующего устройства.

Иными словами, работа теплогенерирующего устройства становится невозможной, в том случае, когда наступил отказ функционирования одного из конструктивных элементов подачи или воспламенения и горения топливовоздушной смеси.

При известной надежности работы каждого конструктивного элемента можно определить по-

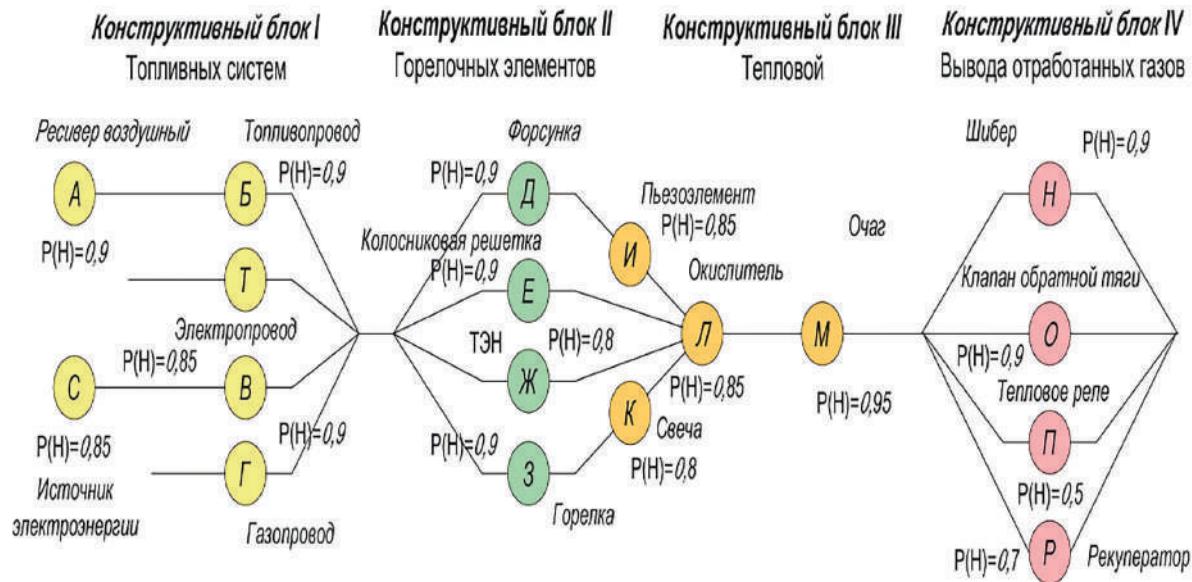


Рис. 1. Структурная схема теплогенерирующего устройства:

А – ресивер; Б – топливопровод; В – электропровод; Г – газопровод; Д – форсунка; Е – колосниковая решётка; Ж – ТЭН; З – горелка; И – пьезоэлемент; К – свеча; Л – насос (окислитель); М – очаг; Н – шибер; О – клапан обратной тяги; П – тепловое реле; Р – рекуператор; С – источник электроэнергии; Т – твердое топливо.

казатели надежности для всей технической системы, которой является теплогенерирующее устройство. При этом, показатели надежности отдельных конструктивных элементов (срок службы, наработка на отказ и другие) могут быть известны из технической документации завода-изготовителя.

Математическая постановка задачи сводится к следующему, имеется теплогенерирующее устройство (техническая система) состоящее которого в момент времени t характеризуется некоторой функцией Φ от состояний отдельных элементов этой системы $X=(x_1, \dots, x_n)$. Величина x_i , принимает значения 0 или 1 в зависимости от того, отказал ли или работоспособен i -й элемент системы в момент времени t , а Φ равняется 0 или 1 в зависимости от того, отказалася ли при этом или работоспособна система в целом. Предположим, что состояния элементов x_i , являются взаимно независимыми случайными величинами. Предположим далее, что Φ есть такая монотонно возрастающая функция, что система может быть только улучшена, если каким-либо образом улучшены ее элементы. Тогда $E\Phi(X) = P\{T \geq t\}$, где T есть время безотказной работы системы. Далее известно, что $P\{T \geq t\}$ есть возрастающая функция от вероятностей безотказной работы отдельных элементов. По этой причине оценки для вероятностей безотказной

работы элементов обеспечивают соответствующие оценки для вероятности безотказной работы ТГУ в целом.

Использование экспоненциального распределения для имитационного моделирования отказов в работе теплогенерирующего устройства основывается на том, что нормальное распределение в данном случае (для времени безотказной работы) оказывается неприемлемым, так как при этом распределении случайная величина может принимать отрицательное значение. Время безотказной работы может быть близким к нулю, но никогда не является отрицательной величиной. Применение равномерного распределения в качестве статистической модели для времени безотказной работы ограничивается, поскольку существует верхний предел времени, до которого должен произойти отказ. Исходя из ситуации при которой время работы теплогенерирующего устройства стремится к верхнему пределу, интенсивность отказов стремится к бесконечности т.к. все элементы, которые еще не вышли из строя должны отказывать во все уменьшающемся промежутке времени. В этом смысле экспоненциальное распределение более приемлемо в качестве имитационной модели безотказной работы сложной системы. Более того,

применение экспоненциального распределения в задаче теории надежности имеет строгое эмпирическое обоснование.

Моделирование работы каждого конструктивного элемента теплогенерирующего устройства осуществляется посредством выбора значения равномерно распределенной случайной величины в интервале $[0,1]$ и ее последующего сравнения с требуемой надежностью. Например, работа форсунки с надежностью $P=0,9$ моделируется следующим образом.

Каждый раз когда выбирается случайное число равное 0,9 или превышающее это значение отмечается отказ, в противном случае фиксируется нормальная работа форсунки. После того как это будет промоделировано для каждого конструктивного элемента находится вероятность безотказной работы и вероятность отказов для каждого блоков теплогенерирующего устройства, а затем для всего ТГУ в целом.

Эта процедура повторяется большем число раз, а оценка надежности теплогенерирующего устрой-

ства находится как отношение числа безотказно работающих случаев теплогенерирующего устройства к общему числу имитаций его работы.

Изложение общих принципов имитационного моделирования показателей надежности теплогенерирующего устройства позволяет перейти к описанию структуры имитационной модели (рис. 2).

Научная новизна имитационной модели заключается в том, что в отличие от имеющихся она основывается на комплексном применении методов имитационного моделирования и математического аппарата структурных функций надежности сложных технологических систем, что позволяет исследовать безопасность и долговечность, как отдельных конструктивных блоков так и ТГУ в целом.

Практическая значимость имитационной модели состоит в том, что она позволяет определять время безотказной работы ТГУ, а также обосновывать состав комплекта запасных частей, инструментов и принадлежностей для ремонта отказных конструкций элементов.

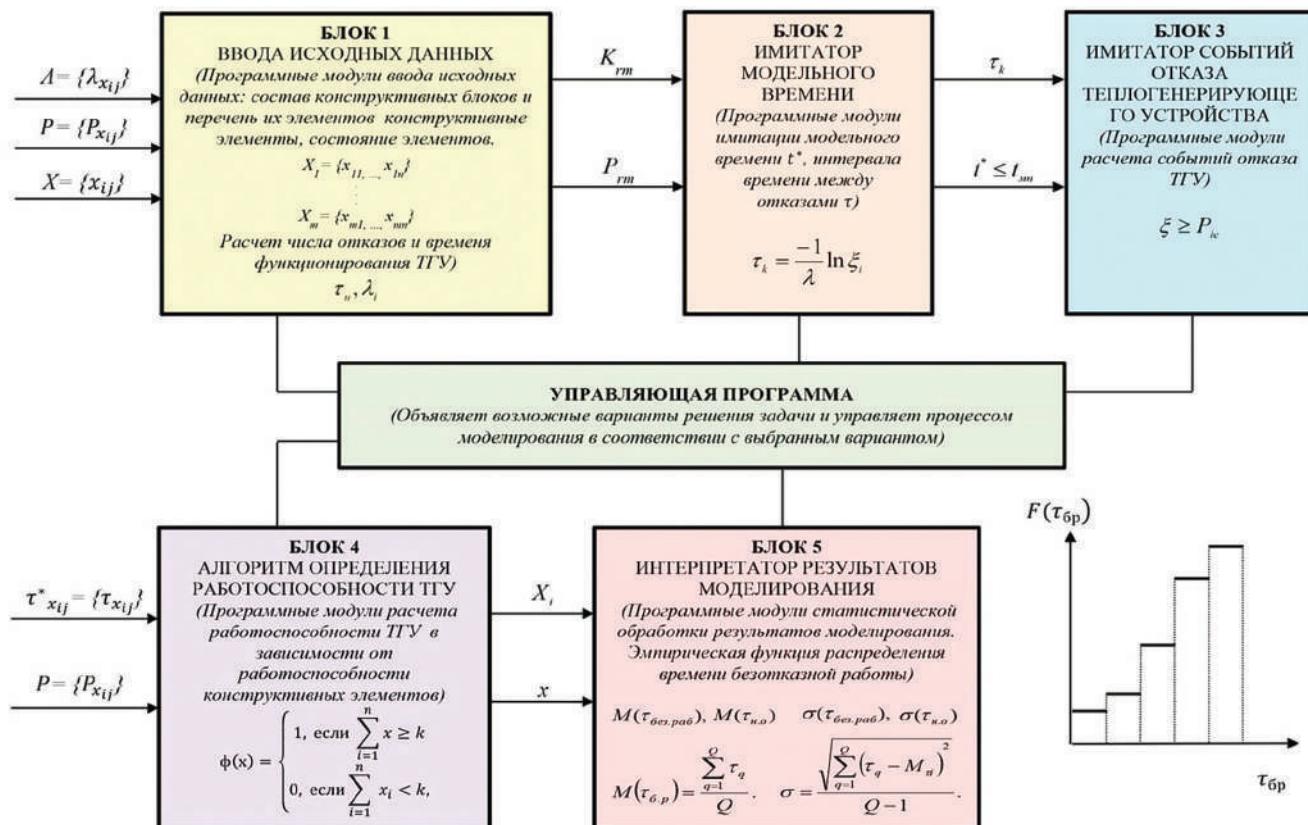


Рис. 2. Структура имитационной модели.

Автономность технических средств помывки потребителей является их важнейшим эксплуатационным свойством, которая обеспечивает их использование на значительном удалении от стационарных пунктов энергоснабжения и воды. В отличие от технических средств другого функционального назначения автономность технических средств помывки потребителей характеризуется не только продолжительностью времени работы в автономном режиме, но и производительностью измеряемой количеством оказанных услуг помывки потребителей в единицу времени.

Исходя из этого должны определяться показатели и критерии автономности ТС помывки потребителей, а также обосновываться правила и методики их расчета.

Сущность предлагаемой методики оценки автономности технических средств помывки личного состава заключается в исследовании взаимовлияния и взаимозависимости потребности соединений, частей и организаций помывки личного состава и возможности конструктивных элементов, и блоков технических средств помывки.

Математическая постановка задачи сводится к следующему. Примем среднее суточную потребность помывки потребителей в пределах общего срока выполнения задачи подразделением, частью Т за единицу, тогда одним из условий организации помывки потребителей с использованием мобильных средств помывки в стационарных условиях будет

$$a_{стаци} + a_{моб} = 1,0 \quad (1),$$

где $a_{стаци}$ – стационарные ТС помывки потребителей; $a_{моб}$ – мобильные ТС помывки потребителей.

Научная новизна методики состоит в том, что в отличие от существующих на основе математического моделирования позволяет оценить

частоту перемещения мобильных ТСП помывки потребителей с учетом влияния как фактической производительности, так и на объема затрат на передислокацию.

Практическая значимость заключается в том, что позволяет рассчитать автономность технических средств помывки личного состава в течение суток.

Теоретическая значимость заключается в том, что предлагаемая методика автономности технических средств помывки потребителей является дальнейшим развитием системы материального обеспечения потребителей методов обоснования оценки и совершенствования военно-технических и эксплуатационных свойств инфраструктуры и жизнеобеспечения потребителей в сложных природно-климатических условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стабилизатор вибрационных воздействий на технологическое оборудование полевых технических средств для приготовления пищи Филинов С.А., Буланов С.В., и др. Патент на полезную модель 204700 U1, 07.06.2021. Заявка № 2020141718 от 16.12.2020.
2. Устройство для сушки и нагрева сыпучих продуктов питания Немчининов А.В., Буланов С.В., Сидоров С.Н., Филинов С.А. Патент на полезную модель 204716 U1, 07.06.2021. Заявка № 2020142859 от 23.12.2020.
3. Многофункциональное устройство для приготовления пищи Филинов С.А., Буланов С.В., Лобов А.А. и др. Патент на полезную модель 206865 U1, 30.09.2021. Заявка № 2020142863 от 23.12.2020.
4. Малолитражная кухня Филинов С.А., Буланов С.В., и др. Патент на полезную модель 208742 U1, 11.01.2022. Заявка № 2020141722 от 16.12.2020.
5. Приспособление для нагрева воды в кузове-контейнере Филинов С.А., Буланов С.В., Храмов Д.В., и др. Патент на полезную модель 214899 U1, 21.11.2022. Заявка № 2022119760 от 18.07.2022.

ЛАУРЕАТЫ ТРЕТЬЕЙ ПРЕМИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ КАЗЁННОЕ ВОЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
им. ГЕНЕРАЛА АРМИИ А.В. ХРУЛЁВА» МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СПОСОБЫ СОДЕРЖАНИЯ ЗАПАСОВ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ В УСЛОВИЯХ РАЗРУШЕНИЙ (АВАРИЙ) ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

Авторский коллектив:
Дегтярев Алексей Николаевич,
Заречнев Алексей Александрович,
Дубровский Максим Алексеевич,
Петрашов Сергей Сергеевич,
Гусев Дмитрий Михайлович,
Куракин Александр Викторович,
Сарсымбаев Ерлан Серикович,
Пономарев Николай Вениаминович,
Марков Алексей Петрович.

Продовольствие, зараженное отравляющими и радиоактивными веществами и бактериальными средствами, является источником массовых поражений потребителей. Это обуславливает необходимость постоянного осуществления комплекса мероприятий по его защите от радиационного заражения, химических отравляющих веществ и биологических веществ.

Своевременное и качественное выполнение защитных мероприятий позволяет обеспечить экологическую безопасность запасов продовольствия, а значит, бесперебойно снабжать обособленные группы людей продуктами питания и пищей.

Несмотря на большое количество исследований посвящённых повышению эффективности содержания запасов материальных средств в условиях разрушений (аварий) потенциально опасных объектов, вопросы обоснования способов содержания запасов продовольствия в условиях воздействия химического заражения не являлись задачей специального исследования.

В связи с этим сложилось противоречие между практикой, признающей объективную необходимость развития продовольственного обеспечения обособленных подразделений и состоянием научно методической базы обоснования способов содержания запасов продовольствия в условиях разрушений (аварий) потенциально опасных объектов, в интересах повышения эффективности органи-

зации питания групп людей выполняющих задачи на удалении от основных источников пополнения запасов.

Преодоление сложившихся противоречий требует решения актуальной научной задачи, имеющей существенное значение для повышение экологической безопасности продовольствия при действии обособленных групп людей в условиях разрушений (аварий) потенциально опасных объектов.

В результате сложилось противоречие между практикой, признающей объективную необходимость развития продовольственного обеспечения обособленных групп людей и состоянием научно методической базы обоснования способов содержания запасов продовольствия в условиях воздействия ОПМ и разрушений (аварий) потенциально опасных объектов, в интересах повышения боеспособности войск (сил). Преодоление сложившихся противоречий требует решения актуальной научной задачи, имеющей существенное значение для повышения экологической безопасности продовольствия при действии войск в условиях применения противником ОМП и разрушений (аварий) потенциально опасных объектов.

Исходя из этого, целями работы являются анализ способов содержания запасов продовольствия в условиях разрушений (аварий) потенциально опасных объектов, а также разработка научно-методического аппарата обоснования способов

содержания запасов продовольствия в условиях химического заражения.

Сохранение показателей качества и экологической безопасности продуктов питания требует выполнения работ, направленных на совершенствование технических средств и технологического оборудования пищевых производств предназначенных для содержания продуктов питания в полевых условиях с новыми потребительскими и эксплуатационными свойствами, создание и применение новых или модернизацию существующих технологий производства материалов, экономию затрат или создания условий для такой экономии.

С этой целью разработана методика обоснования способов доставки и хранения продовольствия в условиях химического заражения.

Сущность методики заключается в том, что выбор способа содержания продовольствия в условиях химического заражения осуществляется на основе определения таких мероприятий, которые обеспечивают минимальное значение концентрации отравляющих веществ в продуктах питания (исходного компонента), рассчитываемое на основе математического моделирования измене-

ния массы отравляющих веществ (ОВ) в изотропном поле, в зависимости от глубины проникновения ОВ, степени зараженности воздуха, типов отравляющих веществ, а также плотности заражения поверхности продуктов питания.

Цель разработки методики – обеспечить выполнение требований к экологической безопасности продовольствия для питания военнослужащих при его содержании в условиях применения противником ОВ или разрушений (аварий) на объектах, содержащих аварийно-химически опасное вещество (АХОВ).

Основными этапами методики являются:

1 этап. Сбор исходных данных для прогнозирования химической обстановки при разрушении (аварии) на объектах, содержащих АХОВ и (или) применении противником отравляющих веществ.

2 этап. Прогнозирование химической обстановки (ХО) в районе размещения продовольственных складов. Этот этап сводится к изучению химической обстановки посредством нанесения на карту района применения отравляющих веществ и разрушений (аварий) на объектах, содержащих АХОВ, зоны распределения заражения воздуха с учетом

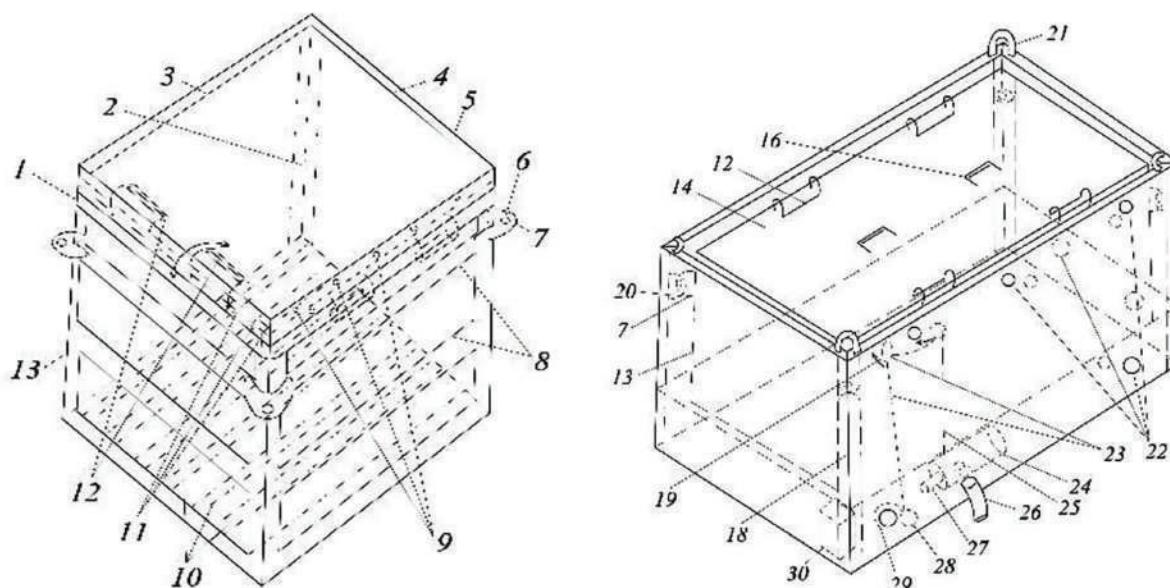


Рис. 1. Контейнер для содержания продовольствия в зоне химического и бактериологического заражения:
1 – воротник; 2 – мешок; 3 – обод; 4 – верхняя стенка; 5 – бортик; 6 – отверстие; 7 – сцепная головка; 8 – ребро жесткости;
9 – перфорация; 10 – решетчатый пол; 11 – болт; 12 – крепеж; 13 – каркас; 14 – крышка; 15 – фиксатор; 16 – ручка;
17 – прокладка; 18 – корпус; 19 – поплавок; 20 – фаркоп; 21 – серьга; 22 – заливное отверстие; 23 – проводник;
24 – насос; 25 – шина; 26 – шланг; 27 – заборник; 28 – корпус; 29 – заслонка; 30 – ножка.

метеорологических данных (скорости, влажности и температуре воздуха, наличия и интенсивности осадков).

3 этап. Оценка химической обстановки в зоне расположения склада. Она включает решение расчетных задач по определению границ зоны химического заражения, стойкости отравляющих веществ, на местности исходя из характеристик отравляющих веществ, продолжительности поражающего действия в отношении продовольствия.

4 этап. Оценка пригодности продуктов питания при выбранном способе их содержания в условиях воздействия отравляющих веществ.

Для характеристики токсичности веществ, действующих в виде пара, газа или аэрозоля используется величина, обозначаемая как токсодоза.

5 этап. Выбор способа хранения продовольствия.

Выбор способа хранения продукта питания (исходного компонента) в условиях применения противником ОВ или разрушений (аварий) на объектах, содержащих АХОВ осуществляется на основе определения величины W_z .

Для достижения целей работы на основе разработанной методики предложены контейнер для содержания продовольствия в зоне химическо-

го и бактериологического заражения, мобильный пункт для забора и хранения воды [1]. Технические характеристики контейнеров обеспечивают повышение экологической безопасности продовольствия при действии войск в условиях применения противником оружия массового поражения и разрушений (аварий) потенциально опасных объектов.

Внешний вид контейнер для содержания продовольствия в зоне химического и бактериологического заражения представлен на рис. 1.

Таким образом, в результате выполненных исследований установлено, что применение разработанного научно-методического аппарата обеспечивает повышение экологической безопасности продовольствия обос浓厚енных групп потребителей в условиях разрушений (аварий) потенциально опасных объектов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Пат. 216026. Российская Федерация, МПК F23D 11/44, F23D 5/00. Устройство для хранения воды [Текст] / Романчиков С.А., Заречнев А.А., Ермошин Н.А. и другие; заявитель и патентообладатель ВАМТО (RU). – № 2022106841; заявл. 30.08.12; опубл. 13.01.23, Бюл. № 1.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ КАЗЁННОЕ ВОЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
им. ГЕНЕРАЛА АРМИИ А.В. ХРУЛЁВА» МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИННОВАЦИИ РАЗРАБОТКИ МОДИФИКАЦИИ УСТРОЙСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ
КАЧЕСТВ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

Авторский коллектив:
Романчиков Сергей Александрович,
Лоза Александр Александрович,
Зирюкин Олег Александрович,
Самойлов Анатолий Владимирович,
Кречин Ярослав Олегович.

Модернизация процессов и аппаратов пищевых производств не только позволила повысить показатели качества продуктов питания, но и обеспечила недобросовестных изготовителей возможностью заменять ингредиенты на более дешевые или сомнительного качества. Это в свою очередь влечет за собой продажу некачественных и опасных для здоровья продуктов питания.

В целях повышения продовольственной безопасности в Российской Федерации (РФ) принята «Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации», сформирована «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года», а также федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2030 годы». Эти документы ориентированы на обеспечение полноценного питания, профилактику заболеваний, увеличение продолжительности и повышения качества жизни, путем гарантирования высоких стандартов жизнеобеспечения. Разработка и внедрение новых способов контроля за качеством (свежестью) продовольствия и сырья для его производства, является важным условием реализации государственной политики обеспечения продовольственной безопасности.

Современные технологии производства продовольствия (использование консервантов, стабилизаторов, антислеживающих агентов и др.), а также новые способы продовольственного обеспе-

чения военнослужащих (аутсорсинг) и особенности его доставки и хранения в отдаленные районы (районы Крайнего Севера и Арктической зоне Российской Федерации) и за пределы РФ, вызвали острую необходимость повысить контроль за качеством (свежестью) продуктов питания, поступающих для организации питания.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Контроль качества продовольствия в организациях, частях и подразделениях силовых структур, в основном, организуется органолептическими методами (основной метод) и, в редком исключении, (планово, или при острой необходимости) в лабораторных условиях (с использованием лабораторного оборудования). Органолептические методы оценки качества (свежести) продовольствия не позволяют дать объективную оценку потребительским свойствам продуктов питания.

Специализированные лаборатории, как правило, размещены на значительных удалениях от пунктов дислокации воинских частей, что затрудняет оперативность оценки качественного состояния исследуемого образца. Вышеуказанные особенности вызвали необходимость разработки мобильной экспресс-лаборатории для определения качества продовольствия (МЭ-ЛОКП).

Мобильная экспресс-лаборатория для определения качества продовольствия предназначена для объективного и оперативного определения соответствия исследуемого образца требованием стандартов. Она состоит из набора тестовых средств и комплекта мобильных портативных приборов, таких как:

1. Фотоэлектронный измеритель для экспертизы свежести пищевых продуктов по цвету. Работа прибора обеспечивает экспресс-оценку свежести продуктов и основывается на физических принципах сравнения длины волны света, отраженного от эталонного образца сырья и готовой продукции с длиной волны света отраженного от исследуемого продукта питания или сырья для его приготовления.

Новизна данного устройства состоит в том, что для повышения точности оценки качества используются два метода исследования: метод отраженного света и люминесцентный метод исследования свежести пищевых продуктов. Использование красного, белого и зеленого цвета, для проведения экспертизы позволяет расширить контроль спектра отраженных волн с максимальной достоверностью, определить качество продукта питания и выявить фальсификат (варенье с сахарином и патокой вместо чистого сахара, краска в конфетах вместо натурального фруктового цвета).

2. Фотометр контроля качества продовольствия. Новизна прибора в том, что он позволяет оперативно установить качество продовольствия посредством измерения поверхностной плотности силы света, отраженного поверхностью исследуемого образца в заданном направлении и отобразить результат на мониторе посредством сравнения с эталоном.

Практическая значимость предлагаемого технического решения и его последующее серийное производство позволяют иметь на оснащении мобильное, малогабаритное, автоматизированное устройство для экспертизы качества (свежести) и выявления фальсификата продовольствия без деформации и деления его на части в течение короткого промежутка времени (2–3 мин).

3. Анализатор летучих веществ. Новизна данного прибора состоит в том, что его работа, в отличие от имеющихся аналогов, основана на физическом принципе расширения объемов газов от температуры при неизменном давлении. К настоящему времени приборов, позволяющих в автоматическом режиме определять качество пищевых продуктов методом измерения концентрации летучих веществ (аммиака, сероводорода, спирта) в продуктах питания, не существует. Преимущество прибора заключается в том, что он позволяет осуществлять контроль качества продуктов питания, в лю-

бом месте их нахождения (на складе, в транспортном положении, в столовой и т.д.).

4. Прибор для оценки свежести мясных и рыбных продуктов. Работа прибора основана на измерении силы и напряжения тока, которая образуется на пластинах металла при помещении их в кислую или щелочную среду (электролит). При этом, в качестве среды выступают внутренние ткани исследуемого образца с характерными для степени его свежести уровнем pH среды. При погружении в эту среду электродов в ней возникает электрохимическая реакция, в результате которой и образуется электродвижущая сила (ЭДС). Новизна данного прибора состоит в том, что его работа, в отличие от имеющихся аналогов, основана на физическом принципе изменения силы тока, который образуется в результате появления электродвижущей силы среды в тканях продуктов питания (кислой, нейтральной, щелочной), в которые помещены электроды. К настоящему времени приборов, позволяющих оперативно определять свежесть скоропортящихся продуктов питания, содержащих животный белок с использованием электрохимического анализа не существует.

5. Анализатор качества хлебопекарных дрожжей. Новизна данного прибора состоит в том, что он предложен впервые и, в отличие от органолептических и физико-химических методов, основывается на измерении давления и температуры в герметичной емкости с используемым образцом по его газообразующей способности, влияющей на степень разрыхления теста.

Комплект данных приборов позволяет без использования стационарного лабораторного оборудования дать оценить качеству (свежести) продуктов питания или выявить фальсификат. Работа приборов входящих в состав МЭ-ЛОКП основана на физических принципах колориметрии, хроматографии, электрохимического анализа и термодинамики. В основу разработки предложенных технических решений положены:

1. Метод определения и измерения цвета продуктов питания и исходных компонентов в спектрах видимого излучения.

2. Метод измерения яркости поверхностей пищевых продуктов.

3. Метод определения и измерения содержания вредных летучих веществ в пищевых продуктах.

4. Электрохимический анализ свежести мясных и рыбных продуктов.

5. Термодинамический метод оценки качества хлебопекарных дрожжей (прессованных и сухих) в стационарных и полевых условиях.

Проведены экспериментальные исследования по определению свежести и качества продуктов питания позволили получить зависимости величины тока от качества (свежести) исследуемых пищевых продуктов. Полученные фактические показатели для конкретной пробы продукта позволяют сделать объективный вывод о степени свежести пробы и соответствия качества продукта требования ГОСТа. Выявление эталонных значений яркости отраженного от исследуемой поверхности света позволили написать программу на алгоритмическом языке С++ для работы микроконтроллера.

Таким образом, предложенные авторским коллективом комплект портативных приборов может быть рекомендован для оценки свежести, показателей качества и выявить фальсификат пищевых продуктов экспресс-методом не прибегая к лабораторным услугам.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Пат. 2659977, Российская Федерация, МПК G01J 01/00, G01J 01/40, Фотометр, [Текст]/ Романчиков С.А. (RU), Романчикова Я.С. (RU), патентообладатель ВАМТО, № 2017131171, приор. 04.09.2017 г. опубл. 04.07.2018, Бюл. № 19.

2. Пат. 2739621, Российская Федерация, МПК G01N 33/02, G21N 21/27, Анализатор качества продуктов питания по температуре замерзания регистрация [Текст] / Романчиков С.А. (RU), Самойлов А.В. (RU), Ермошин

Н.А. (RU); заявитель и патентообладатель ФГКВОУ ВО ВАМТО (RU). -№ 2020122031; заявл. 10.06.2020 г. опубл. 20.12.2020 г. Бюл. № 1.

3. Пат. 2756528, Российская Федерация, МПК G01N 33/02, G21N 21/27, Прибор контроля качества продуктов питания в жидких средах [Текст]/ Романчиков С.А. (RU), Лоза А.А. (RU) Баранов В.В. (RU); заявитель и патентообладатель ФГКВОУ ВО ВАМТО (RU).-№ 2021108663/28; заявл. 10.03.2021 г. опубл. 20.11.2022 г. Бюл. № 32.

4. Пат. 166247 Российской Федерации, МПК G01N 33/02, G21N 21/27, Устройство для определения качества пищевых продуктов [Текст]/ Романчиков С.А. (RU), Баранов В.В. (RU); заявитель и патентообладатель ФГКВОУ ВО ВАМТО (RU).-№ 2016108663/28; заявл. 10.03.2016 г. опубл. 20.11.2016 г. Бюл. № 32.

5. Пат. 166347 Российской Федерации, МПК G01N 33/10, C 12Q 1/04, Анализатор качества дрожжей хлебопекарных [Текст]/Романчиков С.А. (RU), Баранов Витал. (RU), В. Баранов Влад. В. (RU); заявитель и патентообладатель ФГКВОУ ВО ВАМТО (RU).-№ 2015152772/15; заявл. 08.12.2015 г. опубл. 20.11.2016 г. Бюл. № 32.

6. Пат. 170386 Российской Федерации, МПК G01N7/00, Устройство для определения содержания летучих веществ в продуктах питания [Текст] / Романчиков С.А. (RU), Баранов В.В. (RU); заявитель и патентообладатель ФГКВОУ ВО ВАМТО (RU).-№ 2016115990; заявл. 22.04.2016 г. опубл. 22.04.2017 г. Бюл. № 12.

7. Пат. 175411 Российской Федерации, МПК G01J 1/00, G01J 4/00, Электронный фотометр [Текст] / Романчиков С.А. (RU); заявитель и патентообладатель ФГКВОУ ВО ВАМТО (RU). -№ 2017101770; заявл. 19.01.2017г. опубл. 04.12.2017 г. Бюл. № 34.

8. Пат. № 177107, Российская Федерация, МПК G01J 01/00, G01J 01/40, [Текст] Устройство для оценки свежести пищевых продуктов, Романчиков С.А. (RU) и др. патентообладатель ВАМТО, заявка № 2017131149 от 04.09.2017, опубл 08.02.2018 г. Бюл.4.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ КАЗЁННОЕ ВОЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
им. ГЕНЕРАЛА АРМИИ А.В. ХРУЛЁВА» МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В г. ВОЛЬСКЕ

ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ ОСНАЩЕНИЕ
В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Авторский коллектив:
Кажаров Ахмед Мусарбиевич,
Пришельцев Сергей Николаевич,
Жеишев Руслан Сатвалдович,
Никифорова Елена Анатольевна,
Грефенштейн Владимир Сергеевич.

АННОТАЦИЯ

В данной статье будут рассмотрены возможности развития и совершенствование продовольственного обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации, а также риски, связанные с данной системой; будут рассмотрены современные особенности и методы обеспечения военных потребителей продовольственными ресурсами в Арктических условиях.

Annotation. This article will consider the possibilities of developing and improving the food supply of the Armed Forces of the Russian Federation, as well as the risks associated with this system; modern features and methods of providing military consumers with food resources in Arctic conditions will be considered.

На сегодняшний день перед Вооруженными Силами России стоит задача совершенствования и рационализации обеспечения продовольствием, особенно это необходимо в Арктической зоне. Совершенствование системы продовольственного обеспечения повсеместно связано с огромными рисками [1,2]. Таким образом развитие технологической сферы привносить инновации в процессы обеспечения, к примеру: Оцифровка активов – замена материальных активов цифровыми, за счет этого повышаются как гибкость, так и качество процессов производства; вытеснение человека из производственных процессов за счет автоматизации, то есть использование искусственного интеллекта. Так примером внедрения подобной инновации в сферу обеспечения продовольствием можно считать переход от самостоятельного продовольственного обеспечения к сот-

рудничеству с внешними операторами, то есть аутсорсингу [3,4].

Для сравнения аутсорсинга и традиционного метода подхода к организации продовольственного обеспечения обратимся к таблице 1.

Именно внедрение подобных инноваций позволяет говорить о развитии Арктической зоны.

Арктическая зона России, имеет огромную значимость для экономики страны это связано с большим количеством месторождений сырья и наличием на данной территории природных ресурсов. Не стоит забывать и о биоресурсах Северного Ледовитого океана, именно здесь расположены рыболовные флоты, которые ведут рыбный промысел за пределами территориальных вод Российской Федерации. Также свою роль Северный Ледовитый океан играет и в транспортной сфере, Северный морской путь позволяет обеспечивать логистическое обслуживание в регионе нефтегазовых месторождений, а также позволяет обеспечивать воинские части продовольственными, техническими и материальными средствами в Арктической зоне России. Арктическая зона России играет важную роль в обеспечении безопасности границ страны, так как здесь расположены военно-морские базы ВМФ РФ.

На данный момент для обеспечения своего присутствия в Арктической зоне России, стране необходимо сосредоточится на развитии инфраструктуры, что позволит обеспечить гражданские и военные объекты продовольственными ресурсами. Для разработки эффективных стратегий по обеспечению продовольственными ресурсами Арктических районов необходимо знать особенности обеспечения безопасности данного региона.

Таблица 1. Сравнительный анализ традиционного и аутсорсингового подхода к организации продовольственного обеспечения войск (сил)

№ п/п	Сравнительный признак	Традиционная модель	Аутсорсинговая модель
1	Природа используемых ресурсов	Внутренние	Внешние или Комбинированные
2	Среда организации	Внутренняя	Внешняя
3	Характер используемых ресурсов	Ресурсы военной организации	Ресурсы, предоставляемые частными коммерческими гражданскими операторами
4	Модель организации взаимодействия	Административная	Рыночная или гибридная
5	Цели деятельности	Максимально полное удовлетворение военной организации в продовольствии и в услугах питания в любых условиях	Максимальная экономическая эффективность
6	Возможность учета потребностей военной организации	Полная	Ограниченнная (невозможно удовлетворить потребности в условиях ведения боевых действий)

Большая часть войск, размещенных на территории Арктики расположена в областях с относительно хорошим продовольственным обеспечением, таких как Мурманская область, Архангельская область, Ненецкий автономный округ и Республика Коми.

Особые климатические условия создают условия, при которых собственное хозяйство невозможно или в редких случаях сильно ограничено, из-за чего необходимы инновационные методы, такие как аутсорсинг, также существует проблема низкой связности инфраструктуры. Компенсировать данные проблемы можно: 1. Расширив транспортно-логистические сети, что значительно снизит издержки на перевозку увеличив связность и стабильность транспортной сети. Для этого нужны инвесторы и наличие значительного транспортного потока. 2. Развитие инфраструктуры для хранения продовольствия в местах постоянного пребывания населения, в том числе и военные части. Именно этот вариант наиболее реален на сегодняшний день, связано это с климатическими условиями, при которых срок хранения продуктов значительно выше.

Так как регионы Арктической зоны России имеют неоднородную развитость, для каждого района

необходимо разрабатывать отдельную стратегию развития [6].

Для обеспечения безопасности Арктической зоны необходимо восстановить, потерянное после раз渲ала Советского Союза, военное влияние в данном регионе. Для этого необходимо организовать устойчивое продовольственное обеспечение, подразумевающее разумные затраты, при этом учитывать климатические условия и возможности предполагаемого противника.

Для решения данной цели необходимо оценить обеспеченность региона продовольственными и логистическими ресурсами. Несмотря на то, что предложено множество методик оценки данных показателей, ни одну из них, в некоторой мере, нельзя применить для анализа Арктической зоны в интересах Вооруженных Сил России [7].

Для оценки уровня устойчивого обеспечения военных потребителей продовольственными ресурсами в Арктической зоне был разработан новый метод: Фактический данный метод рассматривает не столько продовольственное обеспечение, сколько продовольственную безопасность войск (сил), размещенных в Арктической зоне.

Структура Методики оценки уровня устойчи-

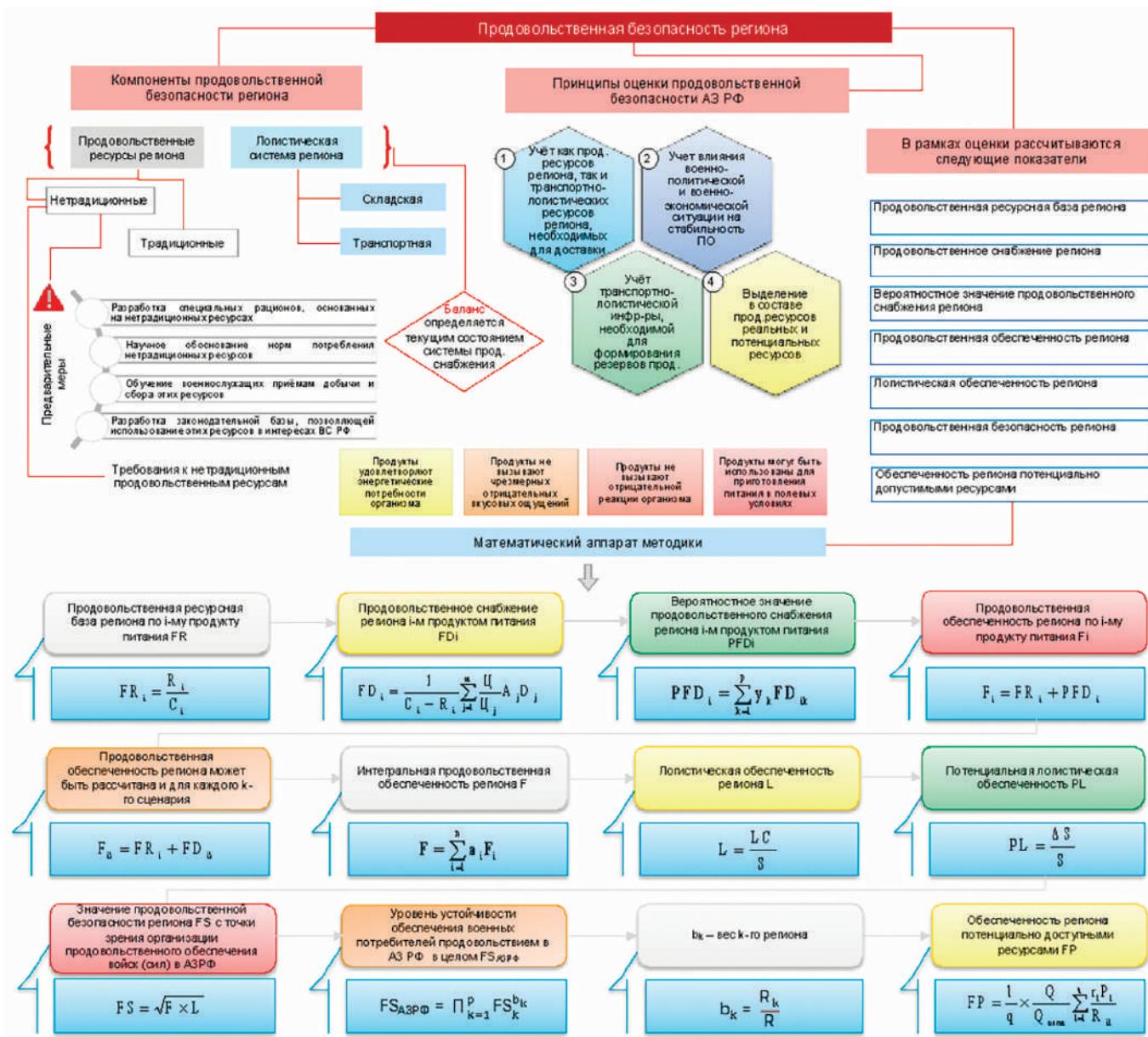


Рис. 1. Структура методики оценки уровня устойчивости обеспечения военных потребителей продовольственными ресурсами в Арктической зоне России.

вого обеспечения военных потребителей продовольственными ресурсами в Арктической зоне России представлена на рис. 1.

На рисунке видно что продовольственная безопасность зависит от двух факторов – продовольственной обеспеченности и логистической обеспеченности, также необходимо учитывать о военно-политической и экономической ситуации, так как от этих показателей напрямую зависит уровень продовольственной обеспеченности, связано это с тем что

поставки зависят от внешних операторов, из-за чего поставки могут происходить только в мирное время.

Также необходимо помнить и про рацион военнослужащих, продукты питания:

1. Должны удовлетворять энергетические потребности.
2. Не должны вызывать чрезмерных отрицательных вкусовых ощущений.
3. Не должны вызывать отрицательных реакций организма.

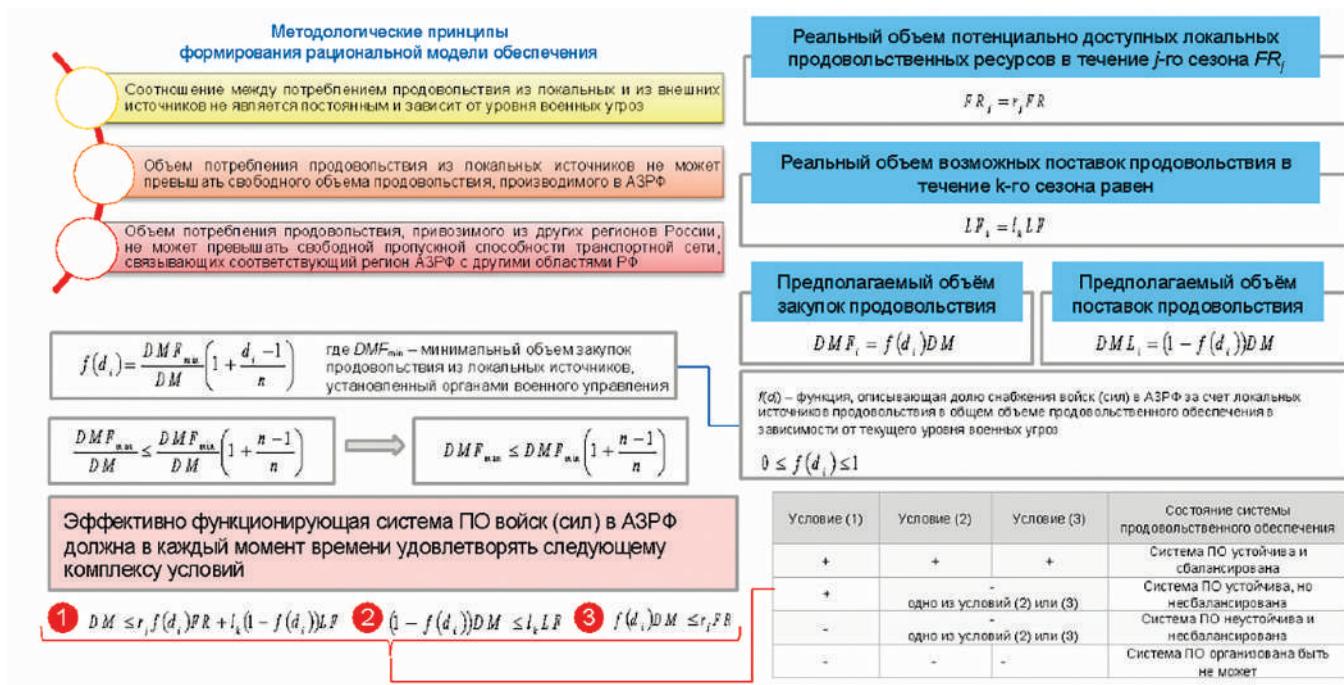


Рис. 2. Структура методики формирования рациональной модели обеспечения военных потребителей продовольственными ресурсами в Арктической зоне России.

4. У этих продуктов должна быть возможность приготовления в полевых условиях.

В связи с климатическими условиями, географическим положением региона и экономическими особенностями Арктической зоны России создаются условия, в которых невозможно организовать продовольственное обеспечение за счет местных ресурсов, при чем опора на поставки из других регионов может привести к нарушению логистической системы в особый период времени. Таким образом продукты питания используемые в системе обеспечения войск (сил) на территории Арктической зоны должны сочетать как местные ресурсы, так и поставляемые из вне, за счет аутсорсинга.

Для формирования рациональной модели обеспечения военных потребителей в Арктической зоне России обратимся к рис. 2.

Для создания военного присутствия и обеспечения безопасности нашей страны, поддержания ее суверенитета необходимо создать условия, при которых обеспеченность продовольствием воинских частей на территории Арктической зоны России будет стабильной и устойчивой.

ЛИТЕРАТУРА:

- Ларин, И. В условиях Арктики и Крайнего Севера / И. Ларин, Д.Шагаров //Ориентир, 11.06.2016.
- Ларченко, Л.В. Об Арктической зоне Российской Федерации /Л.В. Ларченко //Инновации – 2018. -№2
- Абдурахманова, Э.Э. Методологические подходы и особенности формирования цифрового облика отраслевых социально-экономических систем (на примере материально технического обеспечения военных потребителей)/ Э.Э. Абдурахманова, С.А. Замчалов, В.А. Плотников. // Экономика и управление. – 2020. – Т.26. - №7.
- Перская, В.Р. Институциональные аспекты сотрудничества в условиях Арктического пояса Шелкового пути /В.Р. Перская, В.Н. Ремыга, Н.С. Ревенко //JournalofEconomicRegulation. -2018. – Т.9. - № 4.
- Институт РУССТРАТ. Арктика: Стратегическое значение для России / М- 20.12.2020
- О состоянии и проблемах законодательного обеспечения и реализации Стратегии развития Арктической зоны России и обеспечения национальной безопасности на период 2020 года. – М.: Совет Федерации Федерального Собрания Российской Федерации, 2018.
- Першукевич, П.М. Продовольственное самообеспечение населения Сибири: алгоритм и методика оценки / П.М. Першукевич // АПК.: экономика, управление. – 2019. - №4.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ КАЗЁННОЕ ВОЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
им. ГЕНЕРАЛА АРМИИ А.В. ХРУЛЁВА» МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В г. ВОЛЬСКЕ

**ВОЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫМИ
РЕСУРСАМИ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ**

Авторский коллектив:

Цельковских Александр Александрович,
Мокроусов Алексей Сергеевич,
Пришельцев Сергей Николаевич,
Никифоров Максим Александрович,
Горин Дмитрий Владимирович,
Рыбин Артем Алексеевич.

АННОТАЦИЯ

В данной статье будут рассмотрены специфические особенности обеспечения военных потребителей в Арктической зоне, а также методика Военно-экономического обоснования обеспечения продовольственными ресурсами в Арктической зоне Российской Федерации.

Annotation. This article will consider the specific features of providing military consumers in the Arctic zone, as well as the methodology of Military-economic justification for providing food resources in the Arctic zone of the Russian Federation.

Арктическая зона России является ценным регионом, для безопасности данных земель и акваторий, принадлежащих нашей Родине, на территории размещены воинские части. Военнослужащим требуется питание, на территории Арктической зоны Министерство обороны сталкивается с проблемами в области доставки, так как развитие инфраструктуры разнится от области к области. Таким образом в Мурманске мы видим хорошо развитую инфраструктуру, из-за чего тут и расположена одна из крупнейших частей в Арктической зоне России.

Обращая внимание на рис. 1, можно сделать вывод, что организация продовольственных цепей поставок в интересах ВС РФ в Арктической зоне России сталкивается с теми же проблемами, что и гражданская продовольственная логистика:

1. Несоответствие природных условий требованиям организации растениеводства, вследствие

чего в данном регионе сложно развивать как само растениеводство, так и животноводство. В результате по значительной части продуктов питания подразделения ВС РФ зависят от поставок из других частей Российской Федерации.

2. Организации снабжения подразделений ВС РФ препятствует тот факт, что в местах дислокации многих из них либо транспортно-логистическая инфраструктура развита в недостаточной степени, либо перевозки носят сезонный характер. Поэтому необходимо либо использовать дорогостоящий воздушный транспорт, либо комбинировать различные виды. Это не позволяет сформировать стабильные цепи поставок и ведет к значительному росту издержек на организацию продовольственного обеспечения войск (сил).

3. Длительные сроки поставок ведут к ухудшению потребительских характеристик продуктов питания и к необходимости заменять продукты со сроком годности менее года их консервированными и сухими.

4. Часть подразделений ВС РФ размещена на значительном удалении от опорных баз снабжения, что также является причиной удорожания поставок.[2]

Дислокация и состав подразделений в Арктической зоне Российской Федерации представлены на рис. 1.

Также стоит учитывать и особенности влияния региона на человека, в связи с чем необходимо [3,4]:

1. Разработать высококалорийный пайк с белко-жиrowой направленностью. Одним из возможных



Рис. 1. Дислокация и состав подразделений в Арктической зоне Российской Федерации.

направлений такого совершенствования рациона военнослужащих может быть дальнейшая замена хлеба из смеси пшеничной и ржаной муки на сало.

2. Обогащение рациона витаминами и микроэлементами. Это может достигаться как за счет включения соответствующих продуктов питания в рацион военнослужащих, так и путем обязательного приема витаминов и витаминных комплексов в качестве дополнения к рациону. Для достижения этой цели рекомендуется включить в рацион военнослужащих оленину и северную пресноводную рыбу, поскольку они исключительно богаты полезными веществами. Важным преимуществом такого решения является то, что соответствующие продовольственные ресурсы производятся непосредственно в АЗРФ, что повышает их доступность и позволяет сохранить потребительские свойства за счет исключения длительных поставок.

3. Повышение функциональности продуктов питания с учетом необходимости выполнения боевых задач в условиях АЗРФ. Речь идет в, первую очередь, об использовании концентратов и суб-

лимированных продуктов для организации питания рейдовых групп (такие виды продуктов позволяют существенно снизить вес рациона).

4. Использование препаратов для минерализации воды с целью приведения ее характеристик в соответствие с требованиями по содержанию микро- и макроэлементов. В качестве такого источника минерализации могла бы выступать морская вода, в малом количестве добавляемая к питьевой.

5. При этом данные введения должны соответствовать руководящим документам.

Если говорить об продовольственном благополучии регионов, то таблица 1, полностью раскрывает их классификацию.

Рассмотрим данные группы более подробно.

1. Благополучные (ячейка 1.1) – уровень самообеспеченности основными продуктами питания высок, а сам регион включен в единое транспортное пространство нашей страны.

2. Стабильные (ячейка 1.2) – уровень продовольственной самообеспеченности недостаточен,

Таблица 1. Стратегическая матрица анализа уровня продовольственной безопасности регионов АЗРФ

Включенность региона в транспортное пространство	Уровень продовольственной самообеспеченности		
	Оценка	Достаточен	Недостаточен
	Достаточна	1.1. Благополучные регионы	1.2. Стабильные регионы
	Недостаточна	2.1. Независимые регионы	2.2. Неблагополучные регионы

однако благодаря высокому или приемлемому уровню транспортной связности это не создает проблем для продовольственного снабжения региона.

3. Независимые (ячейка 2.1) – высокий уровень продовольственной обеспеченности сочетается с недостаточной транспортной связностью.

4. Неблагополучные (ячейка 2.2) – низкий уровень продовольственной самообеспеченности в сочетании с недостаточным уровнем транспортной связности.[5]

К сожалению, сложные природно-климатические условия и большие расстояния создают препятствия для улучшения продовольственной безопасности в ряде регионов АЗРФ. Это означает, что в долгосрочной перспективе для ряда этих регионов единственным способом обеспечения продовольственной безопасности останется эпизодическая доставка продуктов питания дорогостоящими видами транспорта.[1].

С учетом изложенного можно сделать следующие выводы:

- Регионы, включенные в состав Арктической зоны Российской Федерации, разнородны с точки зрения обеспеченности собственными продовольственными ресурсами и транспортно-логистической инфраструктуры, а также транспортной связности. В силу этого модели организации продовольственного обеспечения войск (сил), размещенные в АЗРФ, будут различными с учетом специфики региона.
- В среднесрочной перспективе для ряда регионов АЗРФ зависимость от внешних поставок продовольствия сохранится, при этом стабильность поставок будет невысокой (в силу ее зависимости от погодных и сезонных условий, необходимость использования разных транспортных средств в разные периоды и т. д.).

- Для повышения безопасности системы продовольственного обеспечения войск (сил) в АЗРФ необходимо уделять особое внимание развитию системы резервирования продовольствия. Наличие достаточных резервов позволит, в случае необходимости, компенсировать временную нехватку продовольствия.

Таблица 2. Система факторов экономической безопасности системы ПО войск (сил) в АЗРФ

Элементы экономической безопасности системы ПО ВС РФ в АЗРФ	Продовольственная самообеспеченность региона	Транспортная связность региона	Продовольственное резервирование
Функции	Формирование ПО войск (сил) за счет продовольственных ресурсов региона	Создание возможности для поставок продовольствия из других регионов РФ	Обеспечение снабжения продовольствием при отсутствии поставок из данного региона или из других регионов
Ресурсная основа	Собственное производство продовольствия в регионе	Транспортная инфраструктура	Продовольственные логистические мощности в регионе и финансирование создания запасов

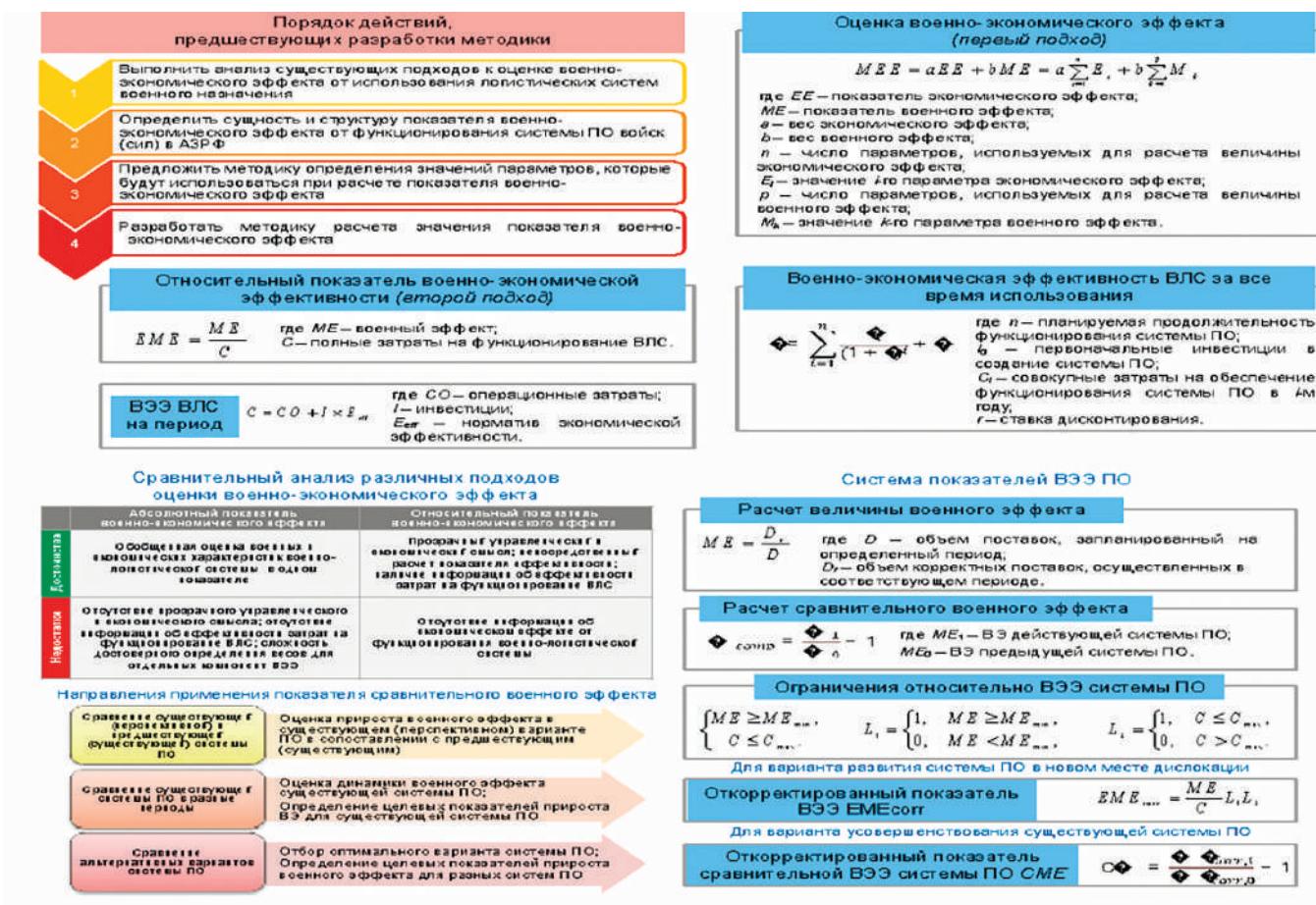


Рис. 1. Дислокация и состав подразделений в Арктической зоне Российской Федерации.

ватку продовольствия, произведенного в регионе, и/или перебои с поставками.

Необходимость выбора оптимальной модели организации продовольственного обеспечения войск (сил) в Арктической зоне России ставит вопрос о разработке методики оценки военно-экономического эффекта системы ПО. Для этого необходимо осуществить некоторую последовательность действий.

1. Выполнить анализ существующих подходов к оценке военно-экономического эффекта от использования логистических систем военного назначения. Основанием для такого подхода служит то, что система продовольственного обеспечения войск (сил) является частным случаем военно-логистической системы, и поэтому анализ общих моделей оценки эффективности военно-логистических систем позволит получить более комплексный взгляд на проблему оценки военно-экономической эффективности системы ПО.

2. Определить сущность и структуру показателя военно-экономического эффекта от функционирования системы ПО войск (сил) в АЗРФ.

3. Предложить методику определения значений параметров, которые будут использоваться при расчете показателя военно-экономического эффекта.

4. Разработать методику расчета значения показателя военно-экономического эффекта.

Для разработки методов оценки военно-экономической эффективности процессов обеспечения военных потребителей, необходимо:

- оценить военно-экономический эффект;
- определить относительный показатель военно-экономической эффективности;
- определить военно-экономическую эффективность ВЛС за все время использования.[6]

Все выше сказанное учитывается на рис. 2.

Военно-экономическое обоснование требует разработки и внедрения специальных средств продовольственной службы, которые могли бы функционировать в широком диапазоне температур, были бы мобильными, и обеспечивали бы защиту продовольствия, личного состава продовольственной службы и военнослужащих (во время приема пищи) от негативного воздействия внешней среды; совершенствования системы продовольственного обеспечения войск (сил) в АЗРФ с использованием цифровых технологий и замещения человеческих ресурсов средствами автоматизации.

Это позволит снизить издержки на оплату труда, устранит негативное воздействие человеческого фактора на эффективность логистических систем в тяжелых условиях АЗРФ, а также позволит избавиться от необходимости подвергать личный состав и гражданский персонал, занятый в настоящее время в системе ПО войск (сил) в АЗРФ, неблагоприятному воздействию тяжелых условий труда в АЗРФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дегтярев А.Н., Жеишев Р.С., Никитин Ю.А. АНАЛИЗ УРОВНЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2018. – № 5.
2. Staun, J. Russia's Strategy in the Arctic / J.Staun. – Copenhagen: Royal Danish Defence College, 2015.
3. Курбанов, Т.Х. Дроны в логистике: опыт ведущих зарубежных и отечественных компаний, перспективы и проблемы применения /Т.Х. Курбанов,Д.В. Старченко, А.В. Заикин // Логистика. – 2020. – № 2.
4. Кузнецов, С.В. Освоение Арктики: как избежать потери качества при выигрыше темпа? /С.В.Кузнецов, Н.М.Межевич, В.А. Шамахов//Управленческое консультирование. – 2019. – № 1.
5. Сафиханов, А.А. Национальные интересы России в Арктической зоне Российской Федерации: военно-экономический аспект/А.А. Сафиханов, М.Н. Козин, Т.Х. Курбанов // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2016. – Т. 22. – № 11.
6. Ковалев, А.А. Влияние geopolитических факторов на обеспечение военной безопасности Российской Федерации /А.А. Ковалев // Управленческое консультирование. – 2018. – №6.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ КАЗЁННОЕ ВОЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
им. ГЕНЕРАЛА АРМИИ А.В. ХРУЛЁВА» МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
БАННО-ПРАЧЕЧНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАЛОЧИСЛЕННЫХ КОМАНД В ОГРАНИЧЕННЫХ
ПРОСТРАНСТВАХ**

Авторский коллектив:
Басько Александр Петрович,
Мокроусов Александр Сергеевич,
Абрамов Алексей Кириллович,
Николюк Ольга Ивановна,
Попенюк Дмитрий Игоревич,
Авраменко Максим Борисович,
Вишневский Алим Аммарович,
Мокрушин Александр Сергеевич,
Рогоза Родион Геннадьевич.

С воевременная и полноценная организация банно-прачечного обслуживания, в том числе организация помывки экипажа, стирка и замена нательного, постельного белья являются одним из факторов укрепления здоровья, не допущения заболевания ОРВ, грибковыми заболеваниями, поддержания морально-психологического состояния военнослужащих в ходе выполнения задач боевой службы.

Несмотря на значительное количество исследований, посвященных разработке нового технологического оборудования и процессов банно-прачечного обслуживания, существующие образцы не в полном объеме обеспечивают выполнение функциональных задач. В условиях ограниченного пространства существенными недостатками технологических процессов банно-прачечного обслуживания являются: не соответствие производственных мощностей, функциональных возможностей оборудования выполняемым задачам; значительный расход пресной воды, электроэнергии; отсутствие возможности системной антибактериальной обработки вещевого имущества в целях снижения заражаемости экипажа, не допущения развития микроорганизмов, вирусов, вещевое имущество вши, возникновения грибковых заболеваний.

Решение указанных выше противоречий сдерживается недостаточной разработанностью научно-методического аппарата обоснования эксплуата-

ционных характеристик технологического оборудования банно-прачечного обслуживания на надводных кораблях. В целях повышения эффективности банно-прачечного обслуживания экипажей в ходе выполнения задач боевой службы требуется разработка нового технологического оборудования, обладающего незначительными массогабаритными характеристиками, достаточной надежностью, энергоемкостью.

Для повышения эффективности банно-прачечного обслуживания малочисленных команд уменьшения энерго- и трудозатрат, сокращения продолжительности технологических процессов в работе предложено следующее технологическое оборудование: аппарат санитарной обработки вещевого имущества (рис.1), сушильный шкаф вещевого имущества (рис. 2), устройство помывки.

Аппарат санитарной обработки вещевого имущества предназначен для стирки, стерилизации, сушки вещевого имущества.

Сущность технического решения заключается в обеспечении принудительного теплового потока (температура воздуха $t=75-88^{\circ}\text{C}$) и ультрафиолетового облучения ($\lambda= 210-230 \text{ NM}$) вещевого имущества в рабочей камере, стенки которой нагреваются паром. Стерилизация вещевого имущества от микроорганизмов, вирусов, насекомых и вещевое бельевой вши осуществляется за счет работы ультрафиолетовой лампы, излучающей элект-

ромагнитные волны ($\lambda = 210 - 230 \text{ нм}$), и оказывающей бактерицидное действие.

Сушильный шкаф вещевого имущества предназначен для сушки и стерилизации вещевого имущества.

Сущность технического решения заключается в обеспечении принудительного теплового потока (температура воздуха $t=75-88^\circ\text{C}$) и ультрафиолетового облучения ($\lambda=210-230 \text{ нм}$) вещевого имущества в рабочей камере, стенки которой нагреваются паром. Стерилизация вещевого имущества от микроорганизмов, вирусов, насекомых и вещевое бельевой вши осуществляется за счет работы ультрафиолетовой лампы, излучающей электромагнитные волны ($\lambda = 210 - 230 \text{ нм}$), и оказывающей бактерицидное действие.

Устройство для помывки предназначено для помывки малочисленных команд и обработки кожных покровов, дыхательных путей восстанавливающими растворами.

Принцип работы заключается в обеспечении возможности водно-воздушного воздействия на кожные покровы и дыхательные пути военнослужащего восстанавливающими растворами, позволяющими проводить обработку кожных покровов, дыхательных путей противобактериальными, лечебными составами по рекомендациям врача.

Научная новизна исследования состоит в том, что совокупность предлагаемых методик, в отличие от имеющихся, основывается на исследовании технологических процессов помывки личного состава, стирки, полоскания, отжима, сушки, гла-
жения и стерилизации вещевого имущества с применением физических принципов вакуума, ультрафиолетового излучения, принудительной конвекции воздуха для снижения количества и жизнеспособности микроорганизмов, расхода пресной воды, энерго и трудозатрат, а также продолжительности технологического процесса санитарной обработки вещевого имущества малочисленных команд в ходе выполнения поставленных задач.

Обоснованность и достоверность научных результатов обеспечивается выбором реальных исходных данных; применением современных научных методов исследований; выявлением определяющих тенденций в развитии системы банно-прачечного обслуживания и учетом множества воздействующих на нее факторов; оценкой адек-

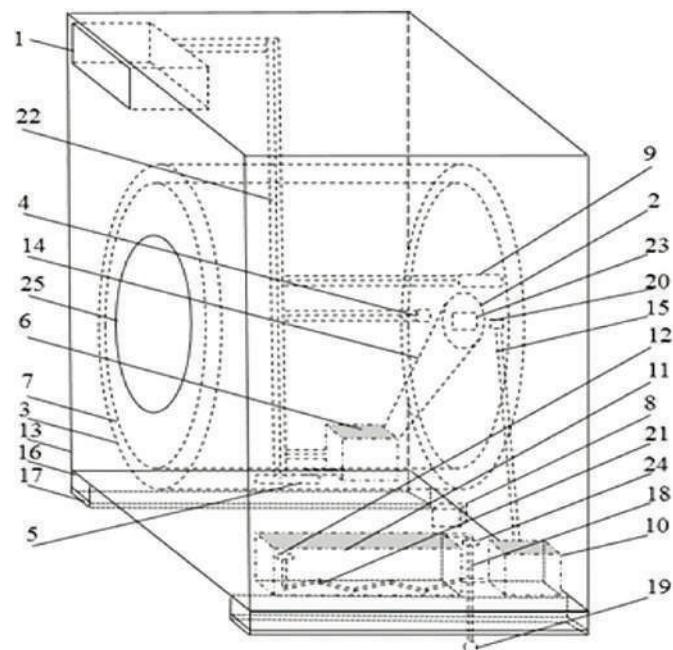


Рис. 1. Внешний вид аппарата для санитарной обработки вещевого имущества: 1 – блок управления; 2 – впускной клапан; 3 – бак; 4 – датчик уровня воды; 5 – трубчатый электронагреватель; 6 – электродвигатель; 7 – барабан; 8 – насос-помпа; 9 – ультрафиолетовая лампа; 10 – вакуумный насос; 11 – ресивер; 12 – датчик давления; 13 – корпус; 14 – ременная передача; 15 – вакуумный воздухопровод; 16 – ножка; 17 – демпферная подушка; 18 – трубопровод; 19 – канализационная труба; 20 – датчик давления вакуумного насоса; 21 – змеевик конденсатора; 22 – шина; 23 – муфта; 24 – выпускной клапан понижающего давления; 25 – дверца.

ватности моделей и определением корректности результатов посредством статистической обработки полученных данных и обеспечения высокого уровня их значимости, апробацией и оценкой сходимости результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Практическая значимость заключается в повышении эффективности банно-прачечного обслуживания за счет разработки универсального модульного технологического пункта банно-прачечного обслуживания, в состав которого включены: сушильный шкаф вещевого имущества, аппарат для санитарной обработки вещевого имущества, устройство для помывки малочисленных команд, позволяющие: повысить эффективность борьбы с микроорганизмами; проводить санитарную обработку вещевого имущества в ходе стерилизации; снизить предпосылки к развитию микроорганизмов

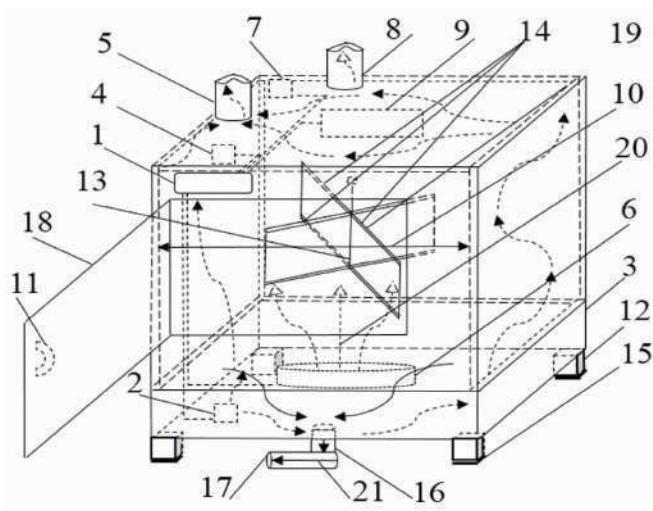


Рис. 2. Внешний вид сушильного шкафа вещевого имущества: 1 – блок управления; 2 – впускной паровоздушный клапан; 3 – корпус; 4 – датчик давления пара; 5 – выпускной клапан; 6 – тепловая пушка; 7 – датчик; 8 – выпускной воздушный клапан; 9 – ультрафиолетовая лампа; 10 – рабочая камера; 11 – ручка; 12 – ножка; поз. 13 – крепеж; 14 – зажим; 15 – демпферная подушка; 16 – патрубок; поз.17 – трубопровод; поз. 18 – дверца; 19 – пар; 20 – воздух; 21 – конденсат.

с одновременным их уничтожением до 90% без использования химической обработки; уменьшить расход энергоресурсов до 12%; и влажность обработанного вещевого имущества до 7–9%; а также продолжительность технологического цикла обработки (стирки, полоскания, сушки) в 1,3 раза; исключить сушку вещевого имущества вне аппарата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 202983. Российская Федерация, МПК A23L 7/109. Стабилизатор вибрационных и ударных воздействий на систему автоматики технологического оборудования надводных кораблей [Текст] / Романчиков С.А., Попенюк Д.И., Целыковских А.А., Абдурахманов Э.Ф., Почуев С.Н.; заявитель и патентообладатель ВАМТО. № 20213-2899; заявл. 06.10.2020; опубл. 17.03.2021, Бюл. № 8.
2. Пат. 201839. Российская Федерация, МПК A23L 7/109. Устройство для снижения влияния вибрационных и ударных воздействий на работоспособность технологического оборудования [Текст] / Романчиков С.А., Попенюк Д.И., Пахомов В.И.; заявитель и патентообладатель ВАМТО. – № 2020132900; заявл. 06.10.2020; опубл. 02.04.18. Бюл. № 10.
3. Оценка военно – экономической эффективности применения модернизированного технологического оборудования стирки и сушки белья Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2022615067. [Текст] / Топоров А.В., Попенюк Д.И. // заявл. 23.03.2022, опубл. 29.03.2022. Бюл. 1. – С. 67-74.
4. Расчет параметров стенок шкафа для сушки белья. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022615633. [Текст] / Целыковских А.А., Попенюк Д.И. // заявл. 23.03.2022, опубл. 31.03.2022, Бюл. 8. – С. 73-78.
5. Расчет ресурсосбережения стиральной машины. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022615632. [Текст] / Попенюк Д.И. Дегтярева А.Н. Рогоза Р.Г. Тугушев Р.Ш. // заявл. 23.03.2022, опубл. 31.03.2022, Бюл. 8. – С. 73-78.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ КАЗЁННОЕ ВОЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
им. ГЕНЕРАЛА АРМИИ А.В. ХРУЛЁВА» МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ МОДИФИКАЦИИ ТЕПЛОВЫХ АППАРАТОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Авторский коллектив:

Целыковских Александр Александрович,
Чумаков Леонид Владимирович,
Ермошин Николай Алексеевич,
Уточкин Евгений Владимирович,
Логинова Татьяна Николаевна.

В целях повышения эффективности тепловых аппаратов пищевых производств за счет снижения расхода энергоресурсов, придания возможности регулировки температуры пламени, обеспечения возможности работы на жидком и газообразном топливе без замены теплогенерирующего устройства в условиях низких температур окружающей среды предлагается технологическое решение по внесению конструктивных изменений тепловых аппаратов полевых кухонь и хлебопекарных печей.

Рассмотрим суть и порядок внесения конструктивных изменений.

Сущность технологического решения заключается в том, что оно предусматривает:

1) Конструктивные изменения теплогенерирующего устройства за счет включения в его конструкцию сетки-фильтра, шарообразных частиц силикагеля (пористой керамической засыпки) [1, 2] размещенных внутри испарительной трубы форсунки; пьезовоспламенителя и регулировочного вентиля. Это обеспечивает повышение интенсивности испарения жидкого топлива, смешивание его с воздухом, высокую скорость протекания реакции горения, повышение температуры факела, дожиг недогоревшей части жидкого топлива, а также ускорение его розжига. Включение в конструкцию устройства регулировочного вентиля обеспечивает расширение возможность работы теплогенерирующего устройства на газовом и жидком топливе (дизельное топливо ($C_{12}H_{26}$) ↔ газ (сжатый природный газ (CH_4) или смесь бутана ($CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$) – 30% с пропаном (C_2H_8) – 70% в заданных соотношениях [3]) с возможностью

автоматической регулировки температуры пламени;

2) модификацию теплового блока, с включением в него теплового реле, устройства для определения и регулировки температуры внутри варочного сосуда, рампы с электромагнитными клапанами и узла терморегулирования. Это обеспечивает возможность автоматического перехода работы теплового аппарата от топлива с низкой температурой воспламенения к более высокой (от керосина (C_9-C_{16}) или спирт (C_2H_5OH) на дизельное топливо ($C_{12}H_{26}$)). Включение узла терморегулирования способствует снижению теплопотерь за счет повышения теплоотдачи от уходящих газов.

Процесс внесения конструктивных изменений тепловых аппаратов включает выполнение следующих технологических операций.

1. Подготовка исходных компонентов и деталей.

Она заключается в извлечении из упаковки, осмотре и подготовке силикагеля (технический гранулированный, жаростойкий, размер частиц от 1 до 2 мм) [4], сетки-фильтра (№ 685 из нержавеющей стали $X_{18}H_{10}T$, саржевого плетения), теплового реле (ТР-1 с цинковой биметаллической пластиной), трубопровода (медная труба Ø 10 мм, гибкий (прорезиненный) шланг Ø 15 мм, длиной 2–2,5 метров), температурного датчика (ТМ65), рампы (с электромагнитными клапанами).

2. Установка дополнительного оборудования в теплогенерирующее устройство.

Конструктивные изменения можно вносить во все типы теплогенерирующих устройств (форсунок, используемых на технических средствах пищевых производств (КГФ-3М, КГФ-4М, ФК-01, ФК-02)).

Технологическая операция включает 3 вида работ:

- крепление сетки-фильтра внутри испарителя (на входе и выходе) и заполнение полых его труб силикагелем (свободная засыпка, без уплотнения);
- установка регулировочного вентиля на тепло-генерирующем устройстве;

Конструктивным преимуществом установки вентиля является возможность регулирования подачи жидкого и газообразного топлива, а также обеспечение частичного предварительного смешивания жидкого топлива и воздуха на выходе из сопла;

- крепление пьезовоспламенителя с возможностью образовывать искру в зоне подачи газообразного или жидкого топлива с низкой температурой воспламенения (керосин, спирт). Крепление осуществляется сварочным швом таким образом, что кнопка индукции искры размещена на внешней стороне теплового блока.

3. Монтаж в конструкцию варочного сосуда теплового датчика.

Тепловой датчик крепится на внутренней стенке варочного сосуда по центру, что обеспечивает определение средней температуры жидкости в емкости.

4. Установка автоматического устройства регулирования температуры теплового блока.

5. Установка термометра для контроля температуры внутри варочного сосуда. Технологическая операция включает следующие виды работ:

В результате экспериментальных исследований установлено:

1) в зоне кипения дизельного топлива, лежащей в диапазоне испарения и пиролиза смол, обеспечивается его дожигание, поскольку из-за повышенной температуры пара при выходе из сопла, меньшая часть дизельного топлива конденсируется при встрече с холодным инжектируемым воздухом в топке и улучшает процесс смесеобразования. Снижение недогоревшей части топлива, обеспечивает уменьшение доли угарного газа CO в 2 раза, сокращает время и повышает надежность розжига форсунки в условиях низких температур, а также позволяет экономить до 20 жидкого топлива, увеличивает удельную производительность дизельного топлива по пару 1,7–2 раза и температуру на выходе из сопла на 50 %;

2) развитие (увеличение площади) поверхности керамической засыпки испарительных труб и ее повышенная теплопроводность обеспечивает эффект объемного капиллярного использования дизельного топлива, заключающееся в повышенной температуре факела и снижении расхода топлива;

3) конструктивные изменения форсунок и возможность применения газообразного топлива обеспечивает экономический эффект при эксплуатации модифицированного теплового аппарата КП-130-11 за время наработки на отказ в размере от 35000 до 60000 рублей;

4) конструктивные изменения теплогенерирующего устройства обеспечивают минимальную длину и максимальную температуру факела горения за счёт предварительного или полного смешивания дизельного топлива с воздухом; гомогенное горение; снижение размеров форсунки за счёт подачи топлива с большей скоростью для достижения полного сгорания дизельного топлива и снижения потерь с уходящими газами;

5) предложенная модификация теплового блока обеспечивает повышение в 1,5 раза теплоотдачи энергии от продуктов сгорания и снижение в 1,3 раза температуры уходящих газов.

Основываясь на том, что дизельное топливо является более энергоёмким видом топлива по сравнению с газообразным топливом при одинаковой вместимости топливных баков (емкостей), были разработаны оптимальные варианты использования различных видов топлива в топливных системах тепловых аппаратов пищевых производств:

- **дизельное топливо** – в условиях приготовления продуктов питания в экспедициях при значительном удалении от районов с развитой инфраструктурой жизнеобеспечения;

- **пропан-бутановые смеси** – в тепловых аппаратах пищевых производств в условиях значительного спроса на продукты питания в условиях развитой инфраструктуры жизнеобеспечения и высокой плотности населения;

- **сжатый природный газ** для работы тепловых аппаратов в условиях автономного производства продуктов питания для небольших групп населения и незначительных объёмов пищевых производств.

Рекомендации по месту размещения и конструкции источника тепла в тепловом блоке. Это

предположение основывается на исследовании функции распределения тепла. Если предположить, что в бесконечном однородном не движущемся теле помещен в начальный момент источник тепла в виде точки ($n = 3$) бесконечной прямой ($n = 2$) или плоскости ($n = 1$).

Никаких других источников тепла в этот и последующие моменты времени нет. Если принять, что соответствующий интервал от температуры, распространенный на все пространство, который пропорционален этому количеству тепла и, следовательно, не зависит от времени, равен единице, то в момент времени $t = \frac{y}{4a^2}$

(a^2 – коэффициент теплопроводности тепла) температура и на расстоянии x от начала координат будет определяться по зависимости:

$$u = \frac{e^{-\frac{x^2}{4t}}}{\sqrt{(py)^n}}$$

Графическое отображение этой функции представлено на рис. 1-3.

На этих рисунках продемонстрированы функции распределения тепла для случаев $n = 1$ (нагретая плоскость, изотермы – плоскости), $n = 2$ (нагретая прямая, изотермы – круговые цилиндры $x = 1$), $n = 3$ (нагретая точка, изотермы – сферические поверхности $x = R$).

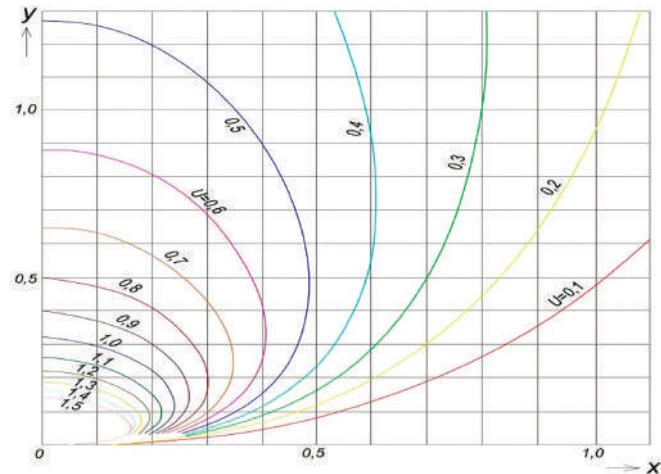


Рис. 1. Функция распределения тепла от нагретой плоскости.

Повышение эффективности использования тепловой энергии требует проведения теоретических и экспериментальных исследований по совершенствованию конструкции и модификации тепловых блоков пищевых производств. Решение этой задачи должно иметь комплексный характер и основываться на исследовании функций распространения тепла от различных конструкций его источников. Теоретические и экспериментальные исследования, выполненные в целях модификации конструкции тепловых аппаратов пищевых производств и основанные на принципах плоскостной передачи тепла, выбор источника тепла

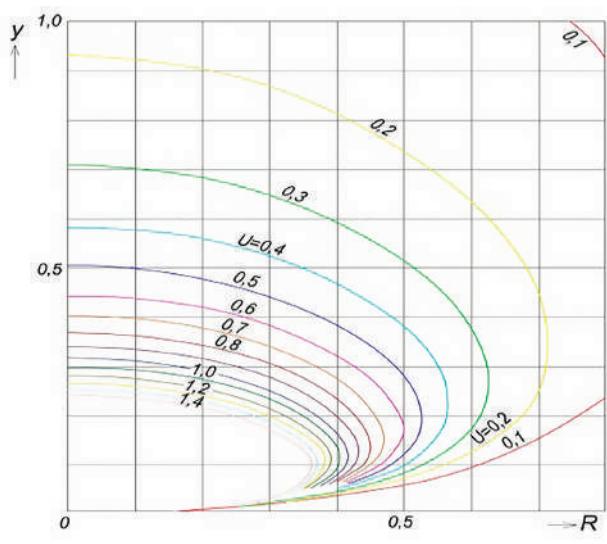


Рис. 2. Функция распределения тепла от нагретой: а – прямой (цилиндра), б – нагретой точки.

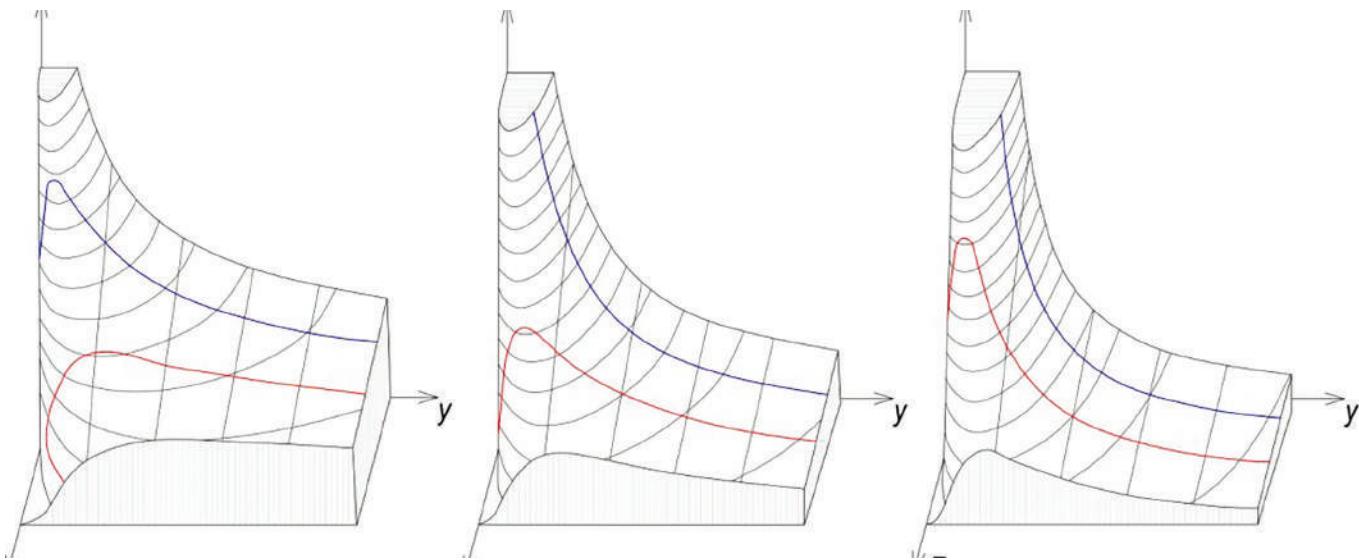


Рис. 3. Функции распространения тепла от разных источников.

форме плоскости базируется на исследовании функции распространения тепла от точечного, цилиндрического и плоскостного источников. Экспериментальные исследования по совершенствованию конструкций тепловых блоков реализовывались для выбора способов сокращения потерь тепла в тепловых блоках пищевых аппаратов пищевых производств.

Новизна предложенного технологического решения заключается в разработке технических устройств автоматизации процессов подачи топлива и терморегулирования при работе теплогенерирующих элементов в конструкции тепловых блоков, что позволяет получить экономический эффект при сжигании жидкого топлива и повышает эффективность использования энергии от сгорания жидкого и газообразного топлива при разной концентрации углеводородного состава.

Практическая значимость технологического решения конструктивных изменений теплового аппарата заключается в обеспечении возможности эффективного использования любого вида топлива (твердого, жидкого (бензин, керосин, дизельное топливо) и газообразного); снижении временных затрат на приготовление пищи и техническое обслуживание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2655054. Российская Федерация, МПК F23D 11/44, F23D 5/00. Капиллярная испарительная форсунка

[Текст] / Антуфьев В.Т., Востряков И.В., Ермошин Н.А. и другие; заявитель и патентообладатель ООО завод Спецтехмаш. – № 2016106841; заявл. 30.08.17; опубл. 23.05.18, Бюл. № 15.

2. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2016617173. Автоматизированная программа расчета коэффициента полезного действия модернизированного теплового блока, технических средств приготовления и транспортирования пищи, при работе в Арктической зоне Российской Федерации [Текст] / Романчиков С.А., Цельковских А.А., Ермошин Н.А. и др. // заявка 2016611842 поступила 28.06.2016, регистрация 20.07.2016. Бюл. 7.

3. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2016617179. Автоматизированная программа расчета коэффициента полезного действия капиллярно-испарительной форсунки ФК-01 КИ в условиях работы в Арктической зоне Российской Федерации [Текст] / Цельковских А.А., Заньков П.Н. и др. // заявка поступила 19.01.2016, регистрация 20.07.2016. Бюл. 7.

4. Пат. 177498. Российская Федерация, МПК B06C 1/24. Устройство для сжигания жидкого топлива. Пахомов В.И., Цельковских А.А. и другие, – заявитель и патентообладатель ВАМТО (RU). № 2017123257 от 27.10.2017; опубл. 27.10.2018. Бюл. 26.

5. Пат. 179644. Российская Федерация, МПК A47J 36/10. Приспособление для автоматизации контроля за качеством сгорания жидкого топлива внутри пекарной печи. Пахомов В.И., Цельковских А.А. и другие, – заявитель и патентообладатель ВАМТО (RU). № 2018-001212 от 15.02.2018; опубл. 21.05.2018. Бюл. 15.

**БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО
ОКРУГА - ЮГРЫ «МУЗЕЙ ГЕОЛОГИИ, НЕФТИ И ГАЗА»
НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ «НЕФТЕГАЗОВАЯ ИСТОРИЯ»**

Автор: Яшков Иван Александрович

В современной музейной практике большое количество музеев связаны общими задачами сохранения и изучения истории нефтегазовой индустриализации.

В 2021 году Музей геологии, нефти и газа выступил инициатором серии партнёрских научно-просветительских издательских проектов «Нефтегазовая история», объединив широкий круг государственных и муниципальных музеев России, корпоративных музеев энергетических компаний России, музеев университетского сообщества, учреждений РАН и других организаций.

Первая книга в рамках проекта – **«Атлас нефти. Очерки о нефтегазовой истории России»**, посвящённая 300-летию российского нефтяного дела и 210-летию использования газа в России, была издана в 2021 году. В проекте приняли участие более 40 участников из 10 регионов России, имеющих предметы, отражающие историю, характер и темпоральность нефтяной и газовой индустриализации страны на протяжении 300 лет – от эпохи правления императора Петра Великого до современности.

Атлас представляет собой уникальное собрание вещественных, картографических, документальных, художественных и фотографических произведений, визуализирующих историческую память и открывающих обществу ключевые события нефтегазовой индустриализации России.

Разделы книги построены по тематическому принципу – влияние нефти на развитие конкретного сектора экономики, событий в обществе, трансформаций территории:

- «Происхождение нефти»: информация о двух основных теориях происхождения нефти – неорганической (абиогенной) и органической (биогенной).

- «Открытие нефти и газа в России»: этапы открытия и добычи нефти от первого российского нефтепромысла Фёдора Прядунова, первого нефте-

перегонного завода братьев Дубининых, бакинско-российской нефти до современности.

- «Вопросы управления отраслью»: развитие институтов управления поиском, добычей, транспортировкой и переработкой нефти и нефтепродуктов: от императорской Берг-коллегии до современного Министерства энергетики РФ).

- «Нефть и научно-образовательное пространство», «Нефть и наука»: становление и развитие отечественной системы профессионального образования, формировании научных школ и роли их лидеров, вкладе научно-образовательного комплекса в развитие страны и общества.

- «Рождение «нефтяных» городов»: история строительства нефтяных городов, обустройство городских территорий, развитие территорий, на которых осуществляют деятельность нефтегазовые компании.

- «Развитие транспортной сети»: развитие железнодорожного, автомобильного, водного и авиатранспорта как результат деятельности компаний, о строительстве нефте- и газопроводов.

- «Развитие технологий»: исторический процесс развития технологий бурения нефтяных и газовых скважин, добычи нефти и газа, подготовки нефти, утилизации попутного нефтяного газа, современные технологии, применяемые в компаниях.

- «Переработка и применение»: продукты нефтепереработки и историческом процессе их использования в обществе (быту и повседневности) и отраслях экономики.

- «Нефть и искусство»: отражение феномена нефти и нефтяной индустриализации в различных направлениях искусства – кинематографе, живописи, литературе, театре и др.

- «Нефть и экология»: экологические проблемы и пути их решения, экологические технологии, используемые компаниями в своей деятельности.

- «Нефть и коренные малочисленные народы»:

социальная политика компаний, направленная на урегулирование споров и поддержку коренных малочисленных народов, на родовых угодьях которых компании осуществляют свою деятельность.

- «Нефть и спорт»: политика компаний, направленная на поддержку и развитие спорта, в том числе детского и массового.

Издание «Атлас нефти» было презентовано на Всероссийском форуме с международным участием «Нефть и газ: эффективное партнёрство в сохранении наследия» (февраль 2022, г. Ханты-Мансийск), на пятом Международном молодёжном научно-практическом форуме «Нефтяная столица» (март 2022, г. Сургут), Восьмом Книжном фестивале «Красная площадь» (июнь 2022 г. Москва). Издание получило положительную оценку от коллег, писателей, поэтов, издателей, библиотекарей, читателей.

Также «Атлас нефти» получил награды федерального, межрегионального и регионального уровней:

- диплом победителя регионального конкурса «Югорская книга – 2022» в номинации «Лучшая общественно-политическая книга» (г. Ханты-Мансийск);
- лауреат I степени окружного конкурса «Музейный олимп Югры» в номинации «Музейное издание» - «Атлас нефти. Очерки о нефтегазовой истории России»;
- диплом в номинации «Лучшее иллюстративное издание» V Уральского межрегионального конкурса «Университетская книга – 2022»;
- специальный диплом межрегионального фестиваля-конкурса «Книга года» в номинации «Лучшее учебное, научное, научно-популярное издание» (республика Удмуртия, г. Ижевск).

В 2022 году 74 партнёра из 26 регионов России и 7 стран ближнего зарубежья (Азербайджан, Казахстан, Туркменистан, Узбекистан, Беларусь, Таджикистан) приняли активное участие в создании второй книги в рамках партнёрского научно-просветительского проекта «Нефтегазовая история» – «Атлас газа». Идея Атласа газа заключается в том, чтобы через музеинные предметы и другие исторические источники показать значение природного газа в развитии страны и общества.

В издании представлены коллекции, которые визуализируют живую историю российского природного газа – от первых находок и начала использования человеком до открытия уникальных месторождений и развития сложных технологий добычи, транспортировки и переработки, широкого использования в повседневной жизни. «Атлас газа» был издан в 1 квартале 2023 года.

Атлас состоит из 6 разделов. В разделе «Что такое газ?» рассказывается о физико-химических свойствах газа, газах в оболочках планеты, разнообразии природного и искусственного газа, современных теориях образования газовых месторождений и пр. В разделе «Газовая индустриализация и общество» рассмотрена роль газовой индустриализации для развития страны и общества, с акцентом на презентацию ярких примеров и опыта развития газовой промышленности в стране. Раздел «Газ и научно-образовательное пространство» повествует об истории развития научных исследований в геологоразведке, промысловом геологии и газовом деле; уникальных научных разработках и открытиях; роли естественно-научных и технических наук в развитии газовой отрасли; формировании и современном состоянии системы среднего профессионального и высшего образования и др. В разделе «Газификация городов. Рождение и жизнь «газовых» городов» собрана информация об отечественном опыте появления на карте новых городских поселений, чьё рождение связано с открытием месторождений, развитием газопромышленной инфраструктуры, строительством газотранспортной системы и пр. В разделе «Техника и технологии газового дела» представлена эволюция техники и технологий газового оборудования и производственной инфраструктуры. Отдельное внимание уделено разнообразию бытового газового оборудования, используемого человеком в повседневной жизни. В разделе «Историческое наследие в общественном пространстве» примерами визуализации исторической памяти выступают объекты живописи и графики, кинематографа, фотопортажей, филателистики, фалеристики, нумизматики, монументального искусства.

Атласы ориентированы для использования широкой аудиторией, в т. ч. сотрудниками музеиных

институций и библиотек России, преподавательским корпусом и студентами университетов, работниками компаний топливно-энергетического комплекса, ветеранами нефтегазовой отрасли, представителями органов власти.

Также результаты могут быть использованы при составлении текстов по истории нефте- и газодобычи, при составлении программ спецкурсов и спецсеминаров по истории, в практике вузовского и школьного преподавания, в краеведческой, туристической и музейной деятельности.

Очевидно, что инициатива Музея геологии, нефти

и газа способствует расширению границ восприятия феномена нефти и газа в информационном пространстве на макрорегиональном, национальном и международном уровнях. Максимальная вовлеченность музеев разной ведомственной принадлежности позволила широко раскрыть основную цель проекта – продемонстрировать российскому обществу огромное значение «нефтяных» музеев и их коллекций как важнейших носителей культуры и представить новый научно-просветительский проект как иллюстрированную историю живых феноменов нефти и газа в жизни страны.

БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО
ОКРУГА - ЮГРЫ «МУЗЕЙ ГЕОЛОГИИ, НЕФТИ И ГАЗА»
СОЗДАНИЕ АССОЦИАЦИИ МУЗЕЕВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ИСТОРИИ

Автор: Паньков Александр Викторович

В современной музейной практике имеется значительное количество музеев, объединённых сохранением истории нефтегазовой отрасли. Очень важно отметить разнообразную организационную направленность музейного сообщества, деятельность которых имеет широкие социально-общественные рамки. Среди таких музеев можно выделить отдельно государственные и муниципальные музеи, корпоративные музеи компаний, занимающихся всей цепочкой производства углеводородов (поиск и разведка, добыча и транспортировка, переработка и применение), музеи университетов и научных институтов (РАН, др. отраслевых академических сообществ).

Вся система музейных институций связана общими задачами сохранения и изучения коллекций предметов, иллюстрирующих нефтегазовую индустриализацию стран. В текущей деятельности необходимо развитие механизмов широкого взаимодействия, культуры научного исследования, организации просветительских, профориентационных и др. общественно значимых мероприятий.

В 2022 году Музей геологии, нефти и газа выступил с инициативой – создать Ассоциацию музеев разной ведомственной принадлежности, сохраняющих и популяризирующих нефтегазовую историю. Музей геологии, нефти и газа имеет опыт работы, связанной с объединением подобных музеев в работе над каким-либо проектом. В частности, в период 2021 – 2023 годов были реализованы партнёрские издательские проекты «Атлас нефти. Очерки о нефтегазовой истории России» и «Атлас газа».

В работе над «Атласом нефти» были привлечены более 40 участников из 10 регионов России. Авторский коллектив насчитывает 62 человека. В работе над «Атласом газа» принял участие огромный авторский коллектив, представляющий 75 партнёров из 26 субъектов России и ряда стран

мира – Азербайджана, Армении, Беларуси, Казахстана, Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана. Авторский коллектив насчитывает 103 человека.

Ассоциация создаётся с целью формирования общего музейного сообщества, связанного миссией сохранения и популяризации нефтегазовой истории и развития современных практик коммуникации и партнёрского взаимодействия. Создание Ассоциации позволит объединить ресурсы, реализовывать крупные проекты, которые обеспечивают доступ к более широкой аудитории, в том числе на международном уровне. Ассоциация станет площадкой для обмена опытом, идеями и лучшими практиками между музеями. Это позволит участникам улучшить свою работу, развивать новые методы экспозиции и образовательные программы, а также повышать профессиональные навыки своих сотрудников.

Объединение музеев привлечёт внимание общественности, государственных структур и бизнес-сектора к учреждениям, сохраняющим нефтегазовую историю, а также способствует улучшению условий для сохранения и популяризации этой части культурного наследия. Ассоциация будет способствовать развитию туризма в регионах, где находятся музеи нефтегазовой истории. Объединение усилий для привлечения туристов и развития туристической инфраструктуры может принести экономические выгоды и способствовать развитию регионов путём создания единого нефтегазового маршрута России.

12 июля 2023 года состоялось совещание в формате ВКС с музеями России и Азербайджана, сохраняющими нефтегазовую историю. В совещании приняли участие представители 27 корпоративных музеев, сохраняющих нефтегазовую историю. Участники совещания поддержали идею, единогласно положительно ответили на вопросы о том, поможет ли создание Ассоциации межмузейному сотрудничеству и реализации сов-

местных крупных культурных проектов. Были высказаны пожелания по работе Ассоциации. Уже сейчас видно, что у части музеев есть потребность в профессиональных консультациях по ведению экскурсионной и выставочной деятельности; есть желание организовывать совместные проекты разной направленности.

6–7 сентября 2023 года в г. Москве запланировано первое мероприятие Ассоциации – Ассамблея музеев нефтегазовой истории «Наследие Шухова»,

посвящённая памяти выдающегося представителя отечественной инженерной школы Владимира Григорьевича Шухова. На мероприятии будут презентованы условия вступления в Ассоциацию музеев нефтегазовой истории, план работы на 2023 – 2024 годы.

Создание Ассоциации музеев нефтегазовой истории поддержали ИКОМ России, Нефтегазстройпрофсоюз РФ, Союз нефтегазопромышленников России.

ФГБУН ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК «ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД-ИНСТИТУТ им. Н.А. АВРОРИНА» (ПАБСИ КНЦ РАН)

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕПЛИЦЫ АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

Авторский коллектив:
Серебрянский Андрей Викторович,
Носов Иван Сергеевич,
Ибрагимов Энвер Валерьевич.

Арктика, заполярные области страны – этот регион сейчас всё больше привлекает внимание. Тут много интересов: экономические, логистические, военные. В последнее время получила распространение точка зрения, что в Арктике не нужно жить, а нужно приезжать на работу вахтовым методом на несколько месяцев, однако ученые утверждают обратное: жить в Арктике «наездами» - вреднее, чем надолго обосноваться за полярным кругом [1]. Но в любом случае вопрос обеспечения продовольствием тех, кто живёт, работает и служит в этих суровых местах требует решений.

Отсутствие разветвленной сети дорог, как автомобильных, так и железнодорожных, обуславливает основную организацию доставки различных грузов либо водным транспортом, либо авиационным, и если в летний период использовать можно оба эти вида транспорта, то в зимний период зачастую остается только авиация и автозимники – после промерзания поверхности грунта. В России по экспертным оценкам на подобные расходы в труднодоступных районах приходится от 20% до 50% семейного бюджета, что во многом связано с необходимостью использования частного и специального транспорта [2]. Не сложно представить, сколько, притакойтранспортировке, стоят привозные овощи и фрукты, порой стоимость килограмма овощей доходит до 1 т.р. Да и качество привезенных продуктов оставляет желать лучшего, так как, чтобы доставить их требуется продолжительное время и выезжают овощи и фрукты еще «зелеными», а приезжают условно созревшими, но особого вкуса в них нет, да и витаминный состав под большим вопросом. Скорее это эффект плацебо – съесть красный помидор за полярным кругом! Именно поэтому задача продовольственной безопасности

включена в перечень приоритетных вопросов развития Арктики [3].

Одним из таких решений призван стать проект ИТАР (Инновационные Теплицы Арктических Регионов).

Данная разработка представляет собой светопрозрачную арочную конструкцию, которую можно выполнить в различных габаритах, и которая имеет невысокие эксплуатационные затраты на отопление вследствие своей инновационной конструкции.

Идея не просто математически просчитана, на неё получен патент на полезную модель. А самое главное, проект сейчас развивается в плотном сотрудничестве с Полярно-альпийским ботаническим садом-институтом им. Н.А. Аврорина – обособленным подразделением Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской Академии наук



Рис. 1. Вариация ИТАР.

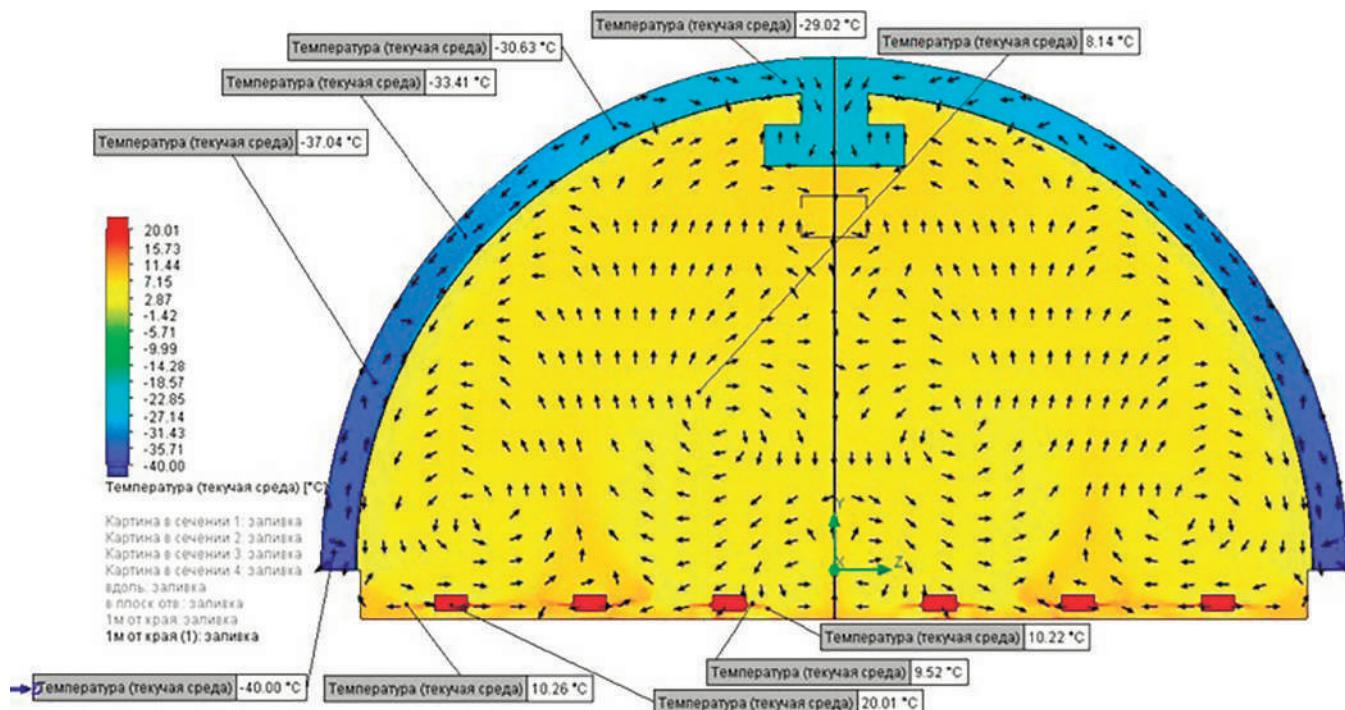


Рис. 2. Результаты моделирования тепло-массообмена в арочной конструкции ИТАР ($t_{\text{нар}} = -40^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{внутр}} = 20^{\circ}\text{C}$).

(далее - ПАБСИ КНЦ РАН). ПАБСИ КНЦ РАН – это самый северный ботанический сад России, сотрудники которого имеют богатейший опыт эксплуатации теплиц за Полярным кругом.

На территории Полярно-альпийского ботанического сада-института имеется и научный потенциал, и необходимая инфраструктура, необходимая для реализации проекта.

В рамках этого сотрудничества планируется строительство опытного образца ИТАР. Также совместно со специалистами ПАБСИ КНЦ РАН намечено проведение комплекса работ по дальнейшей отработке технологии ИТАР, с целью увеличения эффективности системы. И тут «ботаники», как радетели за всё растущее и цветущее не упустят ни одного «проблемного» или потенциально «спорного» момента, чтобы в итоге даже в Арктике цвели сады. О кокосах пока рано мечтать, но сделать цветущий яблоневый или вишневый сад вполне будет возможно. Арктика конечно же не Марс, но задача столь же нетривиальная. А главное – актуальная.

Технология ИТАР основана на принципе рекуперации тепловой энергии, в части переноса тепла между воздушными потоками. Первоначальное

получение положительной температуры происходит внутри теплицы за счёт воздушного отопления, с предподогревом воздуха. Далее вступает в силу первый контур теплообмена, который представляет собой замкнутый вентиляционный канал в ограждающей (двустенной) конструкции. Наружный воздух подается на систему общеобменной вентиляции через первичный канал, образованный

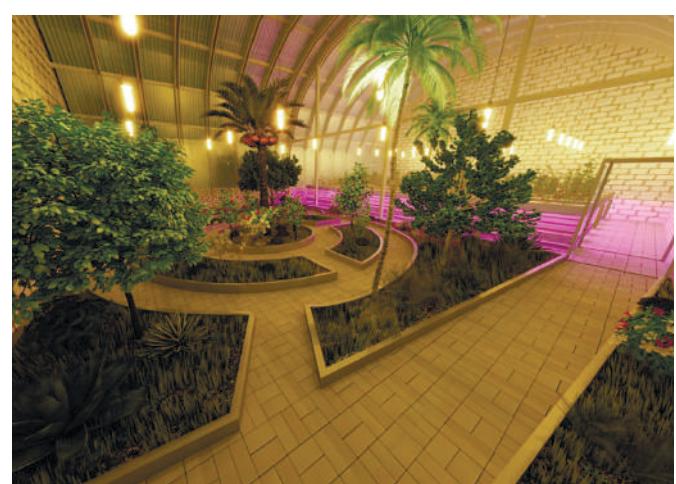


Рис. 3. Визуализация одного из вариантов использования ИТАР.

внутренней и внешней светопрозрачной обшивками и несущими полуарками.

Технология ИТАР изначально разработана под арктический регион, на пространство вечной мерзлоты, где практически невозможно сколько-нибудь эффективное земледелие. Для сохранения многолетнемерзлых грунтов (далее – ММГ) используется технология термостабилизации грунтов. При этом, в отличие от классических сезоннодействующих охлаждающих устройств, отводимое тепло утилизируется тепловым насосом. Выполненное математическое моделирование проводилось на температуры: внутренняя – плюс 20, наружная – минус 40. Результаты моделирования показали техническую возможность реализации заданных параметров!

Основная цель проекта ИТАР – не выработка и накопление энергии, а экономия электроэнергии или другой энергии за счет возврата тепла, которое должно покинуть теплицу, обратно в контур отопления. Во всем остальном используются максимально энергоэффективные технологии (светодиодное освещение, технологии полива с обратным осмосом и т.д.). Для решения вопроса опыления внутри полностью закрытой системы рассматриваются два варианта: 1-ый – это неопыляемые сорта, 2-ой – это шмели. Как альтернатива – поставить в теплице ульи. Детально экономику просчитать пока не представляется возможным, пока не построен pilotный образец и не проведены испытания. Полученные предварительные оценки капиталовложения сопоставимы со строительством теплицы по классическим технологиям, а вот эксплуатационные затраты – ниже.

Задача проекта ИТАР доказать, что за счет применения технологии возможно выращивать плодовоощущенную продукцию в Арктике, по той же себестоимости что и в центральной России. По сути, экономия на логистике (единоразово привезя комплект для строительства теплицы), создаются рабочие места, а овощи дозревают как положено – соответственно качество и вкус. Далее, на базе технологии ИТАР возможно устройство зимних садов и рекреационных зон для улучшения морального климата жителей Арктики. И уж совсем далеко идущие и грандиозные планы – создание, первого в мире Арктического зоопарка!

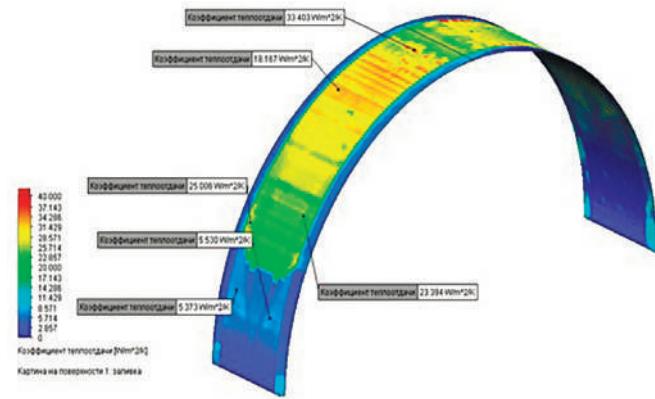


Рис. 4. Распределение температур на внешней оболочке ИТАР ($t_{\text{нар}} = -40^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{внутр}} = 20^{\circ}\text{C}$).

Активное развитие Арктических и Северных регионов невозможно без организации полноценной жизни граждан, которые обеспечивают это самое развитие. А это означает, что организация тепличных хозяйств и рекреационных зеленых зон должно вестись комплексно, без отрыва от основного направления развития этих регионов: организуется новый поселок, база и одновременно в рамках планирования закладываются теплицы и рекреационные зоны [4].

Только комплексным подходом и заботой о тех людях, которые призваны развивать Арктические и Северные регионы, можно добиться положительного и устойчивого результата.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://rusplt.ru/health/polyarnye-den-i-noch-25215.html>
2. Зворыкина Ю.В. О транспортной доступности районов Крайнего севера и Дальнего востока // Журнал «Нефтегаз.RU». 2018. №9. С. 32 – 36.
3. Указ Президента Российской Федерации от 26 октября 2020 г. № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года».
4. Социально-экономическая проблематика Российской Арктики в исследованиях институтов Российской академии наук: история, современность, перспективы / под общ. ред. акад. РАН Б. Н. Порфириева. М.: Научный консультант, 2018. 802 с.

ФГБОУ ВО ««ПРИВОЛЖСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ» МИНЗДРАВА РОССИИ

ОПТИМИЗАЦИЯ ПИТАНИЯ РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

Авторский коллектив:
Рахманов Рафаиль Салыхович,
Богомолова Елена Сергеевна,
Нарутдинов Денис Алексеевич.

Арктика – регион с экстремальными условиями обитания. Они негативно влияют на функциональное состояние организма, уменьшая его резервные возможности, усложняют быт и возможности осуществления профессиональной деятельности людей [1]. Среди факторов риска для здоровья – особенности питания, обеспечения питьевого водоснабжения, неадекватная ультрафиолетовая инсоляция. Они могут приводить к нарушению метаболических реакций организма, витаминной и минеральной недостаточности, что обуславливает заболеваемость работающих, оказывает влияние на профессиональную надежность специалистов [2, 3].

Для приготовления пищи используются консервированные овощи со значительно более низким содержанием ряда витаминов по сравнению со свежими продуктами. Ограниченный ассортимент продуктов и полная замена свежих фруктов и овощей на консервированные, не позволяют обеспечить полноценным и сбалансированным питанием. Низкая минерализация воды, недостаточное поступление кальция, магния, фтора и др. минеральных веществ отрицательно влияет на многие функции организма [4, 5].

Проводимые исследования по оценке питания в воинских коллективах в условиях Арктики свидетельствуют о дисбалансе микронутриентов в организме военнослужащих, что служит основанием для контроля и коррекции содержания витаминов и минералов в продуктах питания. Отмечается необходимость коррекции витаминно-минерального статуса организма в районах Крайнего Севера применением витаминно-минеральных комплексов, совершенствованием технологий водоподготовки (применение систем минерализа-

ции), а также коррекцией содержания витаминов, макро – и микроэлементов в рационе питания витаминно-минеральными препаратами или использованием сублимированных продуктов [4, 6, 7]. В отдельное направление по оптимизации питания в условиях Арктики предлагается совершенствование технологий производства и внедрения специализированных продуктов питания профилактической направленности, позволяющими использовать натуральные продукты с натуральными витаминами и минералами, а также природными антиоксидантами [8].

Цель – оценить эффективность оптимизации рациона питания работающих при осуществлении профессиональной деятельности в условиях Арктики натуральным продуктом из белково-растительного сырья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объект наблюдения – военнослужащие, проходящие службу по контракту, осуществляющие профессиональную деятельность на мысе Челюскин и острове Диксон: основная №1 ($n=30$) и группа сравнения – №2 ($n=21$). Возраст лиц группы наблюдения $35,7 \pm 0,6$ лет. Длительность работ в условиях Арктики у 80,0% составляла $5,9 \pm 0,4$ года. Максимальная продолжительность нахождения в данных условиях достигала 9 лет.

Разработали рецептуру многокомпонентного натурального продукта из белково-растительного сырья для включения в рацион питания лиц основной группы. Исходное сырье переработали по криогенной технологии Сантивиль Нижний Новгород (далее криопродукт в виде порошка). Продукт применяли по 2 чайные ложки (10 грамм): вносили в 200 мл. кефира, перемешивали и

настаивали 5-10 мин. Прием осуществляли ежедневно в вечернее время в течение 21 суток в столовых объектов наблюдения.

Одновременно назначили витамин D3 2000 IU по 1 капсуле 1 раз в день.

Группа сравнения свой рацион не меняла, питание осуществлялось как обычно, витамин D не принимала. Провели определение нутриентного состава криопродукта.

У лиц основной группы (№1) трехкратно отбирали пробы крови: в исходном состоянии, после окончания приема криопродукта (22 день) и через 10 дней после приема (32 день). В группе сравнения (№2) кровь отбирали двухкратно: в исходном состоянии и на момент окончания приема криопродукта в основной группе (22 день).

Проводили определение общего анализа крови, показателей липидного обмена (триглицериды, общий холестерин, липопротеиды высокой и низкой плотности), функции печени (аланинаминотрансфераза, аспартатаминотрасфераза, общий билирубин, С-реактивный белок), содержание минеральных веществ (K, Na, Ca ионизированный и общий, P, Mg, Fe), витамин D, сывороточных иммуноглобулинов IgA, IgM, IgG, T-, В-лимфоцитов и NK-клеток.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В начале исследования показатели общего анализа крови были в пределах референтных границ, но обращало внимание то, что в каждой группе содержание нейтрофилов (палочко-ядерных и сегменто-ядерных) и лимфоцитов в крови было в зоне нижней границы, что характеризовало состояние врожденного иммунитета. Были высокими значения СОЭ, уровни С-реактивного белка.

После приема криопродукта увеличилось количество эритроцитов, гемоглобина, тромбоцитов, снизилась скорость оседания эритроцитов; зарегистрировали повышение доли лимфоцитов и уровня неспецифических адаптационных реакций организма: они были в состоянии повышенной активации (биологический смысл — в адекватном повышении активности защитных систем, что соответствует оптимальному уровню защитного ответа организма). Снижение СОЭ и числа лейкоцитов подтверждало снижение реакции воспале-

ния в организме: исходно доля лиц с СОЭ от 6 до 12 мм/ч достигала 43,3%, после приема криопродукта — у 36,7% в пределах от 6 до 9 мм/ч, а еще через 10 — у 26,7% в пределах от 6 до 9 мм/ч. Достоверно возросли доли нейтрофилов (палочко-ядерных и сегменто-ядерных), эозинофилов,

Достоверно увеличился уровень калия и натрия. Уровни свободного (ионизированного) и общего статистически достоверно возрастали, соответственно на 5,0% и сохранялись без снижения до конца наблюдения. Фосфор органический так же увеличивался на 8,3% к концу приема продукта, продолжая нарастать до 11,1% к концу наблюдения. Такая же динамика была установлена и по железу: к концу курса рост на 27,3%, еще через 10 суток — до 29,8%. Магний достоверно вырос; он возрос у 70,0% обследованных лиц, а к концу наблюдения превышал исходные значения у 73,3%.

В исходном состоянии были значительными изменения в липидном обмене организма. Так, триглицериды превышали норму у 43,3% лиц основной группы и 57,1% группы сравнения. К концу приема криопродукта доли лиц с повышенными триглицеридами достигали, соответственно 33,5% и 53,8%. При этом по индивидуальным данным снижение было установлено у лиц основной группы в 76,7% случаев.

Повышенный и высокий общий холестерин в исходном состоянии регистрировался 93,3% лиц основной и 100,0% — группы сравнения. К концу курса профилактики снижение доли лиц в основной группе с высоким общим холестерином составило 23,4% и с повышенным — 6,7%, т.е. эффект был определен у 30,1% лиц основной группы. Он сохранялся до конца наблюдения.

У лиц основной группы отмечено снижение липопротеидов низкой плотности, рост доли лиц с нормальным уровнем. В динамике наблюдения у лиц основной группы уровень ЛПНП снизился относительно исходных значений к концу курса профилактики у 83,3% обследованных.

Были определены изменения в уровнях С-реактивного белка. В основной группе на 13,3% увеличилась доля лиц с низким и средним риском сосудистых осложнений за счет снижения доли лиц с высоким риском. В динамике индивидуального наблюдения снижение С-реактивного белка от-

мечено к концу приема продукта у 23,3% обследованных лиц, а к концу наблюдения – у 56,7%.

До начала курса профилактики в группах сравнения, соответственно основной и сравнения, у 93,3% и у 70,0% было выявлено состояние дефицита по витамину Д или близкого к нему. На период после приема криопродукта эти доли составляли, соответственно 80,0% и 53,8%, то есть повышение его уровня в крови у лиц, принимавших данный витамин, составила всего 13,3%. У лиц группы сравнения уровень данного витамина на период окончания курса профилактики в основной группе возрос у 16,2%. Таким образом, полученные данные свидетельствовали об отсутствии эффективности Д3-витаминной профилактики, что не могло отражаться на эффективности всего исследования (эффективности приема криопродукта).

В группе сравнения изменений в содержании сывороточных иммуноглобулинов не было, в основной группе сывороточный IgA к концу приема продукта статистически достоверно увеличился на 5,2%, а к концу наблюдения рост достиг 6,6%.

Оценка показателей адаптивного иммунитета выявила определенные особенности. В группе сравнения к концу приема продукта в основной группе достоверно снизилось, как абсолютное количество цитотоксических лимфоцитов CD3+CD8 (на 29,6%), активированных NK-клеток CD3-CD8+ (как в процентном – на 2,12%, так и в абсолютном отношении – на 57,8%), В-лимфоцитов CD3-CD19+ (на 21,8 %).

В основной группе статистически достоверно увеличилась доля (на 1,9%) и абсолютное содержание (на 6,3%) Т-лимфоцитов CD3+CD45; цитотоксических лимфоцитов CD3+CD8 на 7,0%; NK-лимфоцитов CD3-CD16+56 – на 3,5%. Эти изменения сохранились и на 11 день после профилактического курса. Другие показатели, в частности доля и число Т-NK-клеток CD3+CD16/56+ (рост на 0,11% и на 27,7%), доля и число активированных NK-клеток CD3-CD8+ (на 1,33% и на 73,8%); доля В-лимфоцитов CD3-CD19+ (на 1,05%) и доля NK-лимфоцитов CD3-CD16+56 (на 1,55%) возросли к концу приема продукта.

Таким образом, в условиях Арктики впервые получен значительный позитивный эффект при включении в рацион питания многокомпонентного

натурального продукта, переработанного по криогенной технологии. Исследование доказывает необходимость оптимизации питания лиц организованных коллективов, населения в арктической зоне России натуральными многокомпонентными продуктами из белково-растительного сырья с повышенным содержанием биологически активных веществ с целью сохранения здоровья и для профилактики развития заболеваний, связанных с нездоровым питанием.

ВЫВОДЫ

1. У лиц военнослужащих, проходящих службу по контракту, в условиях Арктики выявлены донозологические сдвиги в здоровье, которые являются факторами риска развития неинфекционных заболеваний: атеросклероза, сердечно-сосудистых осложнений. По показателям гемограмм у них установлено снижение уровня врожденного иммунитета и неспецифических адаптационных реакций организма; иммунологических исследований – признаки снижения адаптивного иммунитета; снижения витамина Д.

2. Впервые включение в рацион питания натурального многокомпонентного продукта из белково-растительного сырья, произведенного по криогенной технологии, показало эффективность по повышению защитных сил организма - гуморального иммунитета (противобактериальный и противовирусный эффекты) и неспецифических адаптационных реакций; влиянию на метаболические процессы организма (повышение уровня минеральных веществ; красная кровь, тромбоциты; липидный обмен), снижению признаков воспаления.

3. Основываясь на научных исследованиях по оценке длительности позитивного эффекта после приема криопродуктов, повторные курсы их приема можно рекомендовать циклами от 15 до 21 дня через 1,5-2,0 месяца.

ЛИТЕРАТУРА

- Гудков А.Б., Попова О.Н., Небученных А.А., Богданов М.Ю. Эколо-физиологическая характеристика климатических факторов Арктики. Обзор литературы // Морская медицина.- 2017.- Т. 3.- № 1.- С. 7- 13.
- Чащин В.П., Гудков А.Б., Чащин М.В., Попова О.Н. Предиктивная оценка индивидуальной восприимчи-

- вости организма человека к опасному воздействию холода // Экология человека. - 2017.- №5.- С.3-13.
3. Полякова Е.М., Чащин В.П., Мельцер А.В. Факторы риска нарушений здоровья у работников нефтедобывающего предприятия, занятых выполнением трудовых операций на открытой территории в холодный период года// Анализ риска здоровью.- 2019.- № 4.- С. 84-92.
4. Кривцов А.В., Кириченко Н.Н., Ивченко Е.В., Сметанин А.Л., Андриянов А.И., Сороколетов Е.Ф. и др. Физиолого-гигиеническая характеристика питания и водоснабжения воинского гарнизона в Арктике // Вестник Российской военно-медицинской академии.- 2015.- № 4(52).- С.165-68.
5. Азаров И.И., Бутаков С.С., Жолус Б.И., Зеткин А.Ю., Реммер В.Н. Опыт сохранения здоровья военнослужащих в Арктике в повседневной деятельности и чрезвычайных ситуациях // Морская медицина.- 2017.- Т. 3.- №. 3.- С.102-111.
6. Сметанин А.Л., Андриянов А.И., Белозеров Е.С., Субботина Т.И., Ивченко Е.В., Кириченко Н.Н. и др. Оценка витаминно-минерального статуса военнослужащих, проходящих службу на Крайнем Севере и в Санкт-Петербурге // Профилактическая и клиническая медицина. – 2015 – № 4 (57) – С. 5-11.
7. Непомнящих М.Н., Стародед А.С., Майдан В.А. Физиолого-гигиеническая оценка питания в системе адаптации к условиям профессиональной деятельности на Крайнем Севере//Сборник тезисов VI Всероссийской конференции.- Нижний Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО ПИМУ Минздрава России, 2020.- С. 221-223.
8. Баранов И.В., Майдан В.А. Физиолого-гигиеническое обоснование основных медико-биологических требований к питанию населения в Арктической зоне// Гигиена питания в XXI веке: Материалы научно-практической конференции.- СПб., 2023.- С. 38-42.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
И ОПЕРАТИВНОГО ОПОВЕЩЕНИЯ ОБ ЭКСТРИМАЛЬНОМ СОСТОЯНИИ
ВЕРХНЕЙ ИОНОСФЕРЫ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ**

Авторский коллектив:
Воробьев Андрей Владимирович,
Воробьева Гульнара Равилевна.

Применение прогностических моделей для прогнозирования вероятности наблюдения полярных сияний в процессе принятия решений в различных областях напрямую связано с возможностью оперативного оповещения о предстоящих событиях с заданной временной периодичностью. В этой связи актуальна разработка и модернизация существующих компьютерных моделей и программных систем, обеспечивающих реализацию функций прогноза, ретроспективной динамической визуализации и оперативного оповещения о высокой вероятности наблюдения полярных сияний для широкой категории пользователей. Решение этой задачи способно обеспечить положительный эффект как в области фундаментальных исследований, так и для поддержки принятия решений для управления объектами техносферы в условиях арктического региона планеты. Немаловажную роль такие программные решения играют и для развития туристического сегмента в Арктике и информационных ресурсов служб мониторинга и прогноза космической погоды.

Проект «Aurora forecast» (<https://aurora-forecast.ru>) представляет собой веб-ориентированное мультифункциональное приложение, реализующее анализ, обработку и визуализацию геопространственной информации в области аврорального овала посредством специализированного комплекса геоинформационных и геостатистических инструментов (рис. 1). Отличительной особенностью указанного приложения является его интерактивность, позволяющая конечному пользователю взаимодействовать с геопространственным изображением (виртуальным глобусом), варьируя состав и способ отображения соответствующих гео-

пространственных данных. В отличие от известных проектов схожего назначения, проект «Aurora forecast» обеспечивает поддержку рендеринга нескольких пространственных слоев, что позволяет оценивать комплексный характер пространственного распределения соответствующих параметров. Еще одной важной особенностью проекта «Aurora forecast» является то, что в отличие от других известных приложений он не генерирует простые статичные изображения: формируемое изображение является интерактивным, в частности, пользователь может по своему усмотрению изменять угол обзора пространственного региона, масштаб, последовательность размещения слоев. Поддержка интерактивности приложения выражена и в возможности напрямую взаимодействовать с пространственными слоями, например, посредством информационных окон, соответствующих определенному фрагменту слоя (в частности, одной из множества изолиний). Кроме того, приложение обеспечивает поддержку функции обратного геокодирования, что позволяет пользователю оперативно переключаться в искомую пространственную точку по ее полнотекстовому описанию.

Представляется важным отметить, что в проекте «Aurora forecast» визуализация предусмотрена не только в виде так называемых моментальных снимков (snapshot в веб-разработке), но и обеспечивает динамическую визуализацию как последовательность сменяющих друг друга пространственных слоев, соответствующих заданному временному интервалу с определенным пользователем шагом дискретизации. Данная функция также выгодно отличает проект «Aurora forecast» от иных приложений подобного типа.

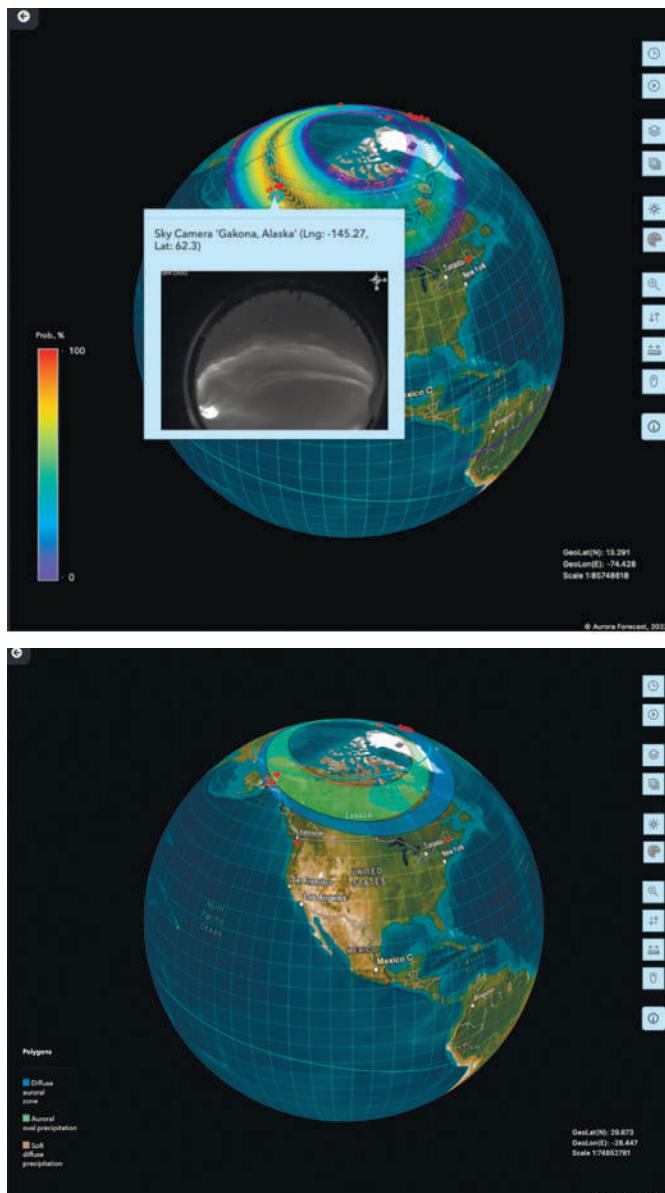


Рис. 1. Экранные формы примера работы приложения.

Кроме того, в системе предусмотрена реализация функций оперативного оповещения об экстремальной геофизической обстановке в арктическом регионе. Для этого в архитектуре системы предусмотрены несколько серверных сценариев, инициируемых на выполнение не пользовательскими запросами, а виртуальными процессами. Последние, в свою очередь, выполняются в фоновом режиме, не влияют на работу основного приложения и активизируются по заданному расписанию (в определенное время суток и/или с заданным временным интервалом, например, каждые

5 минут). Модули взаимодействуют с программным интерфейсом мессенджера Telegram, обеспечивая своевременный доступ к искомой информации всем подписчикам созданного в рамках проекта общедоступного канала.

Оперативное оповещение об экстремальной геофизической обстановке в арктическом регионе реализовано в формате автоматической отправки сообщений в публичный канал в кроссплатформенной системе мгновенного обмена сообщениями Telegram. На сегодняшний день алгоритм настроен таким образом, что в канал попадают сообщения о высоколатитудных населенных пунктах, где в ближайший час ожидается вероятность наблюдения полярных сияний свыше 50 %.

Непосредственно отправка сообщений запрограммирована в разработанном авторами чат-боте, который направляет соответствующие текстовые данные в канал Telegram. Процесс является асинхронным и не влияет ни на работу веб-сервера в целом, ни на клиентскую часть предложенного решения.

Разработка соискателей премии практически не имеет аналогов в России и за рубежом. Некоторые зарубежные ресурсы частично представляют данные по краткосрочному прогнозу наблюдения полярных сияний, но значительно уступают предложенной соискателями системе по функциональности и эргономике. Поддержка дополнительных информационных слоев, динамическая и ретроспективная визуализация позволяют отследить характер изменения параметров аврорального овала во времени и пространстве. Приложение обеспечивает высокую степень интерактивности, что выгодно отличает его от известных подходов, предполагающих формирование плоских статичных пространственных изображений.

Помимо непосредственно положения аврорального овала и вероятности наблюдения полярных сияний в режиме реального времени информационная система осуществляет прогноз и визуализацию распределения электрического потенциала в арктическом регионе, а также обладает инструментами, позволяющими как производить геометрический анализ характера распределения контролируемых параметров, так и проводить ра-

боту с пользовательскими слоями (распределение высокоширотных веток ЛЭП, железных дорог и пр.), что представляет особый интерес в задачах оценки влияния космической погоды на технологические объекты высокоширотной инфраструктуры – в целе-лом и Арктической зоне Российской Федерации – в частности.

Прогнозирование полярного сияния с помощью предложенного соискателями сервиса возможность техническим специалистам вовремя парировать негативные эффекты космической погоды и предотвратить возможный ущерб от данного вида

воздействия. Это не только поможет избежать аварий, но и позволит инженерам отказаться от дополнительной защиты части электротехнического оборудования (например, трансформаторов), предназначенного для работы на Крайнем Севере, что значительно удешевит его конструкцию. Разработка также может помочь избежать длительных потерь связи в арктическом регионе, позволив специалистам заранее подготовиться к вынужденному переходу на запасные передающие частоты.



ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ