



МОРСКАЯ НАУКА И ТЕХНИКА

MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ - СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК №11



БЕЗОПАСНОСТЬ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ И ОБЪЕКТОВ

КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

НТЦ НЕФТЕГАЗДИАГНОСТИКА ГРУППА КОМПАНИЙ



НА ЗЕМЛЕ • ПОД ЗЕМЛЕЙ • ПОД ВОДОЙ

ВНУТРИТРУБНАЯ
ДИАГНОСТИКА
НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ

РЕМОНТ МОРСКИХ
ПОДВОДНЫХ
ТРУБОПРОВОДОВ

ПОДВОДНО -
ТЕХНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Г. МОСКВА, УЛ. НИЖНЯЯ КРАСНОСЕЛЬСКАЯ, Д.40/12, К.4Б, ОФ.201

ТЕЛ./ФАКС: +7 (495) 781-59-17, ТЕЛЕФОН: +7 (495) 781-59-18

EMAIL: INFO@NTCNGD.COM

[HTTPS://NTCNGD.COM/](https://ntcngd.com/)



Дорогие авторы и читатели научно-технического журнала «МОРСКАЯ НАУКА И ТЕХНИКА»!

Вот уже более двух лет на страницах нашего журнала мы обмениваемся техническими и научными идеями в различных областях морской индустрии. Публикации с математическими расчетами ресурсов, живучести и безопасности морских трубопроводов, сооружений и корпусов судов, с описанием уникальных инженерных разработок и рассказами об эксклюзивности конструкций наших отечественных рационализаторов, постулаты от академиков и обращения простых судовых механиков, обзоры гениальных конструкторских решений и примеры реально действующих самодельных механизмов - все это, и многое другое, кропотливо и упорно собирает и предоставляет нам команда, я бы сказал, дружный экипаж журнала «Морская наука и техника».

В этом издании мы предлагаем обсудить важнейшие темы безопасности морских подводных высокорисковых объектов и прежде всего стратегическое значение их безопасности для нашей страны. Без сомнения предоставление отдельным блоком материалов о безопасности подводных объектов и примеры новых разработанных стандартов по обеспечению безопасного проектирования, строительства, эксплуатации и ремонта подводных морских трубопроводов является важным шагом в решении этой задачи. В данном журнале большое внимание уделено деятельности Межведомственного экспертного совета по безопасности морских подводных трубопроводов и объектов, его работе как на выездных совещаниях, так и на площадках профильных государственных структур.

Особую актуальность в этой работе имеют иницирующие предложения Межведомственного экспертного совета, разрабатываемые совместно с Комитетом по обороне и безопасности Совета Федерации и согласованные с Научным советом при Совете Безопасности РФ, с комиссиями по безопасности РАН, научными структурами федеральных и региональных ведомств, с научно-техническими советами и научно-техническими центрами надзорных органов в области обоснований всего спектра стратегических рисков.

Журнал позиционируется как научно-технический аналитический сборник - альманах с целью обеспечения необходимой производственной инженерной и научной информацией для многоцелевого сообщества морской индустрии России и зарубежных дружественных партнеров.

В настоящее время перед нашим журналом стоят задачи направленные на развитие познания процессов безопасного взаимодействия людей и морской среды и в этом мы придаем значимость всестороннему научному сотрудничеству с использованием последних достижений в области информационных технологий. Журнал открыт для интеллектуальных дискуссий и обмена мнениями по широкому кругу научных и технических вопросов. Приглашаем к еще более активному сотрудничеству всех коллег из регионов России, дружественных стран ближнего и дальнего зарубежья и участников БРИКС.

От всей души желаю всем авторам и читателям журнала творческих успехов в научных исследованиях и новых свершений на ниве научных и технических познаний мирового океана, его техносферы и действующих в них высокопрофессиональных специалистов!

*Николай Андреевич Махутов, член-корреспондент РАН,
председатель комиссии РАН по техногенной безопасности,
президент научно-промышленного союза «Риском»*

Издаёт:

«Морское информационное
агентство» при информационном
участии Межведомственного экспертно-
го совета по безопасности морских
подводных трубопроводов и объектов
и Департамента судостроительной
промышленности и морской техники
Минпромторга России

Учредитель:

НТЦ «НЕФТЕГАЗДИАГНОСТИКА»
Per. № ПИ № ФС77-84232 от 22 ноября
2022 г.

Адрес редакции:

105066, г. Москва,
ул. Нижняя Красносельская, д.40/12

Тел./факс: +7 (495) 781-59-17
+7 (989) 707-97-69

morinform@marineorg.ru
www.marine.org.ru
https://expertmore.ru/

главный редактор

АНДРЕЙ КАМШУКОВ

ответственный редактор

АЛЕКСАНДРА ГУЖОВА

литературный редактор

ВАЛЕРИЯ БУДРИНА

редактор по информации и
коммуникациям

ОЛЕСЯ КАМШУКОВА

шеф-редактор

АНДРЕЙ ПАЩЕНКО

Материалы и иллюстрации:

Виктор Флусов, Тимофей Лещенко,
Анатолий Лепихин, Виктор Лещенко,
Олег Жулин, Владислав Занин,
Евгений Морозов, Светлана Ким,
Владимир Балановский, Виктор Кот,
Александр Булатов, Валерий Сябров,
Равиль Бикиняев, Лупырь Роман,
Дмитрий Вавилов, Михаил Глущенко,
Жилкина Елена и другие.

Особая благодарность за активное
участие в издании:

Махутову Н.А., Лещенко В.В.

Благодарим за предоставление ин-

формации из открытых источников:
kremlin.ru, marine.org.ru,
government.ru, https://ntcngd.com/,
https://minpromtorg.gov.ru/ria.ru,
https://marine.org.ru, tass.ru, iz.ru,
kchf.ru, mintrans.ru, morflot.ru,
seaport.ru, shipbuilding.ru, tass.ru,
mil.ru.

Благодарим за содействие

в издании журнала и помощь главно-
му редактору:
Помылева И.В., Шурекова В.П.,
Булатова А.Р., Грызлова О.И.,
Морозова Д.Р., Жилкину Е.А., Кота В.П.,
Пащенко Т.А., Будрину О.А.,
Сребного Д., Чемберян А.А.,
Васильюк Г.Н., Жулина О.К.

Отпечатано в типографии:
Общество с ограниченной ответственностью
«Типография «Печатных Дел Мастер» г. Москва,
1-й Грайворонский пр-д, д.2, стр.10

Тираж 1000 экземпляров, Цена договорная

Позиция редакции может не совпадать
с мнением авторов.

СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА:

- 3** Н.А. МАХУТОВ- НАШЕМУ ЭКСПЕРТНОМУ СОВЕТУ ДВА ГОДА!
- 6** В.В. ПУТИН: СТРАТЕГИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
- 9** ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПОДВОДНЫХ ДОБЫЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ И ТРУБОПРОВОДОВ
- 14** С.Н. КОЛБИН: НАША ГЛАВНАЯ СТРАТЕГИЯ – БЕЗОПАСНОСТЬ РОССИИ!
- 16** ПЕРВОочередные безотлагательные задачи создания норм проектирования и эксплуатации безопасных морских подводных трубопроводов России!
- 21** «АКАДЕМИЯ ТРУБОПРОВОДНЫХ НАУК»
- 22** ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ СТАЦИОНАРНЫХ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ ПЛАТФОРМ И МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ
- 28** С.К. КИМ «ЛУКОЙЛ - ИНЖИНИРИНГ»: ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ. БИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ТРУБНОЙ ПРОДУКЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ
- 30** СОЗДАНИЕ НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА ПО БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ И СООРУЖЕНИЙ
- 37** ФЛОТ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ - «НЕПТУН»
- 38** ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ НА ОСНОВЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА
- 42** ВЕДУЩИЕ ЭКСПЕРТЫ МЭС
- 44** Е.М. МОРОЗОВ: ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ УЩЕРБА ПРИ ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФАХ
- 46** В.Ю. ЗАНИН: РЕЗИДЕНТНАЯ РОБОТОТЕХНИКА В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ
- 50** Р.Р. ЛУПЫРЬ: СНЯТИЕ МИННОЙ ОПАСНОСТИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МГ «ДЖУБГА-ЛАЗАРЕВСКОЕ-СОЧИ»
- 52** Д.В. ВАВИЛОВ, М.Ю. ГЛУЩЕНКО: ПОДВОДНЫЕ РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ РЕЗИДЕНТНОГО ТИПА ДЛЯ МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
- 60** НПО «АВРОРА»: НАУКА И ТЕХНИКА ОБЕСПЕЧИВАЮТ ФЛОТ РОССИИ
- 61** РАБОЧАЯ ГРУППА МЭС ПО ПОДВОДНЫМ БЕСПИЛОТНЫМ СИСТЕМАМ. ВЫЕЗДНАЯ СЕССИЯ
- 62** Р.А. БИКИНЯЕВ: НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СКВАЖИН
- 64** В.В. ЛЕЩЕНКО: «НЕФТЕГАЗДИАГНОСТИКА»: МУФТЫ ДЛЯ РЕМОНТА МОРСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ-НАДЕЖНО, ЭФФЕКТИВНО, ОПЕРАТИВНО!
- 66** «ОКБ НЕФТЕГАЗДИАГНОСТИКА» – КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО ПОЛНОГО ЦИКЛА
- 68** «СИНТЭК-ЦЕНТР» 18 ЛЕТ НА РЫНКЕ РЕМОНТНО-ИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ И ТЕХНОЛОГИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ
- 72** О.К. ЖУЛИН: 30 ЛЕТ СОЗДАЕМ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ
- 74** КОМПРЕССОРНАЯ ТЕХНИКА ККЗ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА НА АРКТИЧЕСКОМ МОРСКОМ ШЕЛЬФЕ
- 78** МУФТЫ НСК - СОВРЕМЕННЫЙ И ЭКОНОМИЧНЫЙ СПОСОБ СОЕДИНЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ
- 80** «ВЕРФЬ БРАТЬЕВ НОБЕЛЬ» ГОТОВА СТРОИТЬ ТАНКЕРЫ РАЗНЫХ ПРОЕКТОВ
- 82** В.П. КОТ: СТРОИТЕЛЬСТВО РЕФРИЖЕРАТОРНОГО ФЛОТА – ТРАНСПОРТНАЯ СТРАТЕГИЯ РОССИИ ДО 2035 ГОДА
- 86** СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД «РИФ»: СОВРЕМЕННЫЕ КАТЕРА РОССИИ
- 88** НАУЧНО ПРОМЫШЛЕННЫЙ СОЮЗ «РИСКОМ»
- 90** ФОТОВЫСТАВКА «АРИСТОКРАТЫ МОРЕЙ»

Н.А. МАХУТОВ- НАШЕМУ ЭКСПЕРТНОМУ СОВЕТУ ДВА ГОДА!

1



12

С.Н. КОЛБИН: НАША ГЛАВНАЯ СТРАТЕГИЯ – БЕЗОПАСНОСТЬ РОССИИ!



7

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПОДВОДНЫХ ДОБЫЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ И ТРУБОПРОВОДОВ



4

В.В. ПУТИН: СТРАТЕГИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



44

В.Ю. ЗАНИН: РЕЗИДЕНТНАЯ РОБОТОТЕХНИКА В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА:

1. Председатель коллегии - член корреспондент РАН, профессор, главный научный сотрудник НИИ МАШ, председатель комиссии РАН по техногенной безопасности – Махутов Николай Андреевич.
2. Заместитель председателя коллегии – кандидат технических наук, генеральный директор НТЦ «Нефтегаздиагностика», председатель правления союза «РИСКОМ» – Лещенко Виктор Викторович.
3. Доктор технических наук, технический секретарь Межведомственного экспертного совета по безопасности МПТ – Лепихин Анатолий Михайлович.
4. Профессор, доктор технических наук, ведущий эксперт МЭС – Харченко Юрий Алексеевич.
5. Профессор, кандидат технических наук, старший преподаватель Санкт-Петербургского государственного морского технического университета –Марков Сергей Петрович.
6. Доктор технических наук, профессор МИФИ – Морозов Евгений Михайлович.
7. Доктор технических наук, профессор, заведующий отделом НИИ МАШ РАН – Матвиенко Юрий Григорьевич.
8. Кандидат технических наук, Почетный председатель Севастопольского морского собрания – Кот Виктор Павлович.
9. Главный редактор журнала «Морская наука и техника», ответственный секретарь МЭС – Камшукوف Андрей Викторович.



УКАЗ ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ОТ 28 ФЕВРАЛЯ 2024 Г. № 145 "О СТРАТЕГИИ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ"

29 февраля 2024

В соответствии со статьей 181 Федерального закона от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ "О стратегическом планировании в Российской Федерации" постановляю:

1. Утвердить прилагаемую Стратегию научно-технологического развития Российской Федерации.
2. Правительству Российской Федерации предусматривать при формировании проектов федерального бюджета на очередной финансовый год и на плановый период бюджетные ассигнования на реализацию настоящего Указа.
3. Признать утратившими силу:
Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 "О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2016, № 49, ст. 6887);
пункт 7 Указа Президента Российской Федерации от 15 марта 2021 г. № 143 "О мерах по повышению эффективности государственной научно-технической политики" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2021, № 12, ст. 1982).
4. Настоящий Указ вступает в силу со дня его подписания.

Президент
Российской Федерации В. Путин

Москва, Кремль
28 февраля 2024 года
№ 145



УКАЗ ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации

В соответствии со статьей 18¹ Федерального закона от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ "О стратегическом планировании в Российской Федерации" постановляю:

1. Утвердить прилагаемую Стратегию научно-технологического развития Российской Федерации.
2. Правительству Российской Федерации предусматривать при формировании проектов федерального бюджета на очередной финансовый год и на плановый период бюджетные ассигнования на реализацию настоящего Указа.
3. Признать утратившими силу:
Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 "О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2016, № 49, ст. 6887);
пункт 7 Указа Президента Российской Федерации от 15 марта 2021 г. № 143 "О мерах по повышению эффективности государственной научно-технической политики" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2021, № 12, ст. 1982).
4. Настоящий Указ вступает в силу со дня его подписания.



Президент
Российской Федерации В. Путин

Москва, Кремль
28 февраля 2024 года
№ 145



2 100071 94497 0

УТВЕРЖДЕНА
Указом Президента
Российской Федерации
от 28 февраля 2024 г. № 145

СТРАТЕГИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СТРАТЕГИИ)



1. Настоящей Стратегией определяются цель, основные задачи и приоритеты научно-технологического развития Российской Федерации, устанавливаются принципы, основные направления государственной политики в этой области и меры по ее реализации, а также ожидаемые результаты реализации настоящей Стратегии, обеспечивающие устойчивое, динамичное и сбалансированное развитие Российской Федерации на долгосрочный период.

2. Правовую основу настоящей Стратегии составляют Конституция Российской Федерации, Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ "О стратегическом планировании в Российской Федерации", другие федеральные законы, Стратегия национальной безопасности Российской Федерации и иные нормативные правовые акты Российской Федерации.

3. Настоящая Стратегия направлена на научно-технологическое обеспечение реализации задач и национальных приоритетов Российской Федерации, определенных в документах стратегического планирования, разработанных в рамках целеполагания на федеральном уровне.

7. Настоящая Стратегия является основой для разработки отраслевых документов стратегического планирования в области научно-технологического развития, государственных программ Российской Федерации, государственных программ субъектов Российской Федерации, муниципальных программ, стратегических и программных документов фондов поддержки научной, научно-технической и иннова-

ционной деятельности, институтов инновационного развития, а также плановых и программно-целевых документов государственных корпораций (компаний), публично-правовых компаний и иных организаций, созданных на основании федеральных законов.

14. Большие вызовы создают существенные риски для общества, экономики, системы государственного управления, но одновременно представляют собой важный фактор для появления новых возможностей и перспектив научно-технологического развития. При этом российские наука и технологии являются ключевым инструментом для ответа на эти вызовы, играя важную роль не только в обеспечении национальных интересов, но и в решении глобальных проблем человечества.

21. В ближайшее десятилетие приоритетами научно-технологического развития следует считать направления, позволяющие получить значимые научные и научно-технические результаты, создать отечественные наукоемкие технологии и обеспечивающие:

б) переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников энергии, способов ее передачи и хранения;

д) противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и экстремистской идеологии, деструктивному иностранному информационно-психологическому воздействию, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства,

укрепление обороноспособности и национальной безопасности страны в условиях роста гибридных угроз;

е) повышение уровня связанности территории Российской Федерации путем создания интеллектуальных транспортных, энергетических и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики;

и) переход к развитию природоподобных технологий, воспроизводящих системы и процессы живой природы в виде технических систем и технологических процессов, интегрированных в природную среду и естественный природный ресурсооборот.

23. Целью научно-технологического развития является обеспечение независимости и конкурентоспособности государства, достижения национальных целей развития и реализации стратегических национальных приоритетов путем создания эффективной системы наращивания и наиболее полного использования интеллектуального потенциала нации.

24. Для достижения цели научно-технологического развития необходимо решить следующие основные задачи:

а) сформировать эффективную систему взаимодействия науки, технологий и производства, обеспечив повышение восприимчивости экономики и общества к новым технологиям, создав условия для развития наукоемкого предпринимательства;

б) создать инфраструктуру и условия для проведения научных исследований и разработок, внедрения наукоемких технологий, отвечающие современным принципам организации научной, научно-технической и инновационной деятельности, на основе лучших российских и мировых практик;

28. Формирование эффективной системы взаимодействия науки, технологий и производства, повышение восприимчивости экономики и общества к новым технологиям, развитие наукоемкого предпринимательства осуществляется путем:

а) создания условий для взаимовлияния науки и общества посредством привлечения общества к формированию запросов на результаты исследовательской деятельности, отвечающие национальным интересам Российской Федерации;

в) вовлечения научных и образовательных организаций, малых технологических компаний в технологическое обновление отраслей экономики и в создание новых рынков товаров и услуг во взаимодействии с крупными компаниями и органами государственной власти Российской Федерации;

г) создания системы государственной поддержки малых технологических компаний, обеспечивающей их ускоренный рост, технологический прорыв и устойчивое положение на национальном и мировых рынках;

31. Формирование эффективной системы управления в области науки, технологий и производства и осуществления инвестиций в эту область, единого научно-технологического пространства, ориентированного на решение государственных задач и удовлетворение потребностей экономики и общества, достигается путем:

г) формирования механизмов и инструментов непрерывного финансирования научных, научно-технических программ и проектов полного инновационного цикла, имеющих важнейшее государственное значение, а также создания условий для осуществления частных (негосударственных) ин-

вестиций в течение всего срока реализации таких программ и проектов;

д) формирования независимой системы научной (научно-технической) экспертизы для принятия эффективных решений в области научного, научно-технологического и социально-экономического развития, государственного управления, а также решений по вопросам рационального использования всех видов ресурсов;

33. **Общее руководство государственной политикой в области научно-технологического развития осуществляет Президент Российской Федерации.**

36. **Комиссия по научно-технологическому развитию Российской Федерации (далее - Комиссия):**

а) осуществляет координацию деятельности федеральных органов исполнительной власти и организаций, участвующих в реализации государственной политики в области научно-технологического развития, в том числе по разработке перечня приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий;

г) определяет меры и инструменты, направленные на создание условий, необходимых для выполнения принятых Президентом Российской Федерации или Советом при Президенте Российской Федерации по науке и образованию решений, касающихся обеспечения стратегического развития научно-технологической сферы.

39. Для научного и экспертного обеспечения деятельности Комиссии создается научно-технический совет Комиссии, руководство которым осуществляет президент Российской академии наук. Порядок функционирования этого научно-технического совета определяется Правительством Российской Федерации.

40. Обеспечение деятельности Комиссии осуществляется действующим на постоянной основе аппаратом Комиссии, создаваемым в структуре Аппарата Правительства Российской Федерации. Функции и полномочия по информационно-аналитическому обеспечению деятельности Комиссии возлагаются на центр научно-технологического развития, подведомственный Правительству Российской Федерации.

50. Принципы, основные направления государственной политики в области научно-технологического развития и меры по ее реализации, определенные настоящей Стратегией, в обязательном порядке учитываются Правительством Российской Федерации, высшими исполнительными органами субъектов Российской Федерации при формировании и реализации инициатив в области научно-технологического развития, в том числе путем:

- внедрения действенного механизма проведения независимой научной (научно-технической) экспертизы на всех стадиях подготовки и реализации научных, научно-технических программ и проектов - от формирования инициативы, проведения научных исследований до создания конкретных технологий.

51. Методологическое и методическое обеспечение проведения научной (научно-технической) экспертизы на различных стадиях подготовки и реализации научных, научно-технических программ и проектов осуществляется Правительством Российской Федерации при участии Российской академии наук с учетом установленных законодательством Российской Федерации особенностей проведения такой экспертизы на разных уровнях готовности технологий.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПОДВОДНЫХ ДОБЫЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ И ТРУБОПРОВОДОВ



НИКОЛАЙ АНДРЕЕВИЧ МАХУТОВ, ЧЛЕН-КОРРЕСПОНДЕНТ РАН, ИМАШ ИМ. А.А. БЛАГОНРАВОГА

ГЕННАДИЙ ИОСИФОВИЧ ШМАЛЬ, СОЮЗ НЕФТЕГАЗПРОМЫШЛЕННИКОВ РОССИИ

АНАТОЛИЙ МИХАЙЛОВИЧ ЛЕПИХИН, Д.Т.Н., НТЦ «НЕФТЕГАЗДИАГНОСТИКА»,
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНФОРМАЦИОННЫХ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ВИКТОР ВИКТОРОВИЧ ЛЕЩЕНКО, К.Т.Н., НТЦ «НЕФТЕГАЗДИАГНОСТИКА»

ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ НАДЕИН, «НГБ-ЭНЕРГОДИАГНОСТИКА»

Аннотация. Обсуждаются основные направления решения проблемы безопасности подводных добычных комплексов и трубопроводов на континентальном шельфе России. Дана краткая характеристика проблемы и выделены ее основные составляющие: научная, законодательная и организационно-техническая. По каждой составляющей выделены перспективные направления создания риск-ориентированных технологий управления жизненным циклом подводных добычных комплексов и трубопроводов.

Ключевые слова: подводные добычные комплексы и трубопроводы, безопасность, риск-ориентированный подход, нормативные правовые акты.



Подводные добычные комплексы и трубопроводы (ПДКиТ) являются основой систем добычи углеводородов на континентальном шельфе и их транспортировки конечным потребителям. Морская доктрина России и Стратегия национальной безопасности относят ПДКиТ к стратегически важным объектам экономики страны, и в качестве долгосрочных задач национальной морской политики рассматривают повышение эффективности их эксплуатации и предотвращение аварий и катастроф, за счет совершенствования системы государственного надзора, разработки специальных норм и требований безопасности.

Сложившаяся в настоящее время ситуация в части обеспечения безопасности ПДКиТ характеризуется рядом специфических обстоятельств, сдерживающих развитие отрасли добычи углеводородов на континентальном шельфе. Во-первых, проектирование, строительство и эксплуатации ПДКиТ выполняется с использованием преимущественно зарубежных норм и стандартов. Опыт работы компаний «ЛУКОЙЛ» и «Газпром» показывает, что эти стандарты не в полной мере отражают условия эксплуатации ПДКиТ в акваториях российских морей. Во-вторых, происходит существенное расширение областей строительства ПДКиТ, с охватом больших глубин и сложных рельефов морского дна. Идет активное освоение Арктических шельфов, с уникальными гидрологическими и природно-климатическими условиями. В-третьих, возникают новые факторы угроз, включая умышленные антропогенные (диверсионные) воздействия. Ущерб и риски аварий и террористических атак для ПДКиТ в современных ценах могут достигать многих десятков миллиардов долларов [1]. Данные обстоятельства предопределяют необходимость комплексного решения проблемы обоснования безопасности и обеспечения защищенности ПДКиТ, с учетом новых требований и новых угроз [2].

Указанная проблема имеет научную, законодательную и организационно-техническую составляющие. В настоящее время проектирование и строительство морских объектов на континентальном шельфе частично подпадает под действие следующих нормативных правовых актов:

- Федерального закона от 30 ноября 1995 г. №187-ФЗ «О континентальном шельфе Российской Федерации»;
- Федерального закона от 21 июня 1997 г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- Федерального закона от 30 декабря 2009 г. №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Однако указанные нормативные акты не рассматривают ПДКиТ, как критически и стратегически важные объекты экономики России, с особыми требованиями к обоснованию и обеспечению их безопасности в рамках риск-ориентированного подхода. Более того, по действующему законодательству морские нефтегазовые сооружения на континентальном шельфе рассматриваются как опасные производственные объекты, подпадающие под действие Градостроительного кодекса РФ [3]. Вследствие этого не рассматривается обоснование безопасности и не оценивается защищенность данных объектов по критериям стратегических рисков. Очевидно, что ПДКиТ должны быть исключены из области действия Закона о промышленной безопасности опасных производственных объектов и Градостроительного кодекса, и выделены в класс критически и стратегически важных объектов экономики России.

Совершенствование законодательной и нормативной базы должно проводиться комплексно, с учетом отечественного и международного опыта. В российском законодательстве необходимо установить особый статус морских

нефтегазопромысловых сооружений и ПДКИТ. Следует исключить распространение «наземных» градостроительных требований на данный вид критически и стратегически важных объектов, и обеспечить согласованность национальных требований с международными требованиями. Это позволит создать системные возможности для решения научной, организационно-технической и социально-экономической составляющих проблемы обеспечения безопасности ПДКИТ. Первоочередными направлениями совершенствования законодательства можно считать:

- проведение ревизии и доработки отмеченных выше Федеральных законов №187-ФЗ, №116-ФЗ, №384-ФЗ в части регламентации требований к ПДКИТ, как критически и стратегически важным объектам экономики России;
- проведение глубокой проработки и ревизии областей применимости Федерального закона от 27 декабря 2012 г. №184-ФЗ «О техническом регулировании», с приведением его требований в соответствие с многолетней отечественной практикой и отечественной системой стандартизации, с учетом международного опыта;
- разработку отдельного Технического регламента о безопасности ПДКИТ, как критически и стратегически важных объектов экономики России.

Научная составляющая проблемы заключается в разработке методологии риск-ориентированного управления жизненным циклом ПДКИТ, проектирования и обоснования необходимого уровня прочности, ресурса и безопасности. Методология должна определить фундаментальные основы, модели и методы анализа риска аварий, обосновать критериальные характеристики и сформулировать требования к средствам мониторинга технического состояния, методам и средствам поддержания требуемого уровня безопасности ПДКИТ. Неотъемлемой частью указанной методологии должно стать ускоренное импортозамещение используемой зарубежной нормативно-технологической базы отечественными нормами и стандартами, регламентирующими

требования к риск-ориентированному проектированию, строительству, эксплуатации, ремонту, реконструкции, консервации и ликвидации ПДКИТ. Необходимо разработать отечественные технологии и средства мониторинга технического состояния ПДКИТ, охраны, ограничения и/или исключения несанкционированного доступа к объектам. В качестве первоочередных мероприятий следует рассмотреть:

- разработку методологии риск-ориентированного управления жизненным циклом проектируемых, строящихся и функционирующих ПДКИТ;
- разработку проектов научно-методических рекомендаций, обоснований и положений, реализующих риск-ориентированный подход к обеспечению безопасности;
- разработку критериальных требований и допустимых уровней риска отказов, аварий и катастроф ПДКИТ, с учетом региональных особенностей;
- разработку норм и стандартов, регламентирующих методы обоснования безопасности, обеспечения и повышения защищенности ПДКИТ от аварий и катастроф по критериям антропогенных, природных и техногенных рисков.

Существенную роль в выполнении указанных мероприятий могут играть межведомственные экспертные советы и консультативные группы специалистов.

Организационно-техническая часть проблемы заключается в необходимости организации эффективной системы взаимодействия Ростехнадзора, Российского морского регистра судоходства, Министерства по чрезвычайным ситуациям и других министерств и ведомств, в части надзора и контроля безопасности и защищенности ПДКИТ, а также организации взаимодействия государственных надзорных органов, профильных министерств и ведомств в части снижения рисков аварий. Необходимо сформировать государственные программы по разработке мер и средств обеспечения безопасности и защищенности ПДКИТ. Следует создать и организовать производства специализированных



средств обеспечения безопасности ПДКИТ. К основным организационно-техническим мероприятиям можно отнести:

- организацию взаимодействия надзорных органов и ведомств, с обеспечением единых требований безопасности и защищенности ПДКИТ;
- разработку требований и мероприятий по обеспечению безопасности при эксплуатации ПДКИТ;
- разработку мероприятий по снижению рисков, локализации и ликвидации последствий аварий ПДКИТ;
- организацию специализированных производств средств обеспечения безопасности ПДКИТ, судов обеспечения, подводных аппаратов, оборудования для проведения ремонтов и неотложных аварийных работ.

Предварительные постановочные и перспективные проблемы обоснования направлений решения проблемы безопасности морских подводных сооружений и трубопроводов в 2022-2024 гг. рассматривались и прорабатывались на заседаниях Межведомственного экспертного совета (МЭС) по безопасности морских подводных трубопроводов в г. Москве, С-Петербурге, Астрахани, с участием специалистов Российской академии наук, Минпромторга, Минэнерго, МЧС России, Ростехнадзора, Российского морского регистра судоходства, компаний «ЛУКОЙЛ», «Газпром» и других организаций. Предлагаемые решения и результаты обсуждений отражены в журнале «Морская наука и техника», материалах МЭС и [4-7] и других публикациях [8, 9].

Реализация указанных выше законодательных, научных и организационно-технических мероприятий позволит осуществить ускоренный переход Российской Федерации на современный уровень риск-ориентированных технологий управления жизненным циклом ПДКИТ, основанных на отечественной фундаментальной базе, с включением передового зарубежного опыта. Это, в свою очередь, позволит обеспечить требования Морской доктрины и Стратегии национальной безопасности в части снижения угроз и рисков нарушения функционирования стратегически важных объектов экономики страны.

В заключении следует отметить, что в последние десятилетия законодательная, нормативная и научно-методическая база проектирования и эксплуатации ПДКИТ развивались при преобладающем влиянии зарубежного опыта, который использовался без критического анализа его применимости для российского континентального шельфа. В результате сложилась противоречивая многоуровневая

система нормативного регулирования, основанная на Федеральных законах, Технических регламентах, международных стандартах, регистрах и правилах, межгосударственных и национальных стандартах, сводах правил и ведомственных стандартах (стандартах организаций). Реализация выделенных выше направлений позволит гармонизировать положения указанных видов документов с позиций риск-ориентированного подхода к управлению жизненным циклом ПДКИТ, с сохранением фундаментальных требований прочности, долговечности и надежности, представленных в отечественной системе действующих стандартов.

Литература:

1. Лепихин А.М., Махутов Н.А., Лещенко В.В., Шмаль Г.И. Проблемы безопасности морских подводных трубопроводов // Морская наука и техника, 2022, №5, с. 14-19.
2. Махутов Н.А., Гаденин М.М. Научные основы и прикладные разработки проблем безопасности и защищенности морских трубопроводов и сооружений // Морская наука и техника, 2023, №7, с. 18-27.
3. Гаврилина Е.А., Домрачев А.И. Создание морской стационарной платформы под юрисдикцией Российской Федерации // Neftegaz.RU, 2021, №2, с. 1-10.
4. Бюллетень информационно-аналитических материалов по безопасности морских подводных трубопроводов. Москва: МЭС, 2023, №1, 48 с.
5. Лепихин А.М. Разработка нормативно-методических документов обоснования безопасности морских подводных трубопроводов // Морская наука и техника, 2023, №9, с. 44-49.
6. Харченко Ю.А. Эксплуатационная надежность морских трубопроводных систем // Морская наука и техника, 2023, №6, с. 68-71.
7. Марков С.П. Оценка допустимых дефектов в металле труб и сварных швах морских подводных трубопроводов // Морская наука и техника, 2022, №5, с. 25-27.
8. Филипов П.В., Штода А.И. Исследование уровня нормативного обеспечения шельфовых подводных добычных функциональных комплексов // Труды Крыловского научного центра, 2019, Т.2, №388, с. 159-171.
9. Митризаев М.Ю., Халлыев Н.Х. Особенности проектирования морских подводных трубопроводов в современных условиях // Нефтегазовое дело, 2019, т.17, №2, с. 104-110.



НАША ГЛАВНАЯ СТРАТЕГИЯ – БЕЗОПАСНОСТЬ РОССИИ!



Колбин Сергей Николаевич - Сенатор Российской Федерации от города Севастополь, член комитета по обороне и безопасности Совета Федерации, имеет многолетний стаж управления подразделениями войск Национальной гвардии РФ в Республике Крым. С 2023 года участвует в работе Межведомственного экспертного совета по безопасности морских подводных трубопроводов и объектов, назначен заместителем председателя МЭС.

Уважаемый Сергей Николаевич! Поделитесь пожалуйста Вашим мнением о складывающейся ситуации с безопасностью отечественных морских подводных транспортных систем и объектов?

В настоящее время, исходя из реального процесса, межгосударственного неисполнения международных правовых позиций, считаю целесообразным соответствующим профильным структурам, прежде всего руководствоваться положениями нашей российской законодательной базы, где четко определено, что в соответствии с Морской доктриной Российской Федерации эффективное функционирование морских подводных трубопроводов углеводородного сырья имеет стратегическое значение для экономики страны. Основная задача нашей морской политики заключается в повышении безопасности морских подводных трубопрово-

дов (МПТ) и предотвращение аварий и катастроф. Безопасность МПТ обеспечивается использованием современных методов проектирования и технологий строительства, применением новых конструкционных материалов, методов и средств технического диагностирования и ремонтов. Особое внимание уделяется нормативно-правовому регулированию морского трубопроводного транспорта. Целью такого регулирования является обеспечение структурной целостности и безопасности МПТ по критериям риска на всех стадиях жизненного цикла.

По результатам обсуждения имеющихся проблем было принято Постановление Совета Федерации Федерального Собрания РФ от 22 июня 2022 г. № 256-СФ «О Федеральном законе «О внесении изменений в Федеральный закон «О безопасности объектов топливно-энергетического комплек-

са» и ряд отдельных законодательных актов Российской Федерации».

Мы понимаем, что в настоящее время необходим еще ряд решений основанных на тщательной научно-технической, правовой экспертной работе. В связи с этим члены комитета изучают результаты работы Межведомственного экспертного совета по безопасности МПТ и объектов.

С вашей точки зрения что способствует более активному научному решению данных задач?

29 февраля 2024 года Президентом России Владимиром Владимировичем Путиным утверждена Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Правовую основу этой Стратегии составляют Конституция Российской Федерации, Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации», другие федеральные законы, Стратегия национальной безопасности Российской Федерации и иные нормативные правовые акты Российской Федерации что является руководством к действию, к ее исполнению всеми федеральными структурами.

Нужно четко понимать, что исходя из положений данной стратегии, в ближайшее десятилетие приоритетами научно-технологического развития следует считать направления, позволяющие получить значимые научные и научно-технические результаты и при создании отечественных наукоемких технологий и прежде всего обеспечить противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и экстремистской идеологии, деструктивному иностранному информационно-психологическому воздействию, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства, а главное укрепить обороноспособность и национальную безопасность страны в условиях роста гибридных угроз. Наша главная стратегия - это безопасность России!

Работа комитета по обороне и безопасности Совета Федерации, участником которой Вы являетесь непосредственно, каким образом в настоящее время соотносится с деятельностью Межведомственного экспертного совета по безопасности МПТ и объектов?

Одним из основных, по моему мнению, положений уже вышеупомянутой Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, является положение о формировании и реализации инициатив в области научно-технологического развития, в том числе путем внедрения действенного механизма проведения независимой научной (научно-технической) экспертизы на всех стадиях подготовки и реализации научных, научно-технических программ и проектов - от формирования инициативы, проведения научных исследований до создания конкретных технологий.

Межведомственный экспертный совет, созданный по инициативе Комиссии РАН по техногенной безопасности в 2022 году, по сути уже является механизмом независимой научно-технической экспертизы на всех стадиях безопасности МПТ и объектов. В его состав входят ведущие, я бы сказал - лучшие, эксперты России, десятилетиями обеспечивающие безопасность отечественных подводных транспортных систем. Это не только член-корреспонденты, профессора, кандидаты технических наук профильных государственных структур, но и опытейшие производственники, главные инженеры и конструкторы крупнейших нефтегазовых корпораций нашей страны.

Основная деятельность МЭС направлена на разработку и экспертную оценку проектов нормативно-методических документов, методов и технологий по обеспечению безопасности и повышению защищенности от аварий морских подводных трубопроводов и инженерных сооружений на всех стадиях жизненного цикла, включая проектирование, строительство, эксплуатацию, реконструкцию, консерва-



цию и ликвидацию. МЭС выступает координатором работ по созданию национальной системы стандартов и норм обоснования безопасности МПСИТ, а также обеспечивает межведомственное взаимодействие профильных структур Минпромторга РФ, Минтранса РФ, Росстандарта, Ростехнадзора, Российского морского регистра судоходства и других ведомств в части повышения безопасности и защищенности МПТ от аварий и катастроф.

Создана рабочая группа по подводным беспилотным системам, робототехническим комплексам и сопутствующим технологиям.

Соответственно участие в данной работе экспертов комитета по обороне и безопасности Совета Федерации является частью взаимозаинтересованного сотрудничества и носит долгосрочный перспективный характер.

Сергей Николаевич, обсуждаются ли на совещаниях вашего комитета какие то конкретные современные технические разработки, изделия, и есть ли какие то практические результаты вашего участия в их внедрениях?

В связи со сложившейся на данном этапе политикой информационной безопасности ответить на ваш вопрос будет сложно. Могу только отметить что, конечно же, мы активно прорабатываем позиции развития беспилотных аппаратов и их многофункциональных возможностей. С другой стороны, с целью наиболее успешной безопасной деятельности, непосредственно при моём участии, нам удалось провести разрешение пользоваться охранным службам противодронными ружьями. Это без сомнения тоже способствует общей системе безопасности.

Так 21.05.2024 года прошло расширенное заседание комитета (в рамках дней Псковской области в Совете Федерации был рассмотрен вопрос о региональной практике обеспечения общественной безопасности объектов военной и гражданской инфраструктуры в Псковской области. Проанализировали ситуацию, изучили предложения, выработали пути решения.

В мае этого года на одном из совместных совещаний МЭС будем рассматривать имеющиеся и перспективные варианты отечественных подводных беспилотников, способных обеспечить безопасность МПТ и объектов. Потенциал военных ученых и конструкторов России настолько велик и особенно сейчас активен, что работы хватает всем. Предлагаю и специальной аудитории журнала «МОРСКАЯ НАУКА И ТЕХНИКА» включиться в эту интереснейшую и очень важную работу. Спасибо за внимание!

*Интервью провел главный редактор МНТ
Камишуков Андрей*



ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ БЕЗОТЛАГАТЕЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ СОЗДАНИЯ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ БЕЗОПАСНЫХ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ РОССИИ



*Генадий Иосифович Шмаль – президент Союза нефтегазопромышленников России, кандидат экономических наук.
Святослав Анатольевич Тимашев – научный руководитель НИЦ «Надежность и ресурс больших систем и машин» УРО РАН, д.т.н., профессор.*

К настоящему времени Межведомственный экспертный совет по безопасности морских подводных трубопроводов (МЭС МПТ) провел громадную и очень полезную работу по инвентаризации мировых достижений в этой области и составил ряд первых редакций норм необходимых для проектирования и безопасной эксплуатации Российских МПТ с учётом многих достижений отечественной науки и технологии. Результаты этой работы служат тем фундаментом, на котором строится система норм, обеспечивающих технологическую независимость (суверенность) морского подводного трубопроводного транспорта России [1 – 11].

Вместе с этим, необходимо отметить, что для создания отечественных норм безопасности МПТ всё еще отсутствуют ответы на ряд принципиальных вопросов, без которых создание таких норм невозможно.

В настоящее время существует консенсус относительно того, что в основу таких норм необходимо положить следующие принципы [12]:

- Дизайн отечественных МПТ должен (1) охватывать весь жизненный цикл (ЖЦ) и (2) быть основан на современных концепциях управления сложными системами по критериям

безопасности и риска в условиях динамической многофакторной неопределенности.

- Стандарты по безопасности МПТ, вкуче с метрологией и надзорной деятельностью, должны ускорить достижение технологической независимости России и обеспечивать максимально быстрое развитие отечественного морского трубопроводного транспорта.

- Использование в разрабатываемых нормах значений вероятностей отказа (ВО) МПТ и ущербов от них по западной статистике неприемлемо, поскольку она никак не отражает опыт эксплуатации отечественных трубопроводов.

- Разрабатываемый пакет норм необходимо принципиально чётко гармонизировать как с требованиями и положениями актуальной отечественной и зарубежной нормативной базы в части обоснования и обеспечения безопасности МПТ, так и, в первую очередь, с императивным требованием скорейшего обеспечения технологического суверенитета РФ.

- Все компоненты норм безопасности МПТ юридически должны быть, либо в свободном доступе, либо принадлежать отечественным частным или юрлицам.

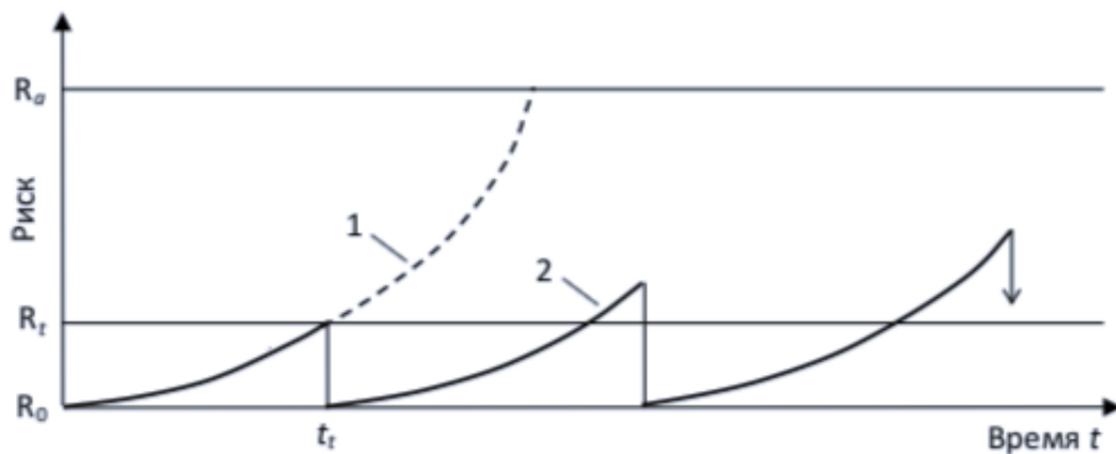


Рис. 1. Влияние мейнтенанса на величину риска во время жизненного цикла МПТ.

R_0 – начальный (проектный) риск; R_t – пороговый (предупреждающий, триггерный) риск; R_n – предельно допустимый (нормативный/эксплуатационный) риск. 1 – кривая роста ожидаемого риска без мейнтенанса; 2 – кривая роста ожидаемого риска при регулярном мейнтенансе



- Сами нормы должны допускать их быструю модернизацию, быть наиболее прогрессивными и служить естественным драйвером прогресса по всем направлениям создания и эксплуатации отечественных МПТ.

При традиционном проектировании обычных инфраструктур анализ жизненного цикла (АЖЦ) используется в основном для получения проектных параметров и определения стратегий обслуживания объекта. При проектировании высокоответственных инфраструктур АЖЦ используется и для квалифицированной оценки экологического и/или экономического воздействия продукта или услуги производимых этими инфраструктурами на протяжении всего срока их службы.

Перечень технологических компонент ЖЦ крупных инфраструктурных проектов, к которым принадлежат и МПТ, обычно выглядит следующим образом: (1) добыча необходимого для создания инфраструктуры сырья; (2) обработка материалов, изготовление и возведение (строительство) объекта; (3) использование и эксплуатация системы; и (4) восстановление или утилизация инфраструктуры после срока полезного её использования.

Современный анализ жизненного цикла инфраструктур императивно требует расширения числа центральных/ключевых параметров проектирования. Знание структуры системы и её физико-механического поведения, определяемые прочностью, надёжностью, и живучестью её элементов (фундаментальные характеристики системы) принципиально недостаточно. Не менее важными параметрами анализа ЖЦ являются: (1) финансовые факторы (стоимость самого проекта, будущих инвестиций в диагностику, мониторинг, мейнтенанс (техническое обслуживание, ремонт) и реновацию инфраструктуры, ставки дисконтирования, социальная готовность платить за спасение жизни и др.); (2) способ учёта ответственности между поколениями; (3) экологические аспекты и устойчивость развития.

Лица принимающие решения (ЛПР) о способах эксплуатации потенциально опасных объектов (МПТ в первую очередь) учитывают в своих рассуждениях, прежде всего, стоимость их эксплуатации и поддержания в работоспособном состоянии, то есть, время проведения и стоимости диагностики, мониторинга, ремонтов и восстановлений. Они оперируют не вероятностями их отказа, а временем и денежными

средствами, для оптимального управления финансовыми потоками.

Сформировавшийся мировой консенсус относительно ценности концепции жизненного цикла (ЖЦ) при проектировании и эксплуатации инфраструктур основан на том, что ведущие предприятия всех видов признали де-факто, что: (1) АЖЦ является ключом к непрерывному повышению эффективности производства; (2) постоянная и долгосрочная охрана окружающей среды стала основным критерием на потребительских рынках и в руководящих принципах государственных закупок; (3) правительственные постановления стран мира движутся в направлении подотчетности ЖЦ.

В настоящее время АЖЦ широко используется для оценки воздействия крупных проектов на окружающую среду (глобальное изменение климата/ углеродный след, истощение озонового слоя и природных ресурсов, подкисление, здоровье человека, экотоксичность и др.).

Дополнительными требованиями к проектированию современных сложных инфраструктур являются: (1) создание цифровых двойников проектируемых инфраструктур; (2) моделирование квазиполной группы сценариев их эксплуатации и аварий в обычных и экстремальных условиях с использованием междисциплинарного подхода.

В условиях динамической многофакторной неопределенности современного мира управление сложными системами осуществляется по критериям безопасности и риска на базе анализа полного жизненного цикла объекта. При этом целевая функция (ЦФ) управления риском сводится к обобщенной стоимости эксплуатации объекта на отрезке времени «от колыбели до могилы».

Риск эксплуатации морских подводных трубопроводов, как стратегически важных сложных инфраструктур, является определяющим индикатором качества их функционирования. Для управления безопасностью МПТ необходимо рассматривать риск его эксплуатации (равно как его надёжность и живучесть) как функцию времени, которая зависит от случайных факторов внешней среды (нагрузок и воздействий), финансово-экономических возможностей владельца/оператора системы, богатства региона, страны, вероятностных параметров свойств самой системы, способов диагностики, мониторинга, мейнтенанса, характеристик подсистемы её пассивной и активной защиты, и др. Для полного анализа



Рис. 2. Блок-схема оценки риска эксплуатации МПТ при воздействии коррозии и трещинообразования

риска МПТ необходимо его рассматривать интегрально, то есть, на всем его жизненном цикле.

С математической точки зрения, задача управления риском таких систем как МПТ ставится как задача оптимального управления на базе целевой функции, которая в контексте рассматриваемой задачи должна адекватно отражать суммарные приведенные затраты в течение всего жизненного цикла на: (1) создание и утилизацию МПТ; (2) техническое обслуживание, ремонт и восстановление из-за возможной(ых) аварии(й); (3) восстановление нарушенного (из-за производственной деятельности системы) экологического баланса окружающей среды; (4) компенсацию углеродного следа системы; и (5) восстановление утраченного человеческого здоровья и монетарную компенсацию возможной потери жизней при эксплуатации МПТ.

Таким образом, АЖЦ является ценным инструментом поддержки принятия решений для всех категорий ЛПР (технократов, законодателей, юристов и политиков) при оценке воздействия продукта или процесса на срок службы инфраструктуры. АЖЦ также играет важную роль в определении экологической политики и стратегий, способствующих устойчивому развитию предприятия или региона.

В самом общем случае задача определения риска, трактуемого как произведение вероятности отказа (ВО) на его последствия, выраженного в монетарной форме, решается как задача оптимизации целевой функции управления рисками эксплуатации МПТ, которая сводится к общей стоимости владения МПТ на его полном ЖЦ:

$C_{\Sigma}^{МПТ} = C_{\Sigma,c} + C_{\Sigma,in} + C_{\Sigma,r} + C_{\Sigma,cf} + C_{\Sigma,h1}$. (1) Здесь $C_{\Sigma,c}$ – общая стоимость проектирования, строительства и пуска

МПТ в эксплуатацию, а также его утилизации после завершения срока службы; $C_{\Sigma,in}$ – общая стоимость всех инспекций на ЖЦ МПТ; $C_{\Sigma,r}$ – общая стоимость всех ремонтов/восстановлений на ЖЦ МПТ, в том числе, после аварий и катастроф; $C_{\Sigma,cf}$ – суммарные затраты на компенсацию вреда планете Земля, причиненного углеродным следом производства материалов для МПТ, его строительства, эксплуатации и утилизации; $C_{\Sigma,h1}$ – стоимость восстановления утраченного человеческого здоровья и объём монетарной компенсации возможной потери жизней на протяжении ЖЦ МПТ.

Минимизация/оптимизация этой целевой функции (ЦФ), при проектировании и каждый раз в процессе принятия

очередного решения, позволяет: (1) выявить врожденные и оптимальные (= нормативные = предельно допустимые) значения вероятности отказа Российских МПТ; а также (2) эффективно управлять текущим риском их эксплуатации за счёт выбора оптимального проекта системы и оптимизации времени, объёма и стоимости проведения внутритрубной и наружной инспекции, ремонта и восстановления этих инфраструктур.

Для построения ЖЦ необходимо, прежде всего, определить его продолжительность. Для МПТ плановая продолжительность ЖЦ определяется подтверждёнными запасами углеводородного сырья месторождения(ий), которое обслуживает проектируемый/ рассматриваемый трубопровод, а также его пропускной способностью и режимами перекачки.

Для построения модели жизненного цикла Российских МПТ необходимо иметь:

- 1) расчётную схему, статистические характеристики материалов конструкции и геометрии трубопровода, модели деградации и разрушения отечественных (или импортных из дружественных стран) материалов МПТ;
- 2) модели нагрузок и воздействий, характерных для Российского шельфа, в виде случайных величин или функций;
- 3) количественные методы оценки вероятностей всех типов отказов (предупреждающих, триггерных, предкритических, аварийных);
- 4) полную/представительную группу сценариев эксплуатации и аварийных ситуаций характерных для трубопроводов на континентальном, Балтийском, Каспийском и Черноморском шельфах России;
- 5) вероятностные метрики точности обнаружения, идентификации и измерения параметров дефектов, трещин и различных аномалий формы и геометрии МПТ, характерные для отечественных внутритрубных измерительных инструментов (ВТИ) и снарядов;
- 6) формулы для определения вероятностей обнаружения и вероятностей пропуска дефектов/трещин/ аномалий опасных размеров, основанные на п. (5), и вероятности проведения ремонтов по результатам каждой инспекции;
- 7) методы оценки объёма повреждений Российских морских подводных трубопроводов при их осмотре и диагностике;
- 8) количественные критерии принятия решений о ремон-

те и/или восстановлении МПТ по результатам инспекции, и оценки их качества, принятые в ПАО Газпром, ПАО Роснефть, ПАО Транснефть и ПАО Лукойл;

9) формулы и/или алгоритмы оценки стоимости мейнтенанса (инспекций, ремонтов, восстановлений) отечественных МПТ после аварий;

10) значения индекса качества жизни (ИКЖ) и социальной готовности платить (СГП) в РФ.

Наличие этих данных имеет императивное значение, так как позволяет единственным образом разработать нормы безопасности МПТ, целиком и полностью основанные на отечественных разработках, технологиях, и реалиях.

ЖЦ, построенный на основе этих данных, позволяет оценить и спрогнозировать: (1) врожденную проектную надежность МПТ, (2) вероятности всех типов отказов МПТ; (3) монетарные последствия этих отказов; (4) риски, привязанные к случайным моментам возникновения всех типов отказов, и временам проведения диагностики, ремонтов и восстановлений трубопровода; (5) общий риск МПТ в каждый момент времени его существования.

Использование кибернетического подхода к управлению риском эксплуатации конкретной МПТ (как метода продвижения к установленной цели) позволяет определить вероятность её отказа в результате гильотинного разрыва или продольного раскрытия трубы по шву как результат минимизации описанной выше целевой функции, при заданных стратегиях и технологиях её диагностики, мониторинга, величинах ущербов от всех видов отказов и критериях ремонта/восстановления. Эта, в настоящее время скрытая (врожденная) ВО и соответствующая ей исходная/начальная надежность МПТ, заложенная в нормы, является базовой точкой отсчета, которая необходима для всех дальнейших рассуждений.

Меняя количественные значения параметров этих стратегий, технологий и критериев, можно выявить чувствительность ВО рассматриваемого трубопровода к изменениям точности обнаружения, идентификации и измерения дефектов, критериев принятия решений по проведению ремонтно-восстановительных работ.

Предложенный выше способ назначения проектного уровня ВО трубопроводов является, насколько нам известно, инновационным, не имеющим аналога риск-ориентированным способом определения закладываемого

уровня первоначальной надежности критически и стратегически важных объектов, без применения каких-либо коэффициентов запаса.

Во всех существующих в мире нормах проектирования трубопроводов стихийно заложен (коэффициентами запаса по материалам, нагрузкам, условиям эксплуатации, и др.) некоторый уровень их надежности. Его можно оценить через ВО бездефектной трубы, рассчитанную по алгоритмам каждого нормативного документа. Такое исследование впервые было выполнено в [13–15], которое показало, что ВО бездефектного трубопровода, рассчитанного по нормам B31G [16] имеет порядок 10^{-8} , а по методикам B31Gmod [17], Battelle[18] и Shell-92[19] имеет порядок 10^{-9} .

Эти величины на несколько порядков меньше предельно допустимых значений ВО, которые можно найти в существующих и предлагаемых нормах проектирования МПТ (10^{-2} – 10^{-6}) [20]. Разность между нормативным значением ВО и ВО бездефектной трубы, это, по сути, заложенный в нормы запас живучести МПТ. Его можно до некоторой степени расширять, не нарушая целостности, работоспособности и производительности системы (рис. 1).

Возвращаясь к компонентам ЖЦ нужно отметить, что Российская фундаментальная и прикладная наука и инновационная технологическая инженерия к настоящему моменту сгенерировала такой объем знаний и ноу-хау, который в значительной степени обеспечивает создание отечественных норм безопасности МПТ. Однако пока эти знания и ноу-хау владельцами МПТ оприходованы ещё не полностью. Кроме того, остаются значительные инфопробелы в теории риска МПТ, которые предстоит ликвидировать, используя достижения и новейшие разработки отечественной прикладной и фундаментальной науки и технологии, при поддержке, теперь уже несомненно заинтересованной Российской нефтегазовой промышленности.

При разработке риск-ориентированных норм безопасности МПТ России, необходимо использовать стратегии, регламенты, характеристики и параметры исключительно российских технологий диагностики, Риск мониторинга, ремонта и восстановления, в том числе, использование Российских патентов в области технологии и анализа результатов внутритрубной дефектоскопии (см., например, [21]), а также использовать искусственный интеллект (ИИ) и глобкое машинное обучение при анализе результатов ВТД.

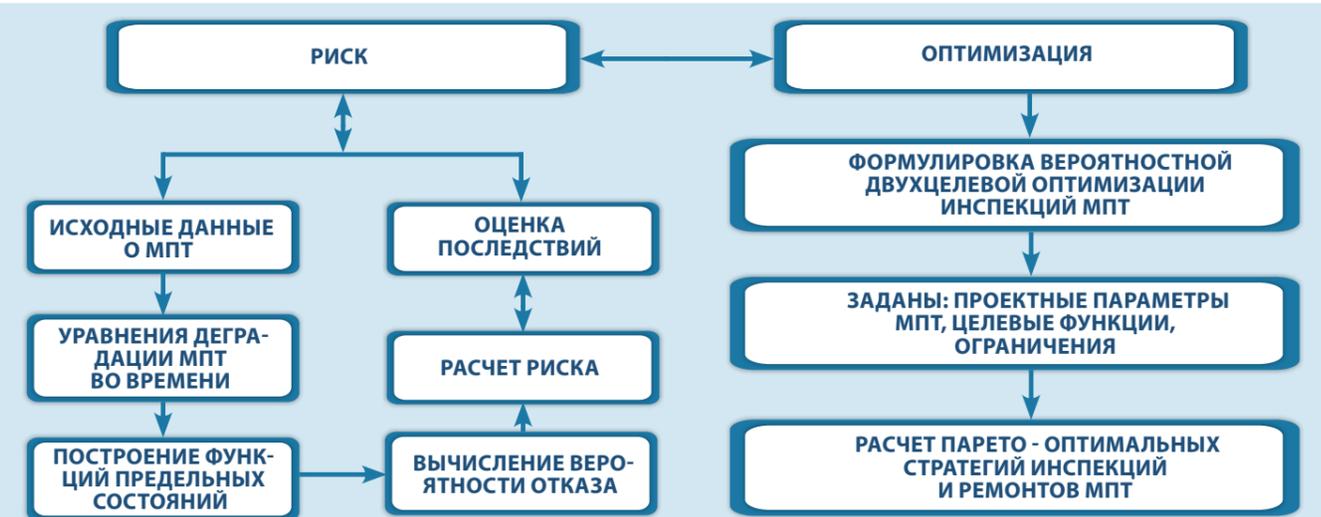


Рис. 3. Блок-схема оптимального планирования инспекций и мейнтенанса МПТ

Для построения жизненного цикла МПТ на основе Российской базы знаний и компетенций необходимо просить флагманов отечественного морского трубопроводного транспорта (ПАО Газпром, ПАО Лукойл, ПАО Роснефть, ПАО Транснефть), предоставить разработчикам норм исходные данные по всем десяти компонентам ЖЦ, которыми они пользуются в своей ежедневной практике, для включения в отечественные нормы.

Техническое обслуживание МПТ в течение всего срока службы имеет жизненно важное значение для предотвращения их выхода из строя, обеспечивая непрерывность процесса перекачки (бизнеса). Риск-ориентированный мейнтенанс, связанный с критическим отказом – разрушением трубы, играет роль интегрального показателя эффективности при оптимизации инспекций и ремонтов МПТ в течение всего ЖЦ, поскольку он содержит информацию как о степени разрушения конструкции, так и о его последствиях.

Здесь следует отметить, что обеспечение безопасной эксплуатации МПТ при угрозах террористических атак (типа подрыва трубопроводов Северный поток) требует отдельного рассмотрения, вне рамок данной статьи. При этом отметим, что ключевые положения данной статьи применимы и для обеспечения защиты МПТ от противоправных действий.

При наличии базовой ВО МПТ возможна двухцелевая оптимизация частоты инспекций МПТ в течение всего ЖЦ. В этой двухцелевой процедуре оптимизации одновременно минимизируются: (1) ожидаемые затраты на техническое обслуживание в течение жизненного цикла с учетом инспекций и ремонтов и (2) максимальное годовое значение риска в течение жизненного цикла МПТ.

Этот подход может быть использован ЛПР по финансовому обеспечению безаварийной эксплуатации МПТ в ПАО Газпром, ПАО Лукойл, ПАО Роснефть, ПАО Транснефть, не дожидаясь выхода в свет разрабатываемых норм, для принятия правильных решений на основе исходных данных [п.п. 1–10 ЖЦ], характерных для каждой из компаний. Блок-схема общего процесса оценки рисков МПТ показана на рис. 2. Блок-схема оптимального планирования инспекций и ремонтов МПТ показана на рис. 3.

Выводы и предложения

Предлагаемый практический риск-ориентированный подход к нормированию риска и обеспечению безопасности МПТ обеспечивает безусловное выполнение Стратегии национальной безопасности России [22], поскольку объединяет вероятностную оценку риска жизненного цикла с методами многокритериальной оптимизации для планирования технического обслуживания, которое в конечном итоге может помочь лицу, принимающему решения, минимизировать общие потери при эксплуатации трубопровода при обеспечении необходимого уровня его безопасности.

Для безусловного и скорейшего выполнения директив Стратегии [22] в контексте построения суверенных отечественных норм обеспечения безопасности МПТ, на наш взгляд, необходимо:

- Провести инвентаризацию невостребованных отечественных инноваций в области трубопроводного транспорта, на предмет оценки их применимости при разработке норм безопасности МПТ.
- Сформулировать целенаправленный план НИР для получения необходимых недостающих знаний, и определить способы его финансирования.
- При написании текста опережающих норм предусмотреть формулировки, позволяющие оценивать риски эксплуатации морских подводных трубопроводов как умных систем.

Список источников

1. Р 412-81 Рекомендации по проектированию и строительству морских подводных нефтегазопроводов. – М. :

ВНИИСТ, 1981. – 110 с.

2. ВСН 51-9-86. Проектирование морских подводных нефтегазопроводов. – М. : Мингазпром, 1987. – 42 с.

3. СТО Газпром 2-3.7-069-2006. Расчет устойчивости на дне подводных трубопроводов. – М. : ИРЦ Газпром, 2006. – 43 с.

4. СП 378.1325800.2017 Свод правил. Морские трубопроводы. Правила проектирования и строительства. – М. : Стандартинформ, 2018. – 36 с.

5. НД 2-020301-005 Правила классификации и постройки морских подводных трубопроводов. – Санкт-Петербург, 2017. – 178 с.

6. НД 2-090601-007 Рекомендации по проектированию, постройке и эксплуатации морских подводных трубопроводов. – Санкт-Петербург, 2019. – 101 с.

7. НД 2-030301-002 Руководство по техническому наблюдению за постройкой и эксплуатацией морских подводных трубопроводов. – Санкт-Петербург, 2017. – 87 с.

8. СТП-МЭС 04-001-2023 Морские подводные трубопроводы. Обоснование безопасности. Основные принципы обоснования безопасности по критериям риска.

9. СТП-МЭС 04-002-2023 Морские подводные трубопроводы. Обоснование безопасности. Понятийный аппарат обоснования безопасности. Основные термины и определения.

10. СТП-МЭС 04-005-2023 Морские подводные трубопроводы. Обоснование безопасности. Оценка опасности дефектов и повреждений трубопроводов.

11. СТП-МЭС 04-006-2023 Морские подводные трубопроводы. Обоснование безопасности. Технологии и методы ремонта МПТ. Общие положения.

12. Махутов Н.А., Лещенко В.В., Шмаль Г.И., Концептуальные основы безопасности подводных трубопроводов // Морская наука и техника, спец. выпуск No5., ч. 1, 2022.

13. Timashev S.A., Bushinskaya A.V. Assessment of the Reliability Level Embedded in International Codes for Design of Corroding Pipelines // Proc. of the 11th Intern. Conf. on Structural Safety & Reliability. – New York, USA, June, 2013.

14. Timashev S.A., Bushinskaya A.V. Assessment of the Reliability Level Embedded in Pipeline Design Codes // Proc. of the 10th Intern. Pipeline Conf. – Calgary, Canada. – #IPC2014-33151.

15. Timashev S.A., Bushinskaya A.V. Diagnostics and Reliability of Pipeline Systems, Springer, 2015.

16. ANSI/ASME B31G-1991. Manual for Determining the Remaining Strength of Corroded Pipelines. National Standard of USA. – New York : ASME. – 1991. – 140 p.

17. Kiefner J.F. and Vieth P.H. A Modified Criterion for Evaluating the Remaining Strength of Corroded Pipe // AGA Pipeline Research Committee. Report PR 3-805, 1989. – 78 p.

18. Ritchie D. and Last S. Burst Criteria of Corroded Pipelines - Defect Acceptance Criteria // Proc. of the EPRG/PRC 10th Biennial Joint Technical Meeting on Line Pipe Research. – Cambridge, UK, 1995.

19. Stephens D.R. and Leis B.N. Development of an Alternative Criterion for Residual Strength of Corrosion Defects in Moderate to High-Toughness Pipe // Proc. of the Third Intern. Pipeline Conf. – Calgary, Canada, American Society of Mechanical Engineers, 2000. – Pp. 781-792.

20. СТП-МЭС 04-004-2023 Морские подводные трубопроводы. Обоснование безопасности по критериям риска. Общие положения и требования.

21. Патент RU2444675C2-2009-11-30. С.А. Тимашев, А.Н. Тырсин. Способ внутритрубной диагностики глубины дефектов стенки трубы.

22. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации, Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 02.07.2021 г. No 400.

«АКАДЕМИЯ ТРУБОПРОВОДНЫХ НАУК»

Март 2024г., г. Москва, ВДНХ. Международная выставка – форум «Россия». С докладом и презентацией выступил член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник ООО «НИИ Транснефть», доктор технических наук – Николай Андреевич Махутов, тема: «Состояние и перспективы обеспечения и повышения производительности ресурса и безопасности нефтепроводов». Данная лекция прошла в соответствии с планом работы «Академии трубопроводных наук» деятельность которой успешно обеспечивает «НИИ Транснефть» <https://niitn.transneft.ru/>



Николай Андреевич Махутов отметил, что в современных условиях в соответствии с требованиями стратегий Национальной, Энергетической и Транспортной безопасности, экономическая эффективность и безопасность, определяющие параметры функционирующих, строящихся и проектируемых нефтепроводов. Эти характеристики соопределяются с развитием и использованием риск-ориентированного подхода. Созданный в 2022 году Межведомственный экспертный совет по безопасности морских подводных трубопроводов и объектов, в полной мере, опираясь на успешный опыт экспертов различных ведомств и профильных структур, в настоящее время, под председательством Николая Андреевича, решает задачи и по обновлению технически-правовой документации и по разработке технологий и морской техники обеспечивающей безопасность МПТ и объектов.

В дальнейшем выступлении Николай Андреевич представил одну из немаловажных тем: «Влияние рисков на интегральную реальную эффективность развития». К рассмотрению участникам лекции были представлены базовые документы стратегического планирования.

Отвечая на вопросы слушателей, Николай Андреевич указал на то, что «Академия трубопроводных наук» - это лекции основанные на опыте ведущих специалистов, готовых поделиться важными знаниями в таких областях, как энергоэффективность трубопроводного транспорта, диагностика трубопроводов, а также определение и ликвидация вызовов для нефтегазовой отрасли в условиях внешних угроз.

Особое внимание слушателей и немалый человеческий интерес вызвал рассказ уважаемого профессора, член-корреспондента РАН Н.А. Махутова, являющегося председателем Международного Союза бывших малолетних узников фашизма, в котором он поделился воспоминаниями о тяже-



лейших годах фашистского плена, о простом стремлении человека к жизни, о проявлении воли в чрезвычайных ситуациях.

Важным выводом от прошедшего мероприятия стало не только понимание сложных процессов обеспечения стратегических направлений безопасности России, но и важность вклада каждого в сохранении достоверной исторической памяти о событиях Великой Отечественной войны.

В информационном обеспечении данного мероприятия приняла непосредственное участие редакционная группа научно-технического журнала «Морская наука и техника».

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ СТАЦИОНАРНЫХ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ ПЛАТФОРМ И МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ



Николай Махутов – руководитель Комиссии РАН по техногенной безопасности, председатель рабочей группы секции по безопасности Экспертного совета при Комитете Совета Федерации по обороне и безопасности, председатель Межведомственного экспертного совета по безопасности МПТ и объектов, член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор;

Владимир Балановский – член бюро комиссии РАН по техногенной безопасности, член секции по безопасности Экспертного Совета при Комитете Совета Федерации по обороне и безопасности, проф. Академии военных наук;

Михаил Ерофеев – заместитель директора по научной работе института машиностроения им.А.А.Благонравова РАН, действ. член АПК, д.т.н., профессор;

Виктор Лещенко – заместитель председателя Межведомственного экспертного совета по безопасности МПТ и объектов, председатель правления НПС «РИСКОМ», к.т.н.;

Михаил Малышев – заместитель начальника ФБУ «Служба морской безопасности»;

Михаил Павлюков – ведущий советник аппарата Комитета Совета Федерации по обороне и безопасности, ответственный секретарь Экспертного Совета при Комитете Совета Федерации по обороне и безопасности, к.ю.н.;

Игорь Грунин – член секции по безопасности Экспертного совета при Комитете Совета Федерации по обороне и безопасности, член экспертных советов МСП и МТПП, член-корр. АПК;

Леонид Балановский – член секции по безопасности Экспертного совета при Комитете Совета Федерации по обороне и безопасности, член экспертного совета МТПП, член-корр. АПК.

Опыт проведения специальной военной операции (СВО) показывает, что система трубопроводного транспорта РФ нуждается в значительном увеличении степени защищенности и снижении аварийности из-за воздействия природных, техногенных и антропогенных воздействий.

Трубопроводный транспорт, как специализированный вид транспорта, служит для транспортировки по трубам жидкостей, газов и химически стабильных веществ. Он включает нефтегазопроводы, аммиакопроводы, морские трубопроводы для транспортировки жидких и газообразных материалов, гидротранспорт полезных ископаемых и твердых материалов.

Идея использования трубопровода для перекачки нефти и нефтепродуктов впервые была предложена в 1863 году Д.И. Менделеевым. В СССР активное развитие трубопроводного транспорта началось в конце 1960-х годов. По состоянию на конец 2022 года протяженность магистральных трубопроводов РФ составила 285 тыс. км. Доля грузооборота трубопроводных систем составляет почти 38% от общего по РФ. По магистральным трубопроводам перемещается 100% добываемого газа, 99% нефти, более 50% продукции нефтепереработки. В общем объеме грузооборота трубопроводного транспорта доля газа составляет 55,4%, нефти - 40,3%, нефтепродуктов - 4,3%.

Важной частью трубопроводного транспорта является подводная морская трубопроводная система, которая, за исключением стояков трубопровода, расположена ниже уровня воды. Трубопроводы подводного назначения делятся на магистральные, внутрипромысловые и распределительные. Магистральные используются для перекачивания веществ на удаленные объекты, внутрипромысловые доставляют продукты добычи к местам первичной переработки и местам закачки в магистральные сети, а распределительные связывают потребителей.

Опыт проведения СВО и анализ действий недружественных государств показывает, что морские стационарные нефтегазодобывающие платформы и морские подводные трубопроводы нуждаются в значительном увеличении степени защищенности от актов незаконного вмешательства и терактов, снижении аварийности из-за воздействия природных и техногенных факторов. При этом отмечается острая необходимость создания научно-технического задела по обеспечению нормативного уровня защищенности и снижения ущерба при воздействии природных, техногенных и антропогенных факторов. Этими вопросами наиболее актуально в настоящее время занимается Межведомственный экспертный совет по безопасности морских подводных трубопроводов и объектов.

Моделирование процессов поведения морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов ранее проводилось применительно к условиям воздействия только природных и техногенных факторов и не учитывало угрозу антропогенных воздействий. Поэтому в условиях СВО морские стационарные нефтегазодобывающие платформы и морские подводные трубопроводы нуждаются в проведении в кратчайшие сроки исследований и разработки научно обоснованных мер для увеличения степени их защищенности и снижения аварийности из-за деструктивных воздействий различной природы. Проектирование морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов должно осуществляться на основе современных методов моделирования процессов их поведения в условиях значительного повышения уровня воздействия различных факторов.

Прямое изучение инструментальными средствами элементов морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов часто затруднено, а проведение масштабных экспериментов невозможно. Поэтому в рамках решения обратных задач физической диагностики элементов морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов необходима разработка теоретических и математических моделей. Риск-ориентированные сквозные технологии и методы расчета конструктивных решений их защиты из новых материалов с использованием систем диагностики обеспечат безопасность в условиях природных, техногенных и антропогенных воздействий. Высокий уровень аварийности отрасли требует обеспечить с применением искусственного интеллекта управление риском запроектных аварий, а риск терактов требует обеспечить разработку моделей наруши-

Важной частью трубопроводного транспорта является подводная морская трубопроводная система, которая, за исключением стояков трубопровода, расположена ниже уровня воды. Трубопроводы подводного назначения делятся на магистральные, внутрипромысловые и распределительные. Магистральные используются для перекачивания веществ на удаленные объекты, внутрипромысловые доставляют продукты добычи к местам первичной переработки и местам закачки в магистральные сети, а распределительные связывают потребителей.

телей и сценариев их действий для выработки адекватных эффективных мер защиты.

Использование методов управления стойкостью, изменениями качества и культуры безопасности обеспечить снижение ущерба и инновационно-ориентированный уровень





безопасности морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов.

Также с целью повышения эффективности управления результатами интеллектуальной деятельности должна производиться разработка научных и технологических основ создания риск-ориентированной сквозной технологии инженерной укрепленности морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов. Эта технология предусматривает использование

гибких покрытий из бетона, композитов и других материалов, волоконно-оптических кабель-сенсоров в морских стационарных нефтегазодобывающих платформах и морских подводных трубопроводах, эксплуатируемых в экстремальных условиях.

Актуальность проведения работ определяется необходимостью разработки научных основ создания методов проектирования морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов на основе моделирования процессов их поведения в экстремальных условиях, формируемых недружественными государствами.

Изучение фундаментальных процессов поведения морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов в экстремальных условиях определяют новизну исследований. Этому способствует разработка методических основ проведения виртуальных испытаний элементов морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов в экстремальных условиях, включающая описание компьютерных моделей, настроек программного обеспечения, необходимых исходных данных, средств и методов анализа результатов расчетов. Разработка методов управления стойкостью и качеством безопасности для сокращения аварийности, обеспечения инновационно-ориентированного уровня и повышения эффективности инвестиций в безопасность морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов дополняют этот процесс.

Кратко целями исследований должны являться: а) разработка методов проектирования морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов на основе моделирования процессов их поведения в экстремальных условиях; б) разработка сквозной технологии инженерной укрепленности с использованием гибких покрытий из бетона, композитов и других материалов, волоконно-оптических кабель-сенсоров в морских стационарных нефтегазодобывающих платформах и морских подводных трубопроводах в экстремальных условиях; в) разработка научных основ, проектов новых нормативных документов и программ профессиональной переподготовки специалистов по научным направлениям «Механика, аэро-, газо- и гидродинамика», а также «Методы и средства противодействия терроризму».

В процессе проведения работ появляется возможность эффективно осуществить импортозамещение с помощью

промышленных партнеров.

Результаты научно-практических исследований будут использоваться при разработке риск-ориентированных проектных решений и мер совершенствования научного обоснования и обеспечения безопасности морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов. Поэтому наряду с проведением комплекса научно-исследовательских работ должен измениться и сам процесс проектирования морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов. Это связано с тем, что в современных условиях существенно изменилась структура рисков и они подвергаются угрозам террористического характера и несанкционированного вторжения в большей степени, чем деструктивному воздействию природных и техногенных факторов. Поэтому при их проектировании в отличие от общеиспользуемого подхода с применением технологии информационного моделирования (ТИМ), должен применяться риск-ориентированный (РО ТИМ). Он позволяет еще на стадии проектирования получать решения многоцелевой задачи с учетом возникающих и развивающихся неопределенностей, новых поворотов в проблеме обеспечения безопасности. РО ТИМ является основой для управления стойкостью безопасных объектов, объединения проектных решений и мероприятий, направленных на управление рисками деструктивных воздействий природных и техногенных факторов, военных, террористических угроз и несанкционированного вторжения. РО ТИМ реализуется аппаратно-программным технологическим и надзорным комплексом обеспечивающим требования культуры и качества безопасности. Он обеспечивает текущий контроль в целях улучшения эффективности контрольно-надзорной деятельности при разработке безопасных объектов на всех этапах жизненного цикла:

подготовительном, проектирования, строительства, эксплуатации. Этот комплекс включает специальные модули для контроля защиты морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов от военных, террористических угроз и несанкционированного вторжения в новых условиях изменения психологии людей и возникновения интеллектуального терроризма.

Применение РО ТИМ на стадии эксплуатации предполагает проведение натурного обследования и 3D-сканирования объекта, на основании которых строится его информационная модель, позволяющая присвоить элементам объекта характеристики материала, учесть повреждения. В итоге получается «живая» модель в объемном формате, включая набор данных и спецификаций. На существующий объект предлагается установить датчики, по которым будут определять его деформации во время эксплуатации. Полученные данные будут передаваться в среду риск-ориентированной информационной модели объекта. На основании этого будет автоматически произведен перерасчет несущей способности конструкции морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов, параметров оборудования и характеристик объекта. Информационная модель позволяет определить элементы, требующие ремонта или замены, быстро подсчитать стоимость ремонта для службы, эксплуатирующей объект.

Все эти сведения с атрибутами конкретного объекта могут передаваться по интернету в головную организацию, при этом тип передаваемых сведений зависит от типа датчиков. Простейшая оценка проводится путем сравнения нормативных значений с полученными от датчиков, с последующим анализом изменений по результатам накопленных сведений и определением состояния объекта. Применение данной системы позволяет контролировать состояние объекта в

Опыт проведения СВО и анализ действий недружественных государств показывает, что морские стационарные нефтегазодобывающие платформы и морские подводные трубопроводы нуждаются в значительном увеличении степени защищенности от актов незаконного вмешательства и терактов, снижении аварийности из-за воздействия природных и техногенных факторов. При этом отмечается острая необходимость создания научно-технического задела по обеспечению нормативного уровня защищенности и снижения ущерба при воздействии природных, техногенных и антропогенных факторов. Этими вопросами наиболее актуально в настоящее время занимается Межведомственный экспертный совет по безопасности морских подводных трубопроводов и объектов.



режиме онлайн, находясь на удалении от него, что особенно важно для морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов. РОТИМ позволяет получать актуальные данные о несущей способности конструкций, технологических характеристиках элементов объекта, погодной ситуации непосредственно на объекте, действиях сил обеспечения безопасности.

С использованием риск-ориентированной информационной модели объекта создаются также системы комплексной безопасности, которые для парирования актов незаконного вмешательства и терактов предусматривают:

- зональное построение системы комплексной безопасности (создание последовательных рубежей защиты);
- равнопрочность грани рубежей защиты;
- обеспечение надежности и живучести (резервирование, дистанционный контроль, организация локальных пультов управления);
- адаптивность к изменению угроз, конфигурации границ и зон объектов.

Эта работа выполняется на основании следующих информационных моделей морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов:

- А - подготовительный этап. Построение информационных моделей: результатов мониторинга объекта; окружающей территории; исходной информации об объектах на этих территориях; исходной информации об объекте; подготовительных работ; системы антитеррористической защищенности и мероприятий сил безопасности на подготовительном этапе.
- В - проектные решения инженерно-технической укрепленности морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов. Это совокупность мероприятий, направленных на

усиление их конструктивных элементов, помещений и технических средств, обеспечивающих необходимое противодействие несанкционированному проникновению нарушителей в охраняемую зону, взлому и другим преступным посягательствам с целью предотвращения криминальных проявлений и противоправных действий, обеспечения антитеррористической защищенности, а также инженерной укрепленности специальных помещений для хранения и работы со служебной информацией ограниченного доступа.

- С - системы антитеррористической защищенности морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов. Размещение на объекте инженерно-технических средств охраны, систем видеонаблюдения, связи, оповещения и экстренной эвакуации, технических систем (средств) направленных на обнаружение радиоактивных, взрывчатых веществ, токсичных химикатов, отравляющих веществ и патогенных биологических агентов, в том числе при их получении посредством почтовых отправок, оружия, боеприпасов, наркотических средств и других опасных предметов и веществ.
- D - сценарии (мероприятия) транспортной безопасности и антитеррористической защиты морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов. РО ТИМ мероприятий транспортной безопасности и антитеррористической защиты по оперативному реагированию на сигналы об опасности от средств контроля безопасности, персонала и посетителей объекта включает пути передвижения охраны объекта, МВД, МЧС, ФСБ, разработанные с использованием искусственного интеллекта на основе анализа оценки уязвимости объекта, анализа моделей нарушителя и сценария его действий.



Наиболее сложной, с постановочной точки зрения, является проблема оптимального распределения между А, В, С и D решений по защите морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов от угроз террористического характера. Это связано с постоянным изменением рисков и угроз, с одной стороны, и инновационной деятельностью в сфере обеспечения безопасности, с другой.

Интеграцию экспертной, аналитической, научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности по формированию систем комплексной защиты морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов, как объектов критической инфраструктуры, предлагается провести под научнометодическим руководством Комиссии РАН по техногенной безопасности и контролем Комитета Совета Федерации по обороне и безопасности в системном интеграторе в сфере безопасности - Институте машиноведения им. А.А. Благонравова РАН.

ИМАШ РАН имеет существенный научный задел в области фундаментальных исследований в области физики прочности, структурного синтеза и анализа элементов объектов и изделий ракетно-космического, авиационного, транспортного и специального машиностроения, функционирующих в экстремальных условиях. В ИМАШ РАН имеется опыт исследований в области создания элементов объектов, функционирующих в условиях воздействия природных, техногенных и антропогенных факторов. Институт специализируется на изучении вопросов оценки уязвимости и построении цифровых моделей объектов, создании численных методов моделирования процессов поведения изделий в экстремальных условиях, разработке риск-ориентированной сквозной технологии инженерной укрепленности, проектировании систем мониторинга объектов как точечной, так и протяженной конфигурации, в экстремальных условиях.

Сотрудники ИМАШ РАН на протяжении многих лет уча-

Кратко целями исследований должны являться: а) разработка методов проектирования морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов на основе моделирования процессов их поведения в экстремальных условиях; б) разработка сквозной технологии инженерной укрепленности с использованием гибких покрытий из бетона, композитов и других материалов, волоконно-оптических кабель-сенсоров в морских стационарных нефтегазодобывающих платформах и морских подводных трубопроводах в экстремальных условиях; в) разработка научных основ, проектов новых нормативных документов и программ профессиональной переподготовки специалистов по научным направлениям «Механика, аэро-, газо- и гидродинамика», а также «Методы и средства противодействия терроризму».

ствовали в работе отделения «Энергетики, машиностроения, механики и процессов управления» РАН по выполнению междисциплинарных исследований по линии «разработки принципов обеспечения безопасности объектов топливно-энергетического комплекса» с акцентом на решение проблем связанных с отсутствием единой, отвечающей современным требованиям, нормативной методологической базы, устанавливающей требования к уровню безопасности и уязвимости морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов по показателям безопасности эксплуатации в условиях воздействия факторов различной природы.

Поэтому наличие существенного научного и технологического задела, а также подбор соответствующего кадрового потенциала является гарантией выполнения исследования на высоком научно-практическом уровне.

Что особенно важно в условиях военных и террористических рисков, вышеописанные меры должны стать основой «прорыва» при активной поддержке научного и бизнес-сообщества РФ. Они предусматривают все необходимое для обеспечения безопасности морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов. Однако в заключении необходимо отметить, что такой «прорыв» невозможен без подготовки квалифицированных специалистов для выполнения работ с учетом культуры и качества безопасности на всех этапах жизненного цикла морских стационарных нефтегазодобывающих платформ и морских подводных трубопроводов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ТРУБНОЙ ПРОДУКЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ



Ким Светлана Константиновна - ведущий инженер Управления трубопроводного транспорта и защиты от коррозии ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»



В качестве предиктивных мер в Компании проводятся следующие мероприятия:

- экспертиза промышленной безопасности, техническая диагностика и коррозионный мониторинг состояния объектов с ранжированием по опасности выявленных аномалий и дефектов, по итогам которых определяются потенциально опасные участки, подлежащие ремонту или замене;
- поиск и продвижение отечественных видов инновационного оборудования, технологий и материалов с целью увеличения проектного срока службы;

Комплексный подход по увеличению срока безопасной эксплуатации промысловых трубопроводов позволил достичь высоких показателей надежности трубопроводной

Одним из приоритетных направлений по снижению существенных рисков в области промышленной безопасности и экологических аспектов в Группе «ЛУКОЙЛ» является направление обеспечения безопасной эксплуатации трубопроводов.

Ключевым фактором в минимизации предпосылок аварийных ситуаций являются мероприятия по своевременной замене и ремонту трубопроводов.

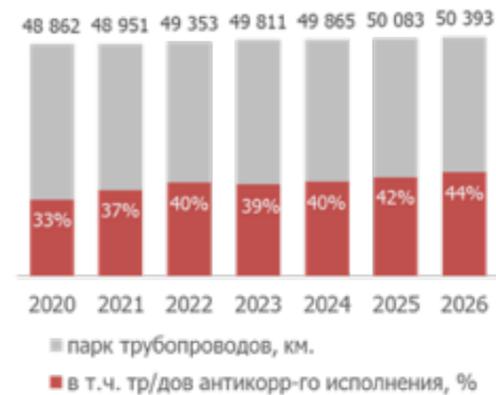
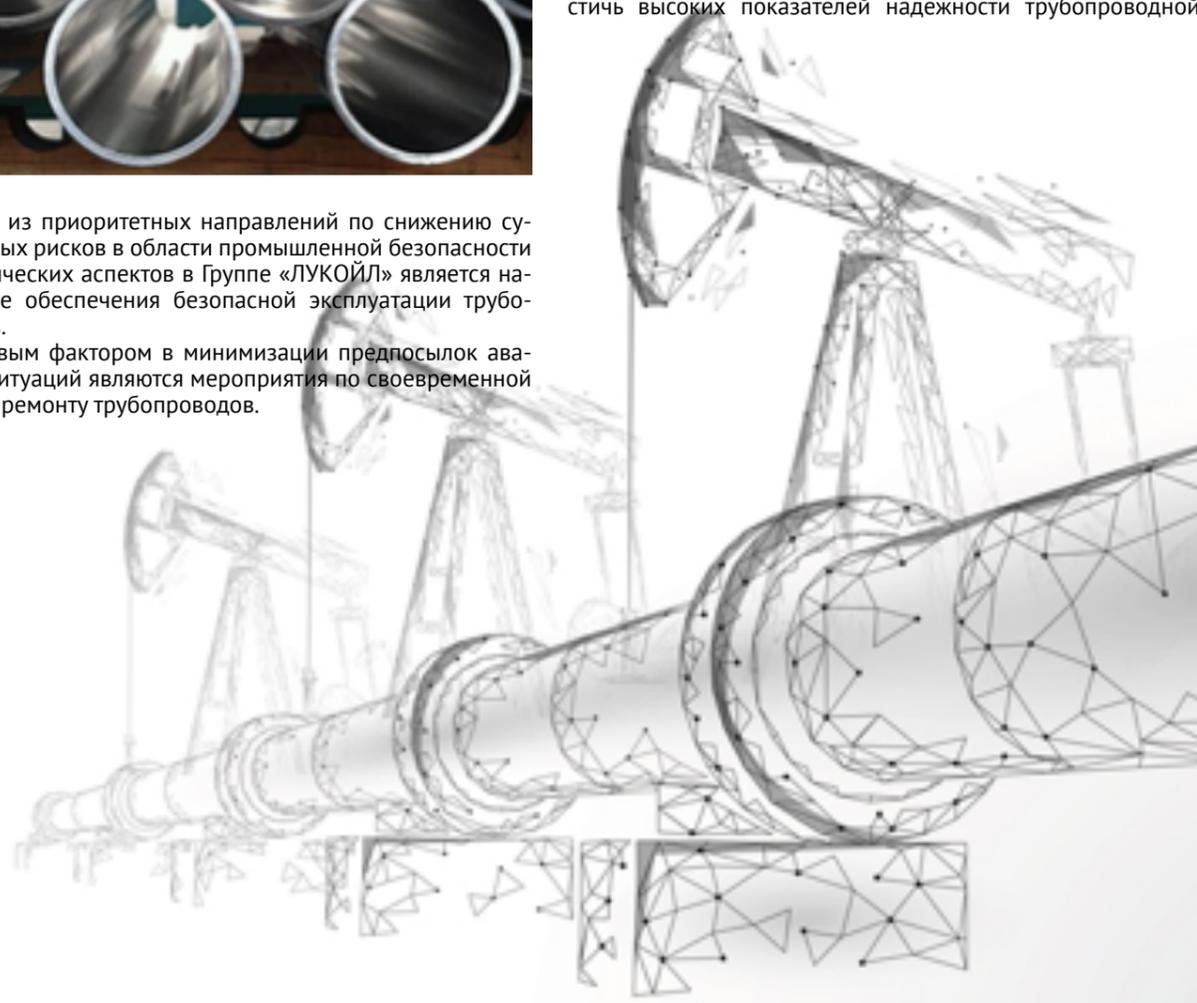


Рис.1 Динамика парка

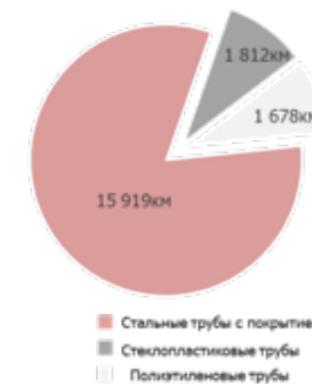


Рис. 2 Структура парка в антикоррозионном исполнении за 2023г.

системы, а также реализовать амбициозные проекты по планомерному увеличению доли трубопроводов в коррозионностойком исполнении, достигнутый результат 39% в 2023г, целевой ориентир 44% от всего парка трубопроводов к 2026 году.

При этом, работы в направлении поиска и продвижения новых современных материалов для трубопроводного транспорта ведутся совместно с производителями трубной продукции ПАО «ТМК», АО «ОМК», АО «ЗТЗ» - АО «Уральская сталь». В рамках утвержденной программы технического партнерства между АО «ОМК» и ПАО «ЛУКОЙЛ» в период 2023-2026г. запланировано освоение и выпуск биметаллической трубной продукции. Необходимость работы в данном направлении диктуют освоение и разработка оффшорных проектов, а также объекты с высокоагрессивной средой, где не эффективны традиционные методы защиты от коррозии. Важным фактором развития новых видов материалов является стандартизация как самой продукции, так и проектирование, строительство.

В нормативных документах по проектированию объектов обустройства из биметаллической трубной продукции необходима матрица выбора материала, в связи с чем целесообразно организовать проведение НИР по ее разработке, что позволит осуществлять выбор коррозионностойкого сплава по обязательным параметрам рабочей среды: температура, содержание хлоридов, сероводорода, кислорода, а также технологии сварки.

Выбор качественных материалов совместно с внедрением систем коррозионного мониторинга и контроля обнаружения утечек позволит поддерживать устойчивый тренд на снижение числа отказов трубопроводов, минимизировать их последствия. По итогам 2023 года этот показатель снизился на 6% в сравнении с 2022 годом. Положительная динамика по повышению надежности трубопроводных систем в Компании достигается за счет внедрения комплекса мер по обеспечению эффективной и безопасной эксплуатации промысловых трубопроводов.

СОЗДАНИЕ НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА ПО БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ И СООРУЖЕНИЙ



НИКОЛАЙ АНДРЕЕВИЧ МАХУТОВ, ЧЛЕН-КОРРЕСПОНДЕНТ РАН, ПРЕДСЕДАТЕЛЬ КОМИССИИ РАН ПО ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ПРЕЗИДЕНТ НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННОГО СОЮЗА «РИСКОМ»

МИХАИЛ МИХАЙЛОВИЧ ГАДЕНИН, К.Т.Н., ВЕДУЩИЙ НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК ИМАШ РАН

1. Основы научной информационной базы

Современные морские подводные трубопроводы и сооружения по своей сложности и ответственности, несомненно, относятся к объектам техносферы с повышенными рисками аварий и катастроф.

В 70-80-ые годы XX века в нашей стране и за рубежом были отмечены крупные промышленные аварии и катастрофы – Бхопальская в Индии (1984 г.) - на химическом предприятии с гибелью более 18 тысяч человек и увечьями для 150 тысяч человек из-за отравления токсичным выбросом 42 тонн высокотоксичного метилизоцианата. В 1986 г. произошла крупнейшая в мире катастрофа на Чернобыльской АЭС с разрушением 4-го блока станции и выбросом на большие территории нашей страны и ряда стран Европы

радиоактивных продуктов. Экономический долговременный ущерб от этой катастрофы составил сотни миллиардов долларов. В 2021 г. на череповецком химзаводе произошла авария на хранилище аммиака вместимостью около 10 тыс. м³. Спитакское землетрясение в Армении в 1988 г. унесло жизни более 25 тысяч человек, привело к полному разрушению города и других населенных пунктов и остановке Армянской АЭС.

В 1989 г. под Уфой в нашей стране при взрыве на трубопроводе с ШФЛУ в зону поражения попали два пассажирских поезда с гибелью 575 человек и увечьями для 623 человек.

В число крупнейших входят аварии на морских платформах (Норвегия, Россия, США). На подводных трубопроводах СССР, России, Норвегии, Великобритании, США, Канады, Ал-

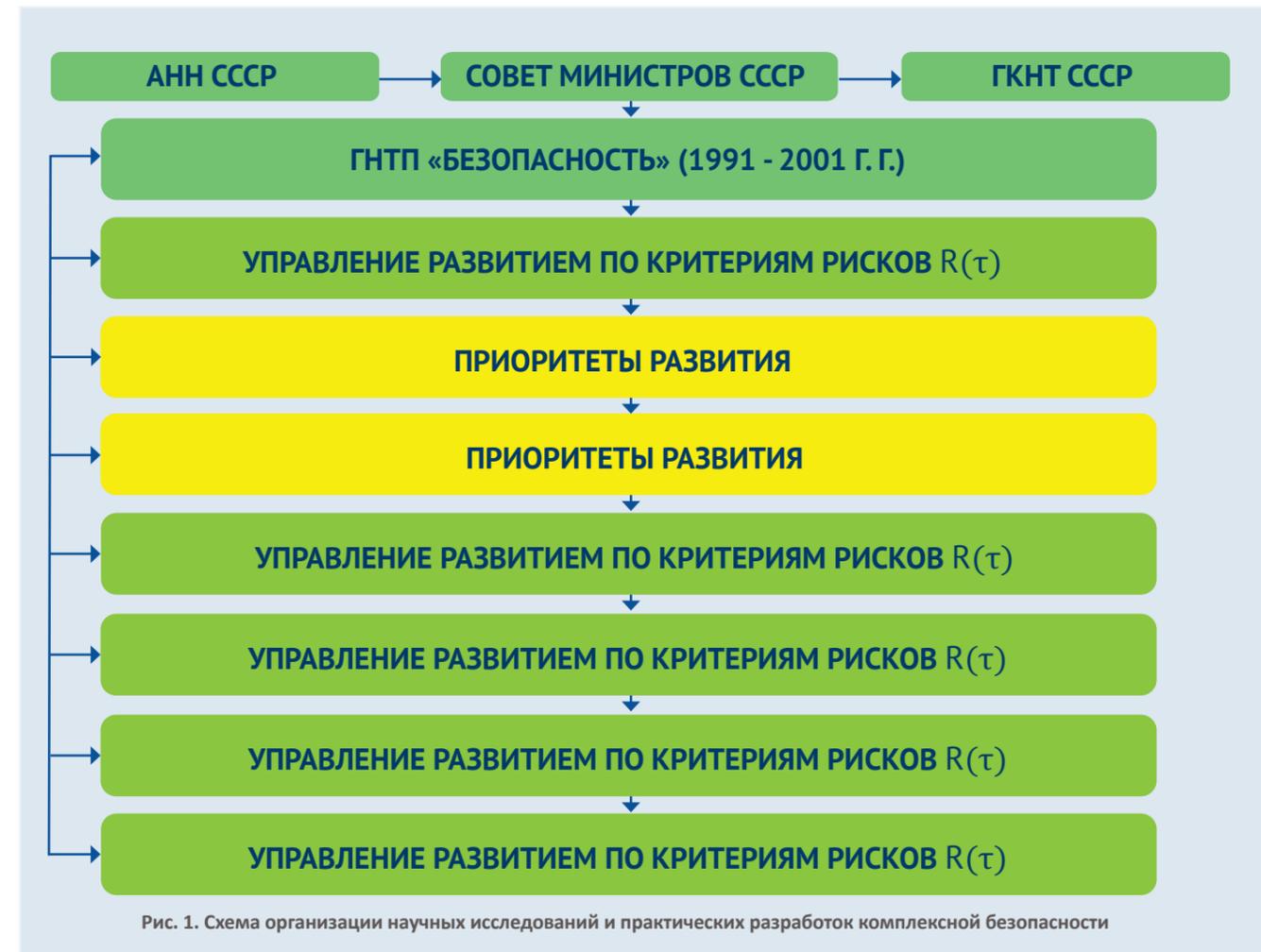


Рис. 1. Схема организации научных исследований и практических разработок комплексной безопасности



жира на протяжении четырех последних десятилетий имели место многочисленные выходы из строя газо-, нефтепроводов. Принятие комплекса мер научного, конструкторского, технологического, надзорного характера позволило снизить среднестатистическую частоту аварий до 0,3÷0,4% 1/1000 км/год. Однако, в 2022-2023 гг. произошли крупнейшие из них на газопроводах СП-1 и СП-2.

В конце 80-ых годов Академия наук СССР на государственном уровне выдвинула предложение о необходимости научного анализа систематичности, а не случайности тяжелых аварий и катастроф на промышленных объектах гражданского и оборонного назначения. Академия наук СССР и Государственный комитет СССР по науке и технике в 1988 – 1089 гг. подготовили и согласовали проект, а Совет Министров СССР и Государственная комиссия по чрезвычайным ситуациям в 1991 г. утвердили Государственную научно-техническую программу «Безопасность населения и народнохозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф» - ГНТП «Безопасность» [1]. В рамках этой программы были определены (рис. 1) главные направления: теория техногенных катастроф (координатор Академия наук), теория природных опасностей (координатор Академия наук), проблемы промышленной безопасности (Гогсгортехнадзор), защита от чрезвычайных ситуаций (координатор ГК ЧС - МЧС), правовые основы безопасности (координатор Академия наук), международные аспекты безопасности (координатор Международный институт безопасности сложных технических систем).

ГНТП «Безопасность» после 1991 г. стала базовой программой для Российской Федерации до 2001 г в области исследования проблем комплексной безопасности. В дальнейшем на её основе и с использованием её результатов были сформированы Федеральные целевые программы (ФЦП) с их главными ведомствами – Минпромнауки, МЧС России, Минэнерго, Минобороны.

В развитие исследований и разработок проблем комплексной безопасности по ГНТП и ФЦП в 1997 г. Советом Безопасности Российской Федерации и Управлением делами Президента Российской Федерации было поручено Российской академии наук, МЧС России и Российскому обществу «Знание» через Международный гуманитарный общественный фонд «Знание» - МГОФ «Знание» проведение дальнейших исследований и обобщение их результатов в многотомном издании «Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты». С 1998 по 2023 г. в рамках двух этапов – 1998 – 2011 гг. и 2011 – 2023 гг. было выпущено 66 томов в этой серии общим объемом около 40 тысяч страниц.

В постановке и разработке проблем безопасности, в подготовке исходных информационно-аналитических материалов и рукописей этих томов приняли участие около 1000 ведущих специалистов страны (руководителей государства и ведомств, членов академии, научных работников НИИ, КБ, ТБ, университетов) [2].

Общую координацию научной подготовки и выпуска многотомного издания осуществляли Рабочая группа при



Рис. 2. Структура руководящих документов по проблемам промышленной безопасности

президенте РАН по анализу риска и проблем безопасности (1986 – 2020 гг.), а затем Комиссия РАН по техногенной безопасности. Это позволило сформировать два крупных информационных центра по комплексным проблемам безопасности.

В многотомном издании «Безопасность России» содержится основная научная и прикладная исходная и обработанная информационная база по комплексной безопасности (рис. 2), созданная на базе в президиуме РАН и Института машиноведения РАН. В эту базу вошли:

- руководящие документы федерального и отраслевого уровней по безопасности;
- обобщающие отчеты по указанным направлениям реализации государственных, федеральных и отраслевых программ (68 экземпляров);
- энциклопедические издания РАН (8 экземпляров), МЧС России, МЧС по ЧС (5 экземпляров);
- многотомное издание «Безопасность России» (66 томов);
- бюллетени и информационные выпуски по безопасности (17 изданий);
- монографические издания по междисциплинарным и ориентированным, а также по прикладным проблемам безопасности (65 экземпляров);
- рабочие материалы (протоколы, технические задания, аналитические справки) разработчиков проблем безопасности (54 источника);
- научно-технические журналы, освещающие результаты исследований и разработок (12 наименований);
- видеотека по авариям, бедствиям и катастрофам (10 000 сюжетов);
- отчетные материалы о международном сотрудничестве

с зарубежными странами - США, Францией, Японией, Норвегией в области безопасности.

Общее число исходных источников информации в этой базе составляет более 1000 печатных единиц хранения и применения.

2. Структура научной информационной базы по промышленной безопасности

Промышленная безопасность является специальным предметом рассмотрения в соответствии с рис. 2:

- Конституцией Российской Федерации;
- федеральными законами о промышленной безопасности, о пожарной безопасности, об использовании атомной энергии, о безопасности гидротехнических сооружений, о техническом регулировании, о стандартизации;
- федеральными нормами и правилами;
- межгосударственными техническими регламентами СНГ, ЕАЭС;
- государственными стандартами, постановлениями, распоряжениями и основами государственной политики правительства Российской Федерации;
- решениями, распоряжениями и постановлениями Ростехнадзора;
- нормативными документами.

Эти документы по рис. 3, являясь директивными для постановки и решения проблем промышленной безопасности, определили:

- понятийный аппарат промышленной безопасности;
- основные принципы и механизмы оценки состояния, безопасности опасных производственных объектов, методы регулирования, надзора, контроля, мониторинга и повышения уровня промышленной безопасности;
- распределение многоуровневых функциональных обя-

занностей и ответственности за промышленную безопасность;

- организацию и проведение научных исследований и прикладных разработок проблем промышленной безопасности с учетом междисциплинарных и межотраслевых основ.

Ключевое значение с 1991 г. в формировании и наполнении информационной базы по промышленной безопасности имело:

- взаимодействие Ростехнадзора (управления, НТЦ ПБ) с ведущими институтами Российской академии наук (ИМАШ, ИГП, ИПУ);
- МЧС России (ВНИИ ГОЧС, ВНИИПО, АГПС);
- Минэнерго России;
- Минпромторг России;
- РК «Росатом», Ростех, Роскосмос;
- Росстандарт, Росрегистр;
- компаниями Газпром, Роснефть, Транснефть, РусГидро.

В структуру информационной базы были включены (рис. 3) два главных компонента: база знаний и банки данных.

В базу знаний вошли:

- анализ и развитие переходов из проектных, штатных в опасные состояния несущих элементов промышленных объектов;

- формирование видов предельных состояний на разных стадиях жизни для опасных производственных объектов;
- построение расчетных схем и расчетных случаев для штатных, нештатных, аварийных и катастрофических ситуаций;
- выбор критериев, определяющих выражений и их параметров для оценки напряженно-деформированных и предельных состояний с назначением системы запасов в рамках действующих нормативных документов;
- выбор и определение рисков как основных критериев показателей промышленной безопасности;
- развитие риск-ориентированного подхода и решение прямых и обратных задач промышленной безопасности для принятия решений о допустимости безопасного функционирования опасных производственных объектов с учетом стадий жизненного цикла.

- развитие риск-ориентированного подхода и решение прямых и обратных задач промышленной безопасности для принятия решений о допустимости безопасного функционирования опасных производственных объектов с учетом стадий жизненного цикла.

3. Реализация научной информационной базы промышленной безопасности

Развитие базы знаний. Реализация ГНТП «Безопасность» в 90-е годы XX века создавала [1, 2] возможности оценки и нормирования промышленной безопасности по критериям рисков R(τ) отказов, аварий и катастроф во времени τ для каждой из стадий жизненного цикла

$$R(\tau) = F_R \{P(\tau), U(\tau)\} \leq [R(\tau)] = (R_k(\tau) / n_R) \quad (1)$$



Рис. 3. Принципиальная структурная схема информационной базы комплексной безопасности

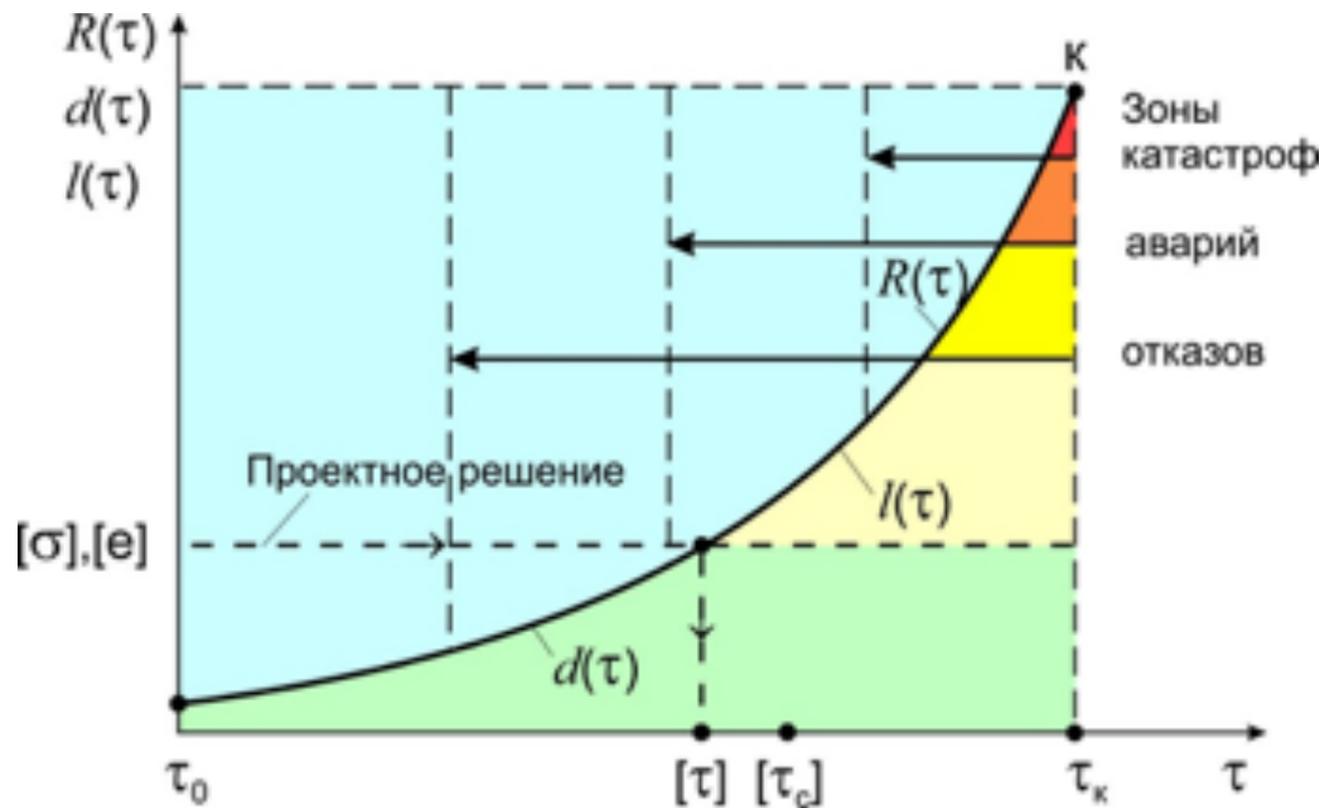


Рис. 4. Кинетические временные зависимости для напряжений, деформаций, повреждений и рисков

где $P(\tau)$ - вероятности возникновения опасных ситуаций; $U(\tau)$ - ущербы от этих ситуаций; $[R(\tau)]$ - приемлемые риски; $R_k(\tau)$ - критические (неприемлемые) риски; n_r - запасы по рискам ($n_r \geq 1$).

Все параметры основного определяющего выражения являются статистическими, устанавливаемыми по экспериментальным данным лабораторных и стендовых испытаний, а также по обобщению данных о повреждениях и разрушениях несущих элементов промышленных объектов. Исходные положения о научном существе и практике использования выражения (1) были представлены в 1998 г. в первых томах издания «Безопасность России» [3] и в четырех томах [4] в 2006 – 2007 гг., ориентированных на анализ иска и проблем безопасности.

Основными источниками возникновения опасных ситуаций и проявления рисков $R(\tau)$ являются процессы изменения напряженно-деформированных состояний « $\sigma(\tau) - e(\tau)$ », повреждения $d(\tau)$ и образования и развития трещин предельных (критических) значений (с индексом «к») [5-7]

$$R(\tau) = F_R\{\sigma(\tau), e(\tau), d(\tau), l(\tau)\} \leq [R(\tau)] = (R_k(\tau)/n_r);$$

$$R_k(\tau) = F_R\{\sigma_k(\tau), e_k(\tau), d_k(\tau), l_k(\tau)\}. \quad (2)$$

Кинетические зависимости $d(\tau) \leq d_k(\tau) \leq l(\tau) \leq l_k(\tau)$, в свою очередь, определяются напряженно-деформированными состояниями $(\sigma(\tau), e(\tau)) \leq \sigma_k(\tau), e_k(\tau)$.

Напряжения $\sigma(\tau)$ и деформации $e(\tau)$ в общем случае определяются расчетными (аналитическими и численными) и экспериментальными (тензометрией, виброметрией) методами по действующим эксплуатационным нагрузкам $Q(\tau)$, характеристиками (площадью F , моментом сопротивления W) опасного сечения, теоретическими коэффициентами концентрации α_σ , а также механическими свойствами кон-

струкционных материалов (пределы текучести σ_τ , прочности σ_p , модули упругости E)

$$\{\sigma(\tau), e(\tau)\} = F_R\{Q(\tau), (F, W), \alpha_\sigma, (\sigma_\tau, \sigma_p, E)\}. \quad (3)$$

Выражения (2), (3), определяющие фундаментальные процессы деформирования, повреждения и разрушения в линейной и нелинейной, детерминированной и вероятностной постановке [5], позволяют в рамках традиционных и новых расчетов прочности по допускаемым напряжениям $[\sigma]$ и деформациям $[e]$ устанавливать (рис. 4) расчетный временной ресурс $[\tau]$

$$[\tau] = \tau_k / n_\tau; \quad \tau_k = F_\tau\{\sigma_k / n_\sigma, e_k / n_e\} \quad (4)$$

где τ_k - критическое время при достижении напряжениями $\sigma(\tau)$ и деформациями $e(\tau)$ критических величин σ_k, e_k ; n_τ, n_σ, n_e - запасы по ресурсу, предельной прочности σ_k и пластичности e_k ($1 \leq n_\sigma \leq n_e \leq n_\tau$).

Зоны развития опасных процессов накопления повреждений $d(\tau)$, развития трещин $l(\tau)$, нарастания рисков $R(\tau)$ в соответствии с выражениями (2) – (4) показаны на рис. 4. По величинам $[\tau]$ назначаются проектные расчетные сроки службы τ_c промышленных объектов. При этом должно выполняться неравенство $[\tau_c] \geq [\tau]$.

В общем случае при традиционных нормативных расчетах по (3), (4) в процессе реальной эксплуатации возникает большое число неучтенных повреждающих и поражающих факторов, когда отказы, аварии и катастрофы проходят до истощения не только критического τ_k , но и расчетного или назначенного и остаточного срока службы τ_c . [6, 7].

Целый ряд тяжелых промышленных аварий имел место [3, 5, 6], когда они происходили при временах $\tau < 0,1[\tau_c]$. Систематический анализ таких случаев показал, что одними из

их основных причин было ненадлежащее внимание к получению, анализу и использованию научных знаний в области комплексной и промышленной безопасности (табл. 1).

С учетом данных табл. 1 в реализации информационно-аналитического, научно-технического и просветительско-образовательного проекта по многотомному изданию «Безопасность России» Ростехнадзором и Российской академией наук были выпущены специальные тома как по комплексным вопросам промышленной безопасности [8, 9], так и по отдельным её направлениям (атомный, строительный, энергетический, нефтегазохимический, горнодобывающий комплексы).

Уровень промышленной безопасности в соответствии с Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» в рамках риск-ориентированного подхода предлагается оценивать по критериям рисков $R(\tau)$ на основе методов «деревьев событий» и «деревьев отказов» [10-12]. В этом случае вероятности опасных событий $P(\tau)$ в выражении (1) определяются по сценарным вариантам их возникновения и развития до критического уровня на основе соответствующей систематизированной статистической информации, а ущербы $U(\tau)$ оцениваются по летальным исходам или нанесению увечий людям в зоне аварии. Такой подход имеет важное значение для большого числа категорированных промышленных объектов I – IV классов опасности.

Для части объектов II классов опасности – высокого риска $R(\tau)$ (критически и стратегически важных объектов), отражающих экономические миллиардные ущербы $U(\tau)$ в (1), наряду с выполнением установленных нормативных требований к оценке, экспертизе и декларированию безопасности, предусматривается проведение дополнительного обоснования безопасности с учетом всей системы выражений (1) – (4) и данных рис. 3, 4. Необходимость такого подхода уже в XX веке подтвердилась крупными авариями и катастрофами на атомной подводной лодке «Курск» в 2000 г., на Саяно-Шушенской ГЭС в 2009 г., на хранилище дизельного топлива ПАО «Норильскникель» в 2020 г. Она сводится к тому, что риски $R(\tau)$ следует рассматривать [1 - 7] как интегральные (суммарные), обусловленные комплексом воздействий природного (П), техногенного (Т) и антропогенного (А) факторов

$$R(\tau) = R_P(\tau) + R_T(\tau) + R_A(\tau) \quad (5)$$

со своими составляющими – вероятностями $P_P(\tau), P_T(\tau), P_A(\tau)$ и соответствующими ущербами $U_P(\tau), U_T(\tau), U_A(\tau)$. Указанные выше компоненты воздействий через $Q(\tau)$ в

выражении (3) создают свои напряженно-деформированные состояния, повреждения $d(\tau)$ и развитие трещин $l(\tau)$ по (2), (3). Это, в конечном счете, входит в условие приемлемости рисков по (1) на разных стадиях τ жизненного цикла при допускаемых ресурсах $[\tau]$ по (4) и расчетных сроках службы $[\tau_c]$.

Уровень промышленной безопасности $S(\tau)$ количественно можно определять по двум показателям рисков $R(\tau)$ и $[R(\tau)]$ в выражении (1)

$$S(\tau) = [R(\tau)] - R(\tau). \quad (6)$$

Если $[R(\tau)] > R(\tau)$, то $S(\tau) \geq 0$ - и безопасность обеспечена, и наоборот.

Защищенность $Z(\tau)$ от возникновения опасных ситуаций с учетом (6) количественно можно определить через отношение $R(\tau)$ к $[R(\tau)]$

$$Z(\tau) = 1 - R(\tau) / [R(\tau)]. \quad (7)$$

Если $R(\tau) > [R(\tau)]$, $S(\tau) < 0$, $Z(\tau) < 0$, то должны быть обособлены мероприятия научного, экономического, производственного и кадрового характера для достижения приемлемых рисков с расчетными экономическими затратами.

$$Z_r(\tau) = (1/m_z)\{[R(\tau)] - [R(\tau)]\} \quad (8)$$

где m_z – коэффициент эффективности экономических затрат (m_z).

При надлежащем научном обосновании можно обеспечить величину m_z в интервале от 3 до 5 и более.

Развитие информационной базы и банков данных. При реализации ключевых положений промышленной безопасности с учетом рис. 3 на основе базы знаний в соответствии с выражениями (1)-(8) необходимо располагать банками детерминированных, статистических и вероятностных данных для расчетного определения основных параметров выражений для $R(\tau)$, $[R(\tau)]$, $S(\tau)$, $Z(\tau)$ и $Z_r(\tau)$. В соответствии со Стратегией национальной безопасности, Транспортной стратегией, Энергетической стратегией, Морской доктриной в банки данных входят номенклатура и характеристики взрывопожароопасных объектов (включая морские подводные), а также данные о вероятности реализации различных сценариев отказов и аварий, несанкционированных и террористических воздействий.

При обосновании комплексной безопасности морских подводных трубопроводов и сооружений в базы знаний и банки необходимых данных входят: характеристики меха-

| № | Наименование факторов | Доля проявления |
|---|---|-----------------|
| 1 | Неиспользование данных имеющихся испытаний | 0,30 |
| 2 | Отсутствие необходимых знаний | 0,20 |
| 3 | Отсутствие информации об особенностях объекта | 0,15 |
| 4 | Нереализованность знаний в нормативах | 0,15 |
| 5 | Ошибочные действия при наличии знаний | 0,10 |
| 6 | Несанкционированные воздействия | 0,05 |
| 7 | Прочие | 0,15 |

Таблица 1. Опасные факторы в сфере формирования, развития и использования научной информационной базы

нических свойств конструкционных материалов ($\sigma_r, \sigma_{\text{в}}, E, \sigma_{\text{в}}, e_{\text{в}}$); теоретические коэффициенты концентрации напряжений α_0 ; коэффициенты запасов прочности n_{σ} ; пластичности n_{ϵ} ; ресурса n_t , функции распределения дефектности, статистика отказов, аварий и катастроф [13].

Заключение

Сформированная и накопленная к настоящему времени научная информационная база Российской академии наук, Комиссии по техногенной безопасности и Института машиноведения по проблемам комплексной безопасности является важной составляющей при реализации Основ государственной политики в области промышленной безопасности на период до 2025 г. и дальнейшую перспективу, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 06.05.2018 г. №198.

В соответствии со Стратегией национальной безопасности, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 02.07.2021 г. №400, безопасность морских трубопроводов и сооружений будет входить важной составляющей в стратегические приоритеты национальной безопасности.

При этом риск-ориентированный подход в Стратегии признан и определен как базовый в приоритете экономической безопасности. В томах [14, 15] многотомного издания «Безопасность России», а также в других публикациях [16], подчеркнута необходимость и перспективность развития научной информационной базы национальной безопасности, включающей и безопасность критически и стратегически важных объектов энергетической инфраструктуры страны.

Межведомственный экспертный совет по безопасности морских подводных трубопроводов начал ориентированное обобщение информационной базы в научно-техническом журнале «Морская наука и техника». Серия обобщающих [3, 6, 14] и ориентированных [17-20] томов «Безопасность России» и издания МЭС 2022-2023 гг. могут служить основой для создания и развития информационных баз в НПС СНГП, «Риском», Минпромторге, Минэнерго, НГБ «Энергодиагностика».

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект № 20-19-00769-П).

Список литературы

1. ГНТП «Безопасность населения и народнохозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф». Концепция и итоги работы. / Итоги науки и техники. Серия «Природные и техногенные катастрофы: проблемы безопасности». – М.: ВИНТИ. 1993 г. Том 1. – 350 с. Том 2. – 480 с.
2. Наука и технологии в проблемах анализа новых вызовов и угроз при обосновании комплексной безопасности / Информационный бюллетень. Выпуск 7. – М.: МГОФ «Знание», 2021. – 150 с.
3. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Функционирование и развитие сложных народнохозяйственных, технических, энергетических, транспортных систем, систем связи и коммуникаций. Раздел 2. Обеспечение безопасного функционирования сложных технических систем на разных этапах жизненного цикла. – Москва: МГОФ «Знание», 1998. – 416 с.
4. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Анализ риска и проблем безопасности. – М.: МГОФ «Знание», 2006-2007. – Часть I – 639 с. Часть II – 751 с. Часть III – 800 с. Часть IV – 857 с.
5. Махутов Н.А. Безопасность и риски: системные исследования и разработки. – Новосибирск: Наука, 2017. – 724 с.
6. Безопасность России. Правовые, социально-эко-

номические и научно-технические аспекты. Остаточный ресурс эксплуатации инфраструктур. – М.: МГОФ «Знание», 2013. – 512 с.

7. Махутов Н.А., Гаденин М.М. Техническая диагностика остаточного ресурса и безопасности. Учебное пособие. Под общ. ред. В.В. Клюева. – М.: Издательский дом «Спектр», 2011. – 187 с. (Серия «Диагностика безопасности»)

8. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Безопасность промышленного комплекса. – М.: МГОФ «Знание», 2002. – 464 с.

9. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Научные основы промышленной безопасности. – М.: МГОФ «Знание», 2019. – 824 с.

10. Вероятностный риск-анализ конструкций технических систем / Отв. ред. акад. РАН Ю.И. Шокин. – Новосибирск: Наука, 2003. – 174 с.

11. Прикладные задачи конструкционной прочности и механики разрушения технических систем / Отв. редактор д.т.н., проф. В.В. Москвичев. – Новосибирск: Наука, 2021. – 796 с.

12. Махутов Н.А., Гаденин М.М. Риск-ориентированный подход к обеспечению безопасности и защищенности эксплуатации высоконагруженных машин / Тезисы докладов Международной научной конференции «Машины, технологии и материалы для современного машиностроения», посвященной 85-летию Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН., Москва, 23 ноября 2023 г. М.: ИМАШ РАН, 2023.

13. Исследования и обоснование прочности и безопасности машин / Под ред. Н.А.Махутова, Ю.Г.Матвиенко, А.Н.Романова. К 300-летию Российской академии наук, 85-летию Института машиноведения РАН. – М.: МГОФ «Знание», 2023. – 832 с.

14. Безопасность России Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Безопасность и защищенность критически важных объектов. Часть 1. Научные основы безопасности и защищенности критически важных для национальной безопасности объектов. – М.: МГОФ «Знание», 2012. – 896 с.

15. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Исследования и разработки проблем национальной безопасности. – М.: МГОФ «Знание», 2022. – 524 с.

16. Махутов Н.А., Гаденин М.М. Анализ и управление параметрами прочности, ресурса и рисками безопасной эксплуатации энергоустановок с различными видами энергоресурсов // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2022, №1 С.47-56. DOI: 10.31857/S0235711922010060

17. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Безопасность трубопроводного транспорта. Рук. авторского кол-ва И.М. Мазур. – М.: МГОФ «Знание», 2002. – 752 с.

18. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Основы безопасности при освоении континентальных шельфов. Научный рук. чл.-корр. РАН Махутов Н.А. – М.: МГОФ «Знание», 2013. – 640 с.

19. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Обоснование прочности и безопасности объектов континентального шельфа. Научный рук. чл.-корр. РАН Махутов Н.А. – М.: МГОФ «Знание», 2015. – 664 с.

20. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Безопасность средств хранения и транспорта энергоресурсов. Научный рук. чл.-корр. РАН Махутов Н.А. – М.: МГОФ «Знание», 2019. – 928 с.

МОДЕРНИЗИРУЕМ «НЕПТУН»

ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ КАСПИЯ НУЖНЫ СУДА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ



Аварийно-спасательное пожарное судно «НЕПТУН» — это пилотный проект судна специального назначения по обслуживанию и ремонту МПТ, позиционируется как экспериментальная научно-техническая площадка для внедрения современного инновационного оборудования используемого в обеспечении безопасности морских подводных систем и сооружений. Работы проводятся при информационно-консультативном участии Межведомственного экспертного совета по безопасности МПТ и объектов, отдела морской техники, технического регулирования и интеллектуальной собственности департамента судостроительной промышленности и морской техники Минпромторга России.

О модернизации и технических возможностях судна рассказал главный специалист по водолазным работам, эксперт Межведомственного экспертного совета по безопасности МПТ и объектов Александр Рафаилович Булатов.

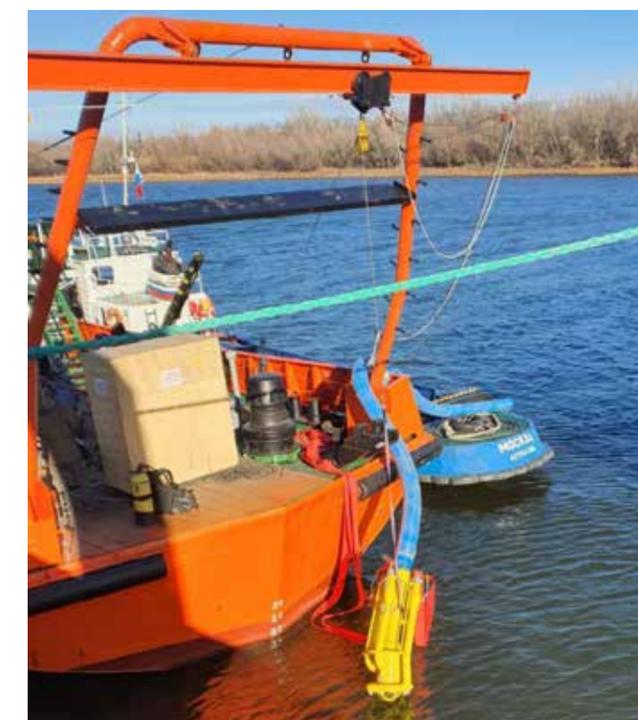
Судно изначально было оснащено как пожарное, у него штатное ДПЖ Н14, насосы, которые сами по себе обладают огромной мощностью. Они стоят в пожарном отделении, стационарно, ниже ватерлинии, им легко закачивать воду, у них очень хорошие характеристики для эжекторов, это классические средства, которые применяются у нас водолазами. Эжекторы — это устройство имеющие выкидной шланг на 100-150 мм., этого явно недостаточно для проведения работ, в основном это средства малой механизации, которое приводит к длительному выполнению работ.

Мы спроектировали и изготовили специальный авторский эжектор. В расчет были взяты производительность давления ДПЖ Н14 напорных пожарных насосов. Он отличается от классических, тем что у него круговой и центральный разрыв, а также он применяется у нас в России. Вся остальная эжекторная часть, как и у всех.

Эжектор не может нанести трубе никакого вреда. Мы выбрали оптимальный компромиссный вариант, приемлемый для нас, как по производительности по грунту, так и по массогабаритным характеристикам и мощности двигателя. Насос на 55 КВ. Производительность 450 кубов. Установлены две фрезы, которые предварительно рыхлят грунт, что тоже очень хорошо, так как на Каспии грунты глинистые, твердые и плотные.

Судно «Нептун» прошло модернизацию. Была удалена мачта, очень высокая, для тушения пожара и подачи воды с высоты, которая в нашем случае не нужна. За счет удаления мачты был опущен центр тяжести. В корме установлена П-рама, с которой будут работать погружной насос и эжектор.

П-рама будет работать в паре с лебедкой, которая установлена в корме по диаметральной плоскости. Судно будет позиционироваться на 4 якорях. Дополнительно установлена лебедка в корме по левому борту. В носу по левому, правому борту и в корме стоят штатные шпильки, которые будут использоваться для перемещения судна над объектом, то есть местом работы. Судно будет выставляться гораздо быстрее, потому как опускание якорей будет производится с борта «Нептуна», далее концы будут выводиться с якорей с помощью катера.



Наш подход — это два пути. Мы не надеемся только на эжектор, в дополнении у нас в готовности погружной электрический насос. Что - то сломалось, а мы имеем возможность работать другим. Соответственно техническая живучесть у нас выше. Судно «Нептун», как никакое другое подходит для работ по обеспечению эксплуатации и ремонта морских подводных трубопроводов и объектов в акватории Каспийского моря.

ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ НА ОСНОВЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА



НИКОЛАЙ АНДРЕЕВИЧ МАХУТОВ, ЧЛЕН-КОРРЕСПОНДЕНТ РАН, ИМАШ ИМ. А.А. БЛАГОНРАВОВА.

АНАТОЛИЙ МИХАЙЛОВИЧ ЛЕПИХИН, Д.Т.Н., НТЦ «НЕТФЕГАЗДИАГНОСТИКА», ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНФОРМАЦИОННЫХ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

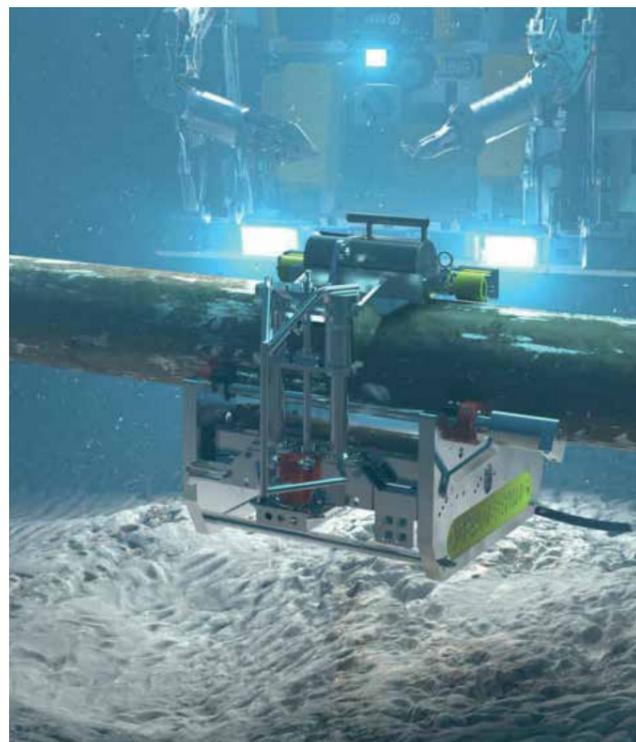
Аннотация.

В статье рассматриваются возможности решения задачи обоснования безопасности морских подводных трубопроводов с позиций риск-ориентированного подхода к управлению жизненным циклом. Последствия аварий рассматриваются как составная часть стоимости жизненного цикла, включающего затраты на проектирование, эксплуатационные затраты и собственно ущербы от аварий. Предложена формулировка риска, позволяющая учесть уровень проектной надежности, особенности эксплуатации и мониторинга технических состояний, режимы нагружения и прочностные показатели трубопроводов. Возможности предлагаемого подхода проиллюстрированы примером оценки риска аварий и стоимости жизненного цикла морского промыслового трубопровода. Полученные оценки риска соответствуют статистическим данным аварийности трубопроводов. Обоснование безопасности трубопроводов по предлагаемой схеме позволяет определить оптимальные значения закладываемого при проектировании уровня надежности и оценить эффективность мер по повышению безопасности.

Ключевые слова: морские подводные трубопроводы, безопасность, жизненный цикл, риск-ориентированный подход.

Морские подводные трубопроводы и сооружения относятся к объектам и инфраструктурам, создание и функционирование которых связано с рисками межрегиональных и национальных масштабов. Опыт реализации проектов строительства морских трубопроводов («Северный поток – 1», «Северный поток – 2», «Голубой поток», «Турецкий поток») и сооружений на шельфах морей («Сахалин», «Сахалин – 2», платформа «Приразломная», платформы на шельфе Каспийского моря и др.) показывают всю сложность проблемы обеспечения безопасности и анализа рисков таких объектов.

На протяжении многих десятилетий обеспечение безопасности технических объектов достигалось за счет входящего развития методов анализа прочности, долговечности и надежности. На этой основе были разработаны теоретические положения, нормы расчетов, правила эксплуатации, в целом обеспечивающие предъявляемые требования безопасности. Ускорение технического прогресса и повышение требований к эффективности техники и технологий потребовали перехода к новой парадигме обоснования безопасности в виде риск-ориентированного подхода к управлению жизненным циклом. Риск-ориентированный подход является развитием концепции RCM – Reliability-Centered Maintenance (обслуживание по надежности). Здесь важно отметить, что концепция RCM направлена на достижение минимума последствий от отказов, а не минимума отказов, как в классической концепции риска. Поскольку сочетание вероятностей и последствий отказов определяется как риск, то развитие RCM привело к формированию



концепции RBM – Risk-Based Maintenance (риск-основанное или риск-ориентированное обслуживание) [1, 2]. Следует отметить, что в отечественной практике процедуры RCM регламентированы ГОСТ 18322-2016.

Особенности риск-ориентированного подхода к морским трубопроводам и сооружениям представлены в работе [3]. В современной трактовке риск-ориентированный подход ориентирован на оптимизацию стоимости жизненного цикла объектов, включая потери от аварий и катастроф [4, 5]. Особенность этого подхода заключается в том, что затраты на всех этапах жизненного цикла взвешиваются по вероятностям возможных аварий. Тем самым осуществляется управление безопасностью через соответствующие затраты на снижение вероятностей аварий на каждом этапе. В данной работе рассматриваются некоторые возможности обоснования безопасности морских подводных трубопроводов на основе риск-ориентированного подхода к управлению жизненным циклом.

Традиционный подход к обоснованию безопасности заключается в оценке стоимости аварий в виде риска [6]:

$$R = P_f \cdot C_f \quad (1)$$

В соответствии с этим основная задача исследований рисков заключается в количественном определении взаимосвязанных параметров: вероятностей аварий P_f и ущербов C_f . На основе этих оценок дается обоснование уровня безопасности объектов в виде матрицы рисков. Недостаток этого подхода заключается в том, что оценки безопасности (риска) относятся исключительно к заключительной стадии жизненного цикла – аварии или катастрофе. Собственно жизненный цикл остается за рамками анализа или рассматривается post-factum, с позиций исследования причин, приводящих к аварии.

Сочетание концепции риска с концепцией управления жизненным циклом позволяет рассматривать риск как взвешенные по вероятностям P_i стоимости этапов C_i жизненного цикла:

$$R_\Sigma = \sum_{i=1}^n P_i \cdot C_i, \quad \sum_{i=1}^n C_i = C_\Sigma \quad (2)$$

где n – число этапов; C_Σ – стоимость жизненного цикла, включая потери от аварий.

Риск-ориентированное управление жизненным циклом можно формализовать как процесс минимизации риска (2):

$$R_\Sigma = \min_i \sum_{i=1}^n P_i \cdot C_i \quad (3)$$

В работе [7] стоимость жизненного цикла C_Σ представляется как сумма начальной стоимости C_0 и стоимости отказа C_p , с учетом вероятностей отказов P_f :

$$C_\Sigma = C_0 + C_f P_f \quad (4)$$

При этом начальная стоимость C_0 рассматривается зависимой от требуемого уровня надежности $\Phi(\beta)$, определяемого индексом надежности β :

$$C_0 = a + b\beta \quad (5)$$

где a – базовая часть стоимости; b – коэффициент значимости уровня надежности проекта.

Дополнительной компонентой стоимости жизненного цикла являются затраты на обслуживание C_m . С учетом этого вместо выражения (4) запишем следующее соотношение:

$$C_\Sigma = C_0 + \sum_{i=1}^n C_m^i P_d^i + C_f P_f \quad (6)$$

где C_m^i – стоимость обслуживания в i -том периоде; P_d^i – вероятность повреждения в i -том периоде, требующего обслу-

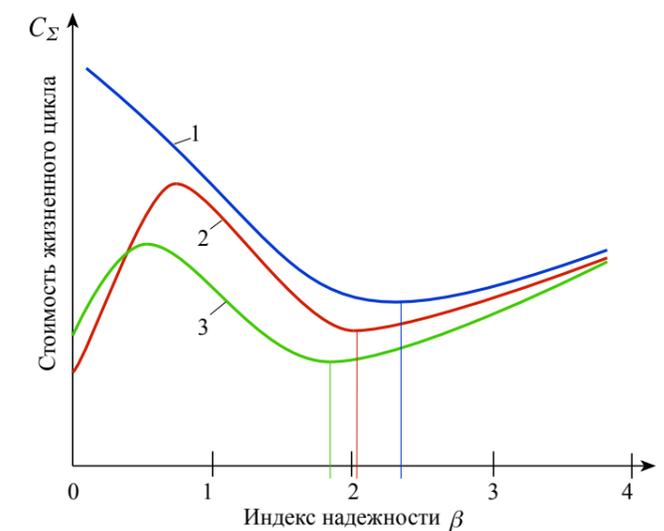


Рисунок 1 – Функции изменения стоимости жизненного цикла в зависимости от индекса надежности β (1, 2, 3 – функции при разных значениях k_m, k_p, k_c)

живания или проведения ремонта.

Затраты на обслуживание зависят от многих факторов: особенностей структуры МПТ, технологий обслуживания, методов и средств контроля, стоимости материалов и пр. В общем виде величину этих затрат можно рассматривать как дисконтированную долю начальных затрат (5):

$$C_m^i = k_m \{a + b\beta\} (1+r)^{-i} \quad (7)$$

Аналогично можно представить потери от аварий:

$$C_f = k_f \{a + b\beta\} (1+r)^{-t_f} \quad (8)$$

В формулах (7) и (8) коэффициенты $k_m < 1.0$ и $k_f \geq 1.0$ определяют доли начальной стоимости, относящиеся к обслуживанию и аварии. Дополнительно в оценку потерь от аварии можно ввести коэффициент важности k_c рассматриваемого объекта с точки зрения ущерба:

$$C_f = k_c k_f \{a + b\beta\} (1+r)^{-t_f} \quad (9)$$

Обычно вероятности повреждений и аварий принимаются по статистическим данным, независимо от проектной надежности. Однако более обоснованно полагать их зависящими от уровня проектной надежности (проектного риска):

$$P_d = P_d(\beta), \quad P_f = P_f(\beta) \quad (10)$$

Учитывая, что оценки затрат на проектирование и обслуживание и вероятности P_d и P_f в данном случае относятся к индивидуальному объекту, то рассматриваемая схема анализа приводит к уникальным оценкам риска, учитывающим особенности этого объекта и историю его технического обслуживания.

В общем случае вероятности P_d и P_f зависят от условий эксплуатации, процессов технического обслуживания, процессов деградации и старения материалов и прочих процессов, оказывающих влияние на техническое состояние объекта. Укрупненно это можно учесть изменением параметра β во времени t , т.е. полагать, что:

$$P_d = P_d(\beta, t), \quad P_f = P_f(\beta, t) \quad (11)$$

С учетом изложенного и результатов [8], задачу обоснования безопасности можно представить как задачу минимизации стоимости жизненного цикла по уровню индекса надежности β :

$$C_{\Sigma} = \max_{\beta} \min_{\beta} \{C_0(\beta) + \sum_{i=1}^n C_m^i(\beta, t) P_d^i(\beta, t) + C_r(\beta, t) P_f(\beta, t)\} \quad (12)$$

Используя формулу (12), можно построить зависимости стоимости жизненного цикла от величины β и переменных k_m, k_p, k_c . Такие зависимости можно получить как для фиксированных, так и при изменяющихся значениях времени t . Затраты на проектирование являются возрастающей функцией от параметра β , а затраты на обслуживание и потери от аварий убывают с ростом β (уменьшаются вероятности неблагоприятных событий). В результате функция C_{Σ} обычно имеет минимум при некотором значении β , который и является решением задачи обоснования надежности по критериям риска. Форма функции стоимости может иметь различный вид, в зависимости от комбинации переменных (рис. 1).

Определим риск аварии R_{Σ} с учетом структуры выражения (12). Поскольку начальная стоимость C_0 входит в компоненты C_m и C_r то в данном случае риск будет состоять из компонент $C_m^i(\beta, t) P_d^i(\beta, t)$ и $C_r(\beta, t) P_f(\beta, t)$:

$$R_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n C_m^i(\beta, t) P_d^i(\beta, t) + C_r(\beta, t) P_f(\beta, t) \quad (13)$$

Формула (13) позволяет определять уникальные оценки риска для технических объектов. Уникальность заключается в том, что учитываются стоимости и особенности основных стадий жизненного цикла рассматриваемого объекта. Здесь может учитываться периодичность и особенности технического обслуживания и неразрушающего контроля, проведение ремонтов, наличие средств мониторинга технического состояния, модернизации оборудования и конструкции, и другие мероприятия проводимые в процессе эксплуатации. Важно отметить, что параметр β учитывает геометрические особенности объекта, характеристики механических свойств, нагрузки, вид и критерий предельного состояния, достижение которого приводит к аварии.

Рассмотрим теперь особенности определения проектной надежности $\Phi(\beta)$. В проектных расчетах обычно используются методы расчетов по предельным состояниям с использованием модели надежности «нагрузка – прочность» [9]. При этом предполагается, что предельные состояния зависят от множества случайных переменных (напряжений, деформаций, геометрических размеров, механических характе-

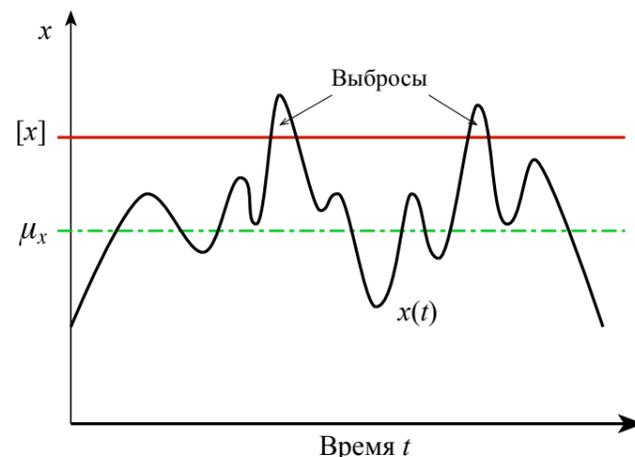


Рисунок 2 – Схема выбросов процессов изменения базисных переменных

ристик материалов и пр.), которые можно представить случайным вектором $X = \{x_i\}$, $i = 1, n$. Уравнение предельного состояния обычно определяется в линеаризованной форме как:

$$g(X) = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \dots + \alpha_n x_n = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i \quad (14)$$

Это уравнение делит пространство переменных X на область безопасности Ω_S и область риска Ω_R :

$$\Omega_S = \Omega\{X|g(X) < 0\}, \quad \Omega_R = \Omega\{X|g(X) \geq 0\} \quad (15)$$

Функции вероятностей безотказной работы P_S (функция надежности) и вероятностей отказов P_f (функция риска) определяются по заданным функциям плотностей распределения вероятностей переменных $f(X)$ как:

$$P_S(X) = \int_{\Omega_S} f(X) dX, \quad P_f(X) = \int_{\Omega_R} f(X) dX \quad (16)$$

В проектных расчетах, как правило полагается гауссовский (нормальный) вид функции $f(X)$, что дает следующие выражения для P_S и P_f :

$$P_S = \Phi(\beta), \quad P_f = \Phi(-\beta) \quad (17)$$

Индекс надежности определяется в форме [10]:

$$\beta = (\alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \mu_{xi}) / \sqrt{(\sum_{i=1}^n \alpha_i^2 \sigma_{xi}^2)} \quad (18)$$

где μ_{xi}, σ_{xi} – математические ожидания и средние квадратические отклонения переменных x_i .

Для случаев распределений $f(X)$ или отдельных компонент $f(x_i)$ отличных от гауссовских используется алгоритм Rackwitz-Fiessl преобразований не нормальных случайных величин в нормальные [9].

В заключении рассмотрим возможности определения вероятностей P_d и P_f . Эти вероятности можно связать с выбросами процессов изменения переменных $x_i(t)$ за некоторый предельно допустимый уровень $[x]$ (рис. 2). В первом приближении можно принять, что процесс $x_i(t)$ является стационарным гауссовским процессом с математическим ожиданием μ_{xi} и средним квадратическим отклонением σ_{xi} . Для такого процесса интенсивность выбросов за уровень $[x]$ определяется в виде [11]:

$$\lambda = \lambda_0 \exp\{-([x] - \mu_{xi}) / (2\sigma_{xi}^2)\} \quad (19)$$

Интенсивность λ_0 выбросов за уровень математического ожидания μ_{xi} стандартным образом определяется через оценку нормированной спектральной плотности процесса, что представляет собой достаточно сложную задачу. Для инженерных приложений вместо этого можно использовать оценочное значение средней продолжительности t_{μ} выброса. Тогда величина λ_0 будет определяться как:

$$\lambda_0 = 1 / (2t_{\mu}), \quad t_{\mu} = 1 / N \sum_{i=1}^N t_i \quad (20)$$

где N – общее число выбросов за уровень математического ожидания, t_i – длительность i -го выброса за уровень математического ожидания (фиксируются как положительные, так и отрицательные выбросы за уровень математического ожидания).

Используя изложенное, с учетом решения [12], можно записать выражения для верхних оценок вероятностей P_d и P_f :

$$P_d(\beta, t) \leq \Phi(-\beta) + \lambda_d t \times \exp(-\beta) \quad (21)$$

$$P_f(\beta, t) \leq \Phi(-\beta) + \lambda_f t \times \exp(-\beta) \quad (22)$$

где $\Phi(-\beta)$ – функция нормального распределения; λ_d, λ_f – интенсивности выбросов за заданный уровень процесса.

Подстановка формул (21) и (22) в (12) позволяет определять изменение стоимости жизненного цикла в течение заданного времени t эксплуатации объекта с учетом риска, отражаемого индексом надежности β и интенсивностями λ_d и λ_f повреждающих и аварийно-опасных событий. Аналогично, с использованием формулы (13) можно определить изменение риска аварий во времени.

Покажем возможности предлагаемой схемы риск-анализа на примере обоснования безопасности жизненного цикла морского промыслового подводного трубопровода. По данным из открытых источников стоимость строительства 1 км морского промыслового трубопровода составляет 2-3 млн. долл. Стоимость проектирования обычно принимается 0.1 от стоимости строительства. С учетом этого модель начальной стоимости примем в виде $C_0 = 2 + 0.5\beta$. Коэффициенты затрат примем следующими: $k_m = 0.03, k_f = 5.0$. Результаты расчетов по формуле (12) представлены на рис. 3. Как видно из рисунка, минимум стоимости жизненного цикла достигается при $\beta = 2.6$, что соответствует проектной надежности 0.995 и вероятности аварии 4.7×10^{-3} . Данные значения вполне соответствуют закладываемому уровню надежности в отечественной практике проектирования и эмпирическим данным о вероятностях аварий в процессе эксплуатации МПТ.

По полученным результатам можно оценить «стоимость» повышения безопасности, как отношение величины изменения стоимости C_{Σ} к изменению коэффициента надежности β . В данном случае при изменении β в диапазоне 1.0 – 2.0 снижение стоимости составляет 1.17 млн. долл., а в интервале $\beta = [2.0 - 2.6]$ снижение равно 0.12 млн. долл. Следует отметить, что после точки минимума начинается увеличение стоимости жизненного цикла, обусловленное неуклонным повышением затрат на повышение надежности.

В заключении проведем оценки риска аварий МПТ на основе уравнения (13). При указанной стоимости строительства риск аварий в рассмотренном диапазоне значений β составляет 1.82 – 0.01 млн. долл. на 1 км. При $\beta = 2.6$ риск равен 0.18 млн. долл. на 1 км. Аналогично можно провести расчеты для других начальных стоимостей C_0 и значений коэффициентов k_m и k_f .

Заключение

Анализ риска занимает особое место в современном инженерном анализе морских трубопроводов и сооружений. Постоянно повышающиеся требования к безопасности диктуют необходимость совершенствования методов и критериев анализа риска. На этом фоне классические модели и методы анализа риска дополняются более глубокими концептуальными формулировками и аналитическими решениями. Существенно расширяются области применения разрабатываемых методов. Общие тенденции заключаются в переходе от анализа риска аварий к разработке инженерной концепции риск-ориентированного подхода к управлению жизненным циклом технических систем. В данной статье рассмотрены возможности риск-ориентированного подхода к обоснованию безопасности. Определен показатель риска, учитывающий начальную стоимость системы, затраты на обслуживание и потери от аварий. При этом начальная стоимость полагается зависящей от уровня надежности, а затраты на обслуживание и потери от аварий зависят от вероятностей повреждений и аварий. Особенность предлагаемого подхода заключается в том, что он позволяет получить не среднестатистические, а уникальные оценки стоимости жизненного цикла и риска, отражающие проектный уровень надежности, условия технического обслуживания и контроля технического состояния, режим нагружения

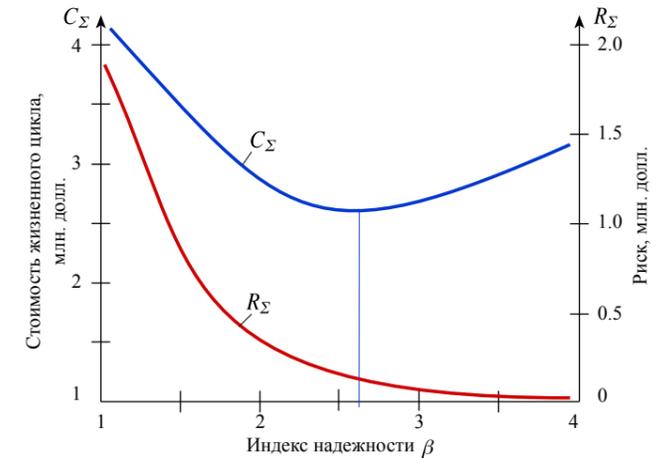


Рисунок 3 – Изменение стоимости жизненного цикла и риска аварий морского промыслового трубопровода

и прочностные показатели, виды и критерии предельных состояний, достижение которых приводит к авариям. Количественные оценки стоимости жизненного цикла и риска аварий по предлагаемой схеме позволяют определить оптимальные значения закладываемого при проектировании уровня надежности и оценить эффективность мер по повышению надежности, с позиций стоимости жизненного цикла и уровня риска.

Литература:

- Basson M. Risk-Based Reliability Centered Maintenance. Third Edition. NY: Industrial Press, Inc., 2018. - 500 p.
- Khan F., Haddara M. Risk-based maintenance (RBM): a quantitative approach for maintenance / inspection scheduling and planning // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2003. Vol. 16. № 6. P. 561–573.
- Nowlan F.S., Heap H.F. Reliability-centered Maintenance. San Francisco: Dolby Access Press, 1978. - 466 p.
- Moubray J. Reliability-centered Maintenance. Second Edition. NY: Industrial Press Inc, 1997. - 426 p.
- Махутов Н.А., Гаденин М.М. Научные основы и прикладные разработки проблем безопасности и защищенности морских трубопроводов и сооружений // Морская наука и техника, 2023, №7, с. 18-27.
- Bedford T., Cooke R. Probabilistic risk analysis: foundations and methods. Cambridge: Cambridge University Press. 2001. - 367 p. ISBN 0-521-77320-2.
- Lind N.C., Davenport A.G. Towards Practical Application of Structural Reliability Theory // Probabilistic Design of Reinforced Concrete Buildings, 1972. ACI SP-31, pp. 63–110.
- Ghasemi S.H., Nowak A.S. Target reliability analysis of bridge piers concerning the earthquake extreme event limit state // Engineering Structures, 2017. 152, p. 226-237.
- Probability structural mechanics handbook / Ed. C. Sundararajan. Springer, 1995. - 745 p. ISBN 978-1-4613-5713-1.
- Ditlevsen O., Madsen H.O. Structural Reliability Methods. Wiley: New York, USA, 2007. - 374 p. ISBN 0471960861.
- Крамер Г., Лидбеттер М. Стационарные случайные процессы. – М.: Мир, 1969. – 398 с.
- Переверзев Е.С., Чумаков Л.Д. Параметрические модели отказов и методы оценки надежности технических систем. – Киев: Наукова думка, 1989. – 328 с.

ВЕДУЩИЕ ЭКСПЕРТЫ МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА ПО БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ И ОБЪЕКТОВ



Махутов Николай Андреевич – Председатель комитета РАН по техногенной безопасности. Член-корреспондент РАН, профессор, главный научный сотрудник Института машиноведения им. А.А. Благодрава. Председатель Рабочей группы при Президенте РАН по анализу риска и проблем безопасности. Председатель Научного совета при Межгосударственном совете по чрезвычайным ситуациям стран СНГ. С 2022г. является председателем Межведомственного экспертного совета по безопасности морских подводных трубопроводов и объектов.

Автор более 700 научных трудов по прочности и безопасности конструкций, в том числе 30 монографий. Лауреат Премии Совета Министров СССР, Премий Правительства Российской Федерации, лауреат Государственной Премии Российской Федерации.



Шмаль Геннадий Иосифович - Президент Союза нефтегазопромышленников России, кандидат экономических наук.

Почётный работник Миннефтегазстроя СССР. Почётный работник газовой промышленности. Лауреат премии Правительства Российской Федерации. В 1982 году заместитель, а с 1984 года первый заместитель министра нефтяной и газовой промышленности СССР. После преобразования министерства в государственный концерн «Нефтегазстрой» - председатель Правления и Председатель Совета директоров ПАО «Роснефтегазстрой». Принимал непосредственное участие в обустройстве Уренгойского и Ямбургского газоконденсатных месторождений, в строительстве газопроводов Уренгой- Помары-Ужгород, Уренгой-Центр, Ямбург-Тула, конденсатопровода Уренгой-Сургут, Сургутских заводов стабилизации конденсата и моторных топлив, компрессорных станций газопроводов Западной Сибири и других регионов страны.



Лещенко Виктор Викторович - Кандидат технических наук, генеральный директор ООО «НТЦ «Нефтегаздиагностика», Председатель правления союза «РИСКОМ».

Создал основы отечественной индустрии ремонтов морских подводных трубопроводов, разработал и внедрил методы ремонта морских подводных трубопроводов с использованием быстромонтируемых стальных и композитных муфт. Автор более 100 научных работ по безопасности МПТ и объектов. С 2022г. является заместителем председателя Межведомственного экспертного совета по безопасности морских подводных трубопроводов и объектов.



Помылев Илья Васильевич - Начальник отдела гражданской морской техники, учета и управления результатами интеллектуальной деятельности Министерства промышленности и торговли РФ. Является одним из авторов проекта создания флота специального назначения для обеспечения безопасности морских подводных трубопроводов и объектов.

Илья Васильевич Помылев войдя в состав секретариата МЭС, с первых дней его образования, успешно организовал взаимодействие групп экспертов совета и ведущих профильных специалистов департаментов Минпромторга России. Благодаря его инициативам и целенаправленным организаторским способностям, были организованы и проведены четыре совещания непосредственно на площадке министерства с участием ведущих специалистов нефтегазовой и судостроительной областей Минпромторга России.

Помылев И.В. работает более 10 лет в департаменте судостроительной промышленности, обеспечивает внедрение современных технологий и уникальных конструкторских разработок при строительстве и эксплуатации судов и морской техники.

Имеет ряд государственных наград. В 2023 г. за многолетний вклад в развитие отечественной судостроительной промышленности Илье Васильевичу присвоено звание «Почетный судостроитель России».



Лепихин Анатолий Михайлович - Доктор технических наук, эксперт Российской академии наук, главный научный сотрудник Федерального исследовательского центра информационных и вычислительных технологий, ведущий эксперт ООО «НТЦ «Нефтегаздиагностика».

Автор свыше 180 научных трудов по прочности, надежности и риск-анализу конструкций технических систем. Разработал вероятностные модели и методы риск-анализа конструкций, а также методы обоснования безопасности морских подводных трубопроводов по критериям риска.



Надеин Владимир Андреевич - Генеральный директор ООО «Нефтяная и газовая безопасность – энергодиагностика» (НГБ-ЭД), г. Москва

В современном виде ООО «НГБ-ЭД» существует с апреля 2002 года. Все это время предприятие возглавляет Владимир Александрович Надеин.

Владимир Александрович является автором более 300 научных работ в области развития нефтегазовой промышленности.

В нефтяной и газовой отраслях высоко оценивают плодотворную деятельность Владимира Александровича. Будучи пионером в такой высокотехнологичной области, как автоматизация производственных процессов, он создавал фундамент современного ТЭК России, который сейчас немислим без информационных технологий.

ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ УЩЕРБА ПРИ ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФАХ



Морозов Евгений Михайлович - доктор технических наук, профессор национального исследовательского ядерного университета МИФИ. Академик отраслевой академии наук.

Нарастающее усложнение современных технических объектов разного назначения и разнообразие действующих нагрузок и условий эксплуатации, неизбежно связано с повышением рисков их отказа катастрофического характера. В связи с этим традиционный расчет на прочность инженерного объекта, оцениваемой посредством соответствующих коэффициентов запаса прочности по отношению к пределу текучести или пределу прочности материала, оказывается недостаточным. На первый план выходят вероятностные

методы расчета (риск-анализы) для получения и осознания степени вероятности наступления предельного (в том или ином смысле) состояния, приводящего не только к утрате материального объекта, но и к ущербу, в виде людских, экологических и иных видов потерь [1,2].

Расчет вероятности отказа (разрушения) обычно проводится с опорой на теорию вероятностей и математическую статистику. Но, во многих случаях, обоснование прочностной безопасности связывают с классами безопасности, которые

подразделяют на основе постулируемых допускаемых вероятностей отказов (много меньших единицы), взятых практически наугад, поскольку не имеют классического статистического обоснования (главным образом, из-за уникальности сложных объектов). Но это одна сторона вопроса, сама по себе, требующая всестороннего углубленного анализа.

Другая сторона вопроса состоит в оценке ущерба на основе принципов риск-анализа. Предлагается оценивать ущерб в денежном эквиваленте (конкретно в долларах), что не вызывает возражений. Возражение вызывает способ учёта ущерба в виде произведения вероятности отказа на сумму ущерба. Произведение безразмерной величины на размерную не позволяет сопоставлять между собой два разных события, поскольку вполне может оказаться равенство между этими произведениями при разных величинах их сомножителей (что не позволит отличить плохое, от еще более плохого). Другими словами, абсолютные величины такой оценки не позволяют сопоставлять между собой разные события с разными вероятностями и ущербами разной значимости. Утрачивается также информативность таких произведений, поскольку допустимая вероятность отказа, скажем, 10^{-6} , практически равна нулю. Например, если ущерб в результате катастрофы составил 10^6 долларов, то обсуждаемое произведение дает 1 доллар. Возникает вопрос – какие выводы можно сделать из полученного результата? Никакой полезной информации и наглядности получаемые числа не несут. В любом случае надо знать отдельно вероятность безотказной работы (или отказа) и отдельно ущерб в абсолютном измерении (в соответствующей валюте) для возможности сопоставления выявленного ущерба со статьями госбюджета.

Для осознания масштаба ущерба, предлагается в дополнение к абсолютному, ввести также и относительную величину ущерба. Для установления единицы измерения ущерба вспомним, что мощь и технический потенциал любой страны определяется объемом производимой и потребляемой энергии. Следовательно мера измерения ущерба должна иметь энергетическое происхождение. Эту меру (единицу измерения ущерба) можно представить в виде стоимости энергии при потере самого распространенного энергетического объекта страны. Таким объектом следует признать тепловую электростанцию, как самый распространенный источник энергии в стране. Средняя мощность ТЭЦ удобная и понятная мера (один тэц) для безразмерной оценки любого ущерба.

Составленная для наглядности выборка (по данным интернета) из пятидесяти ТЭЦ (разброс мощностей от 20 МВт до 2000 МВт) показала среднюю мощность 500 МВт, стоимость которой составляет 200 000 000 руб. или 2 000 000 \$. Получаем, что один тэц равен $500 \text{ МВт} = 2 \cdot 10^6$ \$. И тогда, например абсолютный ущерб от разрушения конкретной плотины, составляющий 10 млн. долларов, в относительных единицах равен 5 тэцам, что оценивается как потеря пяти ТЭЦ в стране. Для государственного чиновника-хозяйственника такое представление осязаемо, понятно и вписывается в его рабочий лексикон.

Любая катастрофа, имеющая государственное (или частное, но существенное) значение, должна иметь разделение ущерба на абсолютные и относительные числа, для анализа сложившейся ситуации и соответствовать компетенции расчетчиков-проектантов и государственных чиновников.

Теперь вернемся к вначале упомянутой проблеме опре-

деления вероятностной характеристики для выборки, состоящей из одного изделия. В связи с надвигающимся рискованным подходом к обеспечению прочностной безопасности технических объектов, возникает не простая задача определения вероятностей безотказной работы или отказа для инженерных конструкций, существующих в единичном экземпляре.

В дополнение к тем подходам, которые предлагаются в документе [1], можно, для первоначальной прикидочной ориентировки, поступить следующим образом. Для морских подводных трубопроводов благоприятным обстоятельством служит его длина. Допустим, что на достаточно длинном отрезке трубы L проведён дефектоскопический контроль, который выявил в пределах этой длины наличие дефектных сечений общим числом N_{def} с замеренным расстоянием между ними. Тем самым становится известным среднее расстояние l_m между сечениями с дефектами (аналог одного элемента-секции в выборке из N элементов) и появляется надежда на возможность использования методов математической статистики (поскольку появилась выборка). Объем выборки (число элементов или секций) в этом случае оказывается равным $N=L/l_m$, а число отказавших элементов N_{def} равно числу обнаруженных дефектных сечений.

По определению вероятность безотказной работы равна $P=f/\lambda$, где $f=N_{def}/(\Delta t N)$ - плотность (частота) вероятности, т.е. число отказов в единицу времени, отнесенное к объему выборки, $\lambda=N_{def}/(\Delta t (N-N_{def}))$ - интенсивность отказов, т.е. число отказов в единицу времени, отнесенное к числу не отказавших элементов¹. После подстановки приходим к выражению $P=(N-N_{def})/N=1-Q$, т.е. к обычному определению вероятности безотказной работы технического объекта (здесь трубопровода), где $Q=N_{def}/N$ - вероятность отказа трубопровода. Итак, по результатам дефектоскопического контроля и предложенной схеме расчета получено, что вероятность отказа трубопровода длиной L , на данный момент времени, определяется формулой

$$Q=N_{def}/N$$

При этом $P(t)+Q(t)=1$. Предлагаемая схема расчета (которую можно развивать и дополнять) исходит из предположения, что все дефекты имеют одинаковое повреждающее действие. Поэтому локальная оценка степени опасности конкретного дефекта по-прежнему остается актуальной.

Предложенная модель оценки вероятности безотказной работы допускает её распространение и на одиночные объекты компактной формы. В таком случае роль длины (использованной в варианте трубопровода) может играть функциональная связь элементов конструкции (последовательная, параллельная или смешанная). После чего вся последующая изложенная схема определения вероятности отказа объекта повторяется.

Литература

1. Морские подводные трубопроводы. Обоснование безопасности по критериям риска. Основные принципы обоснования безопасности. Методические указания. СТП-МЭС 04-001-2023.
2. Лепихин А.М., Морозов Е.М., Махутов Н.А., Лещенко В.В. Возможности оценки вероятностей разрушения и допустимых размеров дефектов элементов конструкций по критериям механики разрушения // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2022. Т. 88. № 3. С. 41-50.

¹Существует другой вариант определения – интенсивность отказов: предел, к которому стремится отношение условной вероятности момента наступления отказа в некотором интервале времени, к длине этого интервала // Морские подводные трубопроводы. Обоснование безопасности. Понятийный аппарат обоснования безопасности. Основные термины и определения. Методические рекомендации. СТП-МЭС 04-002-2023. Пункт 3.2.21.



РЕЗИДЕНТНАЯ РОБОТОТЕХНИКА В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ



Владислав Юрьевич Занин - советник генерального директора АО «НПП ПТ «Океанос»

Казалось, существующий технологический уклад прочно определил порядок применения морских робототехнических комплексов (МРТК) в жизненном цикле морских подводных трубопроводов (МПТ).

На этапе гидрографической съёмки потенциальной трассы трубопровода, детального обследования выявленных аномалий, вызывающих вопросы донных полигонов и отбора проб применяют суда со встроенными или буксируемыми гидролокаторами и магнитометрами и/или суда обеспечения подводно-технических работ с МРТК на борту. Для этих целей подходят типовые телеуправляемые необитаемые подводные аппараты (ТНПА), а также специализированные ТНПА, в т.ч. оптимизированного гидродинамического облика (рис. 1), способные развивать скорости в двое-трое превос-

ходящие скорости обыкновенного ТНПА рабочего класса, имеющего форм-фактор классического «кирпича» (рис. 2).

Частично здесь и далее на этапах контроля строительства и мониторинга при эксплуатации наступает фаза использования автономных необитаемых аппаратов (АНПА), которые уже не связаны с судном-носителем кабель-тросом для подачи электропитания и коммуникаций, но всё равно нуждаются в близком и постоянном наличии судна-носителя, а иногда из-за сложностей подводной навигации и связи, ещё и промежуточного звена в виде безэкипажного катера, служащего двухсредным шлюзом для оперативного обмена информацией по результатам исследований, навигации, телеметрии состояния бортовых систем АНПА.

По сравнению со спусками ТНПА рабочего класса, требо-



Рис. 1 Специализированный ТНПА для обследования трасс МПТ с улучшенными ходовыми (скоростными) качествами



Рис. 2 Типичный представитель ТНПА форм-фактора «кирпич» для донных исследований, как видно, с ним «не разгонишься»

вания к судну-носителю АНПА ниже, в т.ч. за счет отсутствия требования по наличию на судне системы динамического позиционирования. Это сокращает операционные расходы из-за меньшей ставки фрахта, меньшего расхода топлива, меньшего экипажа операторов и техников АНПА. Плюс возникает дополнительный бонус в части меньшего углеродного следа морских операций. Это и служит движителями замещения (там, где целесообразно) классических и специальных телеуправляемых на автономные необитаемые подводные аппараты. Например, компания Ocean Infinity для повышения эффективности обследовательских работ применяет одновременно до 8 пар безэкипажных катеров и АНПА (рис. 3).

Тщательный анализ последних 20 лет успешного использования АНПА подвёл к следующему витку развития – введению в технологические цепочки жизненного цикла МПТ морских робототехнических комплексов, которые не зависят от судов-носителей и длительно размещаются на доковых станциях донной нефтегазовой инфраструктуры или в толще воды с возможностью коммуникационного и энергетического сопряжения либо со стационарными объектами инфраструктуры, либо с различного рода платформами альтернативной (течений, волновой, ветровой, солнечной) энергетики и связи (оптоволокно, 2G|3G|4G|5G, KB – сетевая связь) (рис.4).

Такое решение позволяет круглогодично эксплуатировать МРТК на МПТ независимо от интенсивности судоходства, погодных и ледовых условий, сокращает время прибытия в район работ, исключая дорогостоящие периоды мобилизации / демобилизации судна обеспечения и МРТК в портах, минимизирует углеродный след и предоставляет комфортные и безопасные условия труда для экипажей резидентных МРТК (операторов, инспекторов).

В течение десятилетия технологии резидентных МРТК перешли от состояния анимации к коммерческим контрактам

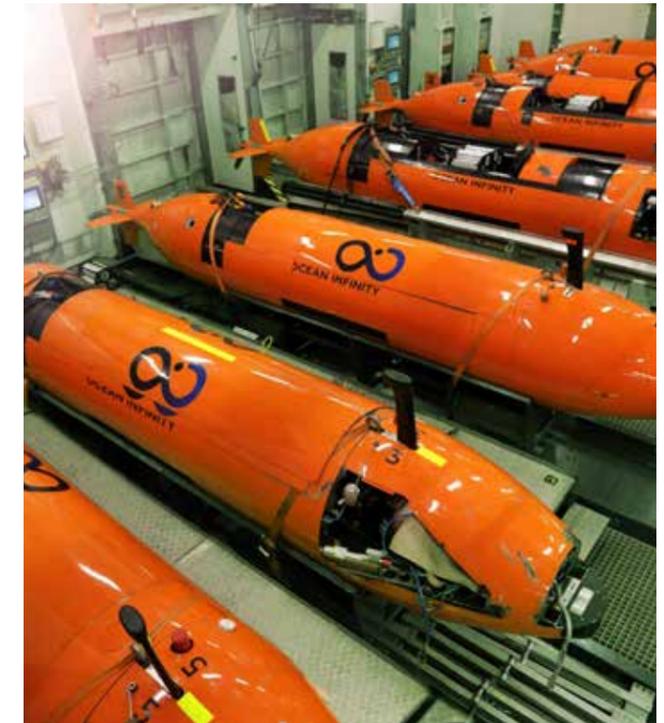


Рис. 3 Ангар с 8 АНПА в поисково-гидрографическом исполнении на судне обеспечения компании Ocean Infinity (безэкипажные катера располагаются на верхней палубе отдельно)

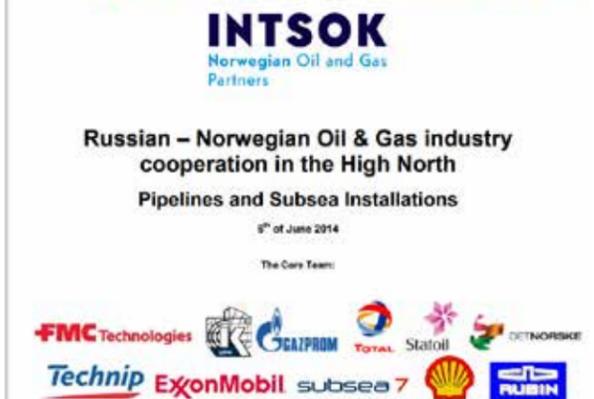


Рис. 4 Титульный лист исторического отчёта совместной Российско-Норвежской комиссии по освоению морских высокоширотных месторождений с признанием целесообразным развития резидентных технологий МРТК на инфраструктуре подводных месторождений

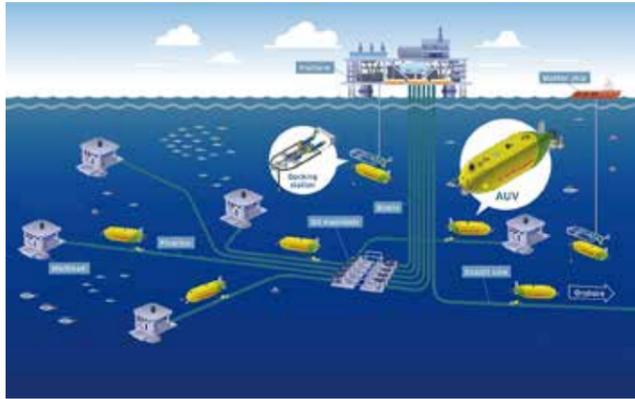


Рис. 5 Инфографика по действующему МРТК резидентного базирования в толще воды на базе АНПА для обследования МПТ



Рис. 7. Отработка автоматических операций отечественного подводного манипуляторного комплекса с использованием искусственного интеллекта в СТЗ и САУ манипуляторного

на их многолетнее использование в обслуживании донной инфраструктуры месторождений Северного моря, включая МПТ. Конечно, при данном переходе серьёзно изменился и облик МРТК. После первых апробаций ясно наметилась тенденция к «гибридизации» ТНПА и АНПА, так как кабель-трос резко ограничивал рабочую зону и манёвренность ТНПА, а отсутствие манипуляторных комплексов и сменного инструмента ограничило функционал первых резидентных АНПА.

Выводы сделаны и сегодня на рынке представлены гибридные МРТК донного резидентного базирования от ведущих производителей МРТК США, Великобритании и Италии, обеспечивающие режимы телеуправляемого, автономного, «квази-телеуправляемого» (с телеуправлением через беспроводную оптическую подводную связь) аппаратов с использованием как внешнего, так и внутреннего энергисточника. Кроме донного базирования в коммерческую эксплуатацию вступил и комплекс МРТК резидентного базирования на доковую станцию в толще воды (Рис. 5)

В России к настоящему времени в инициативном порядке АО «НПП ПТ «Океанос» и СПбГМТУ выполнен значительный объём по созданию компетенций и разработке МРТК резидентного базирования, включая создание различных гибридных платформ ТНПА /АНПА (в т.ч. глайдерного типа),

автоматизированного манипулятора, средств гидроакустической и оптической подводной беспроводной связи и навигации (рис. 6).

В 2019 г. впервые в РФ демонстратор технологий гибридного (с возможностью глайдерного движения) лёгкого интервенционного автономного необитаемого подводного аппарата ЛИ АНПА выполнил автоматический пробоотбор грунта с использованием собственной оптической системы технического зрения и позиционирования в полигоне морской робототехники СПбГМТУ. Сейчас идёт совершенствование отечественного резидентного МРТК, включая широкое внедрение искусственного интеллекта в системы автоматического управления манипуляторного комплекса и АНПА в целом для обеспечения не только когнитивного ведения операций непосредственно у объекта работ (рис. 7), но и когнитивного планирования и выполнения всей миссии. Это даёт надежду увидеть в ближайшем будущем на трассах отечественных МПТ не просто классические МРТК, а с учётом Арктических вызовов, и резидентные МРТК российского производства.

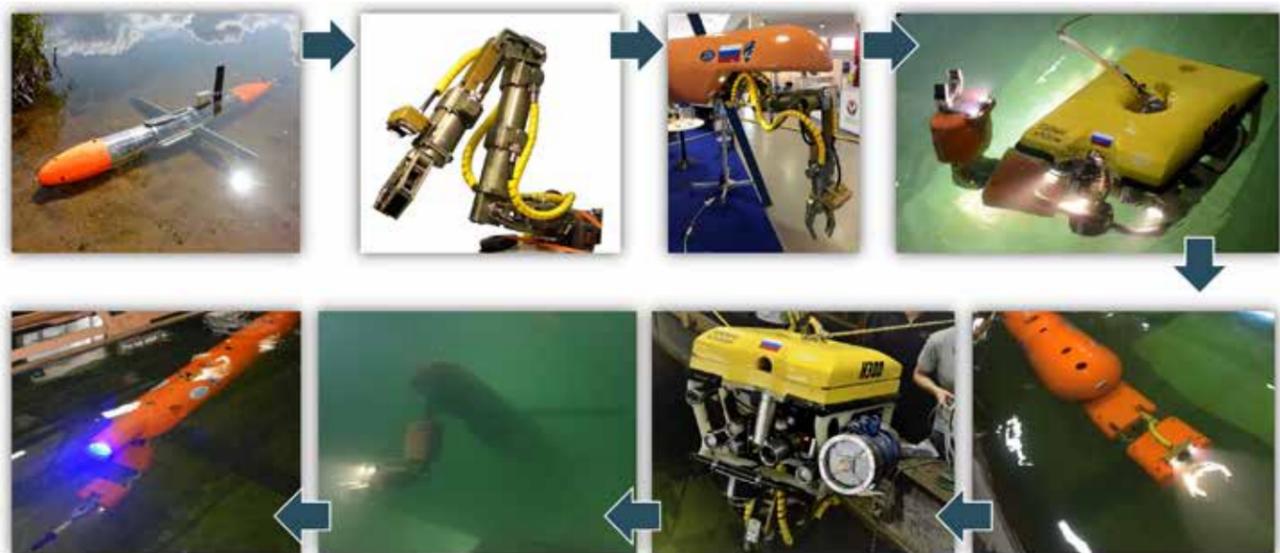


Рис. 6 Эволюционный цикл разработки отечественных МРТК резидентного базирования на примере МРТК «Океанос» - СПбГМТУ

Проектирование, производство пакерно-якорного оборудования и компоновок для нефтяных и газовых скважин

ОКТЯБРЬСКИЙ ПАКЕР
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА

БОЛЕЕ 30 ЛЕТ НА РЫНКЕ

- Персонал:** более 700 человек.
- Непрерывное производство:**
 - полный цикл от заготовки до конечного продукта;
 - 24 часа в сутки, 7 дней в неделю.
- Продукция соответствует требованиям:**
 - технического регламента таможенного союза;
 - корпоративного стандарта СТО Газпром;
 - национального стандарта INTI.
- Производственные мощности:** более 30 станков с ЧПУ ведущих мировых производителей.
- Гарантии качества:** собственная центральная заводская лаборатория и метрология.
- Сервисные центры:** г. Нижневартовск, г. Октябрьский
- Представительства:** г. Москва, г. Бузулук
- Совместное с ПАО Татнефть предприятие ОЭМЗ «Тапарт»** с. Абсалямово, РТ.
- И даже выпустили книгу о нашем предприятии!**

Основной вид деятельности предприятия:

- Разработка технологий и оборудования для ППД, добычи, ОРЗ, ОРД, ГРП, МГРП, ремонта, бурения и заканчивания скважин;
- Разработка и изготовление пакерно-якорного, клапанного оборудования и компоновок;
- Производство внутрискважинного оборудования и деталей по импортозамещению;
- Инжиниринг, сервисное обслуживание и оказание услуг по шефмонтажу всего перечня выпускаемого оборудования России, СНГ и стран ближнего зарубежья.

Общество с ограниченной ответственностью НПФ «Пакер»
452606, Республика Башкортостан,
г.Октябрьский, ул. Северная, д.7
Телефон: +7 (34767) 6-63-64
Факс: (34767) 6-75-15
E-mail: mail@npf-paker.ru,
www.npf-paker.ru

Приглашаем посетить наше предприятие



Наши технологии



Наши соц. сети



Наши вакансии



Наш каталог оборудования



СНЯТИЕ МИННОЙ ОПАСНОСТИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МГ «ДЖУБГА-ЛАЗАРЕВСКОЕ-СОЧИ»



Роман Ростиславич Лупырь, инженер, геофизик, эксперт МЭС.

Несколько слов о самом газопроводе. ДЛС – это морской магистральный газопровод высокого давления с выходом между п. Джубга и п. Лермонтово, заканчивается в п. Кудепста. Имеет отвод в п. Новомихайловка и выход возле скалы Киселева г. Туапсе. Трасса газопровода в основном пролегает на глубинах 60 - 80 метров, выходит на 13-метровую изобату при обходе палеоканьона реки Шахе. И на момент проектирования пересекала два района с остаточной минной опасностью. При выборе трасы обойти их не удалось. Было принято решение о проведении комплекса работ по снятию остаточной минной опасности.

Само снятие минной опасности в конечном результате это бюрократический акт, деловое письмо - ответ начальника штаба флота на запрос. Но для того, чтобы был получен положительный ответ необходимо проделать определенную работу.

Поиск. Для определения предметов на дне которые могут представлять опасность используются данные комплекса геофизических методов, сонарной и магнитометрической съемки и иногда комплексированы данные профилографа. Этот комплекс используется если речь идет об относительно крупных объектах таких как донная мина, торпеда или крупный артиллерийский снаряд. Это как раз случай этих районов с остаточной минной опасностью на трассе ДЛС. В одном из обозначенных районов был поставлен заградительный минный галс во время ВОВ, в другом была замечена плавающая мина. В работу пошли все материалы санарной и магнитометрической съемки начиная с 2004 года. В результате повторной обработки, комплексирования, исключения задвоинных целей и исключения предметов, которые имели

большие отличия по размерам. Итого в результате всего было выделено более 15 000 целей к осмотру.

Верификация целей. Для решения этой задачи нужна реальная видеосъемка объекта. Обычно есть два варианта: видеосъемка при помощи дайвера и при помощи ТНПА. Вариант с ДЛС из-за глубин огромного количества целей определенных к осмотру исключился, оставался вариант только с ТНПА. Для выполнения этой работы было арендовано судно «Академик Голицин» (судовладелец «Газфлот») в сквозную на два года. Работы по осмотру всех 15 000 целей заняли около двух лет. Для осмотра использовалось два ТНПА «Фалькон» и «Сабфайтер 7500». Оба аппарата выработали свой ресурс более чем по два раза. То есть на них были по нескольку раз заменены выходящие из строя детали, двигатели, винты, силовые блоки, по нескольку раз были перезаделаны несущие кабели.

Что было обнаружено. Самый распространенный объект на дне это топляк, их больше всего. Следующий это автомобильная крышка, из всех антропогенных объектов этот самый распространенный. Много объектов непонятного назначения, надо думать, это то, что моряки иногда выбрасывают за борт. И наконец одна из целей была идентифицирована как донная мина. Это было полной неожиданностью. Всегда, казалось, что за 60 лет подход к порту Туапсе должен был основательно протрален. Само «опознание» сделал специалист из министерства обороны, который специально был на борту для этой цели. Он сначала не был уверен, попросил сделать еще один спуск, пилот несколько раз заходил на объект снимал с разных сторон. И наконец в кадр попала деталь (горловина), которую эксперт знал в «лицо», и он од-



Трасса газопровода в основном пролегает на глубинах 60 - 80 метров, выходит на 13 метровую изобату при обходе палеоканьона реки Шахе. И на момент проектирования пересекала два района с остаточной минной опасностью. При выборе трасы обойти их не удалось. Было принято решение о проведении комплекса работ по снятию остаточной минной опасности

нозначно заявил что это донная мина. В течении следующих суток было найдено еще две таких же. Стало понятно, что проект по утилизации который мы писали, придется реально воплощать в жизнь. Всего было найдено 27 взрывоопасных объектов, 25 из которых донная якорная мина и 2 немецкие донные мины с массой ВВ 1000 кг. с магнитным взрывателем в алюминиевом корпусе. Донные якорные мины располагались практически в одну линию, простираение которой совпадало с простираением заградительного миного галса, а в плане они находились на 2 километра восточнее (по сравнению с архивными данными). Некоторые мины лежали просто вместе с якорем, то есть не сошли с него. Некоторые лежали рядом с якорем – это означает, что они встали на боевой взвод, но в них проникла вода раньше, чем пришел в негодность буйреп (18 лет). И так же были просто якоря, (очевидно, что по прошествии 18 лет) когда пришел в негодность буйреп, они отправились в свободное плавание.

Утилизация. Для того что бы утилизировать ВОП, необходимо поместить на него накладной заряд и подорвать его. Это можно делать при помощи ТНПА или при помощи дайвера. В случае с утилизацией на трассе ДЛС по самым разным причинам был выбран способ с водолазами. Каждый кто работал с водолазами знает, что если даже выставить водолазный бот точно в точку и запустить водолаза, то в эту точку он не попадет даже на небольших глубинах. Для того что бы дайвер попал в нужное место надо туда установить якорь и трос к нему. В момент, когда были найдены первые 3 мины на борту, был ТНПА мощностью 30 кВт. С его помощью



мы установили у каждой мины якорь весом 25 кг., веревку и буй. Но вес якоря оказался очень мал, все 3 якоря снесло течением. Перед нами стала задача как поставить якорь к мине на 80-метровой глубине имея в своем распоряжении небольшой ТНПА осмотрового класса. При этом якорь весил 150 кг. Я стал экспериментировать с самим судном, то есть ставить якорь в точку при помощи судна с DP. Выглядело это следующим образом. Бетонный якорь (2 груза по 75 кг связанные кусочком цепи) с полипропиленовым тросом втугую набивался с борта судна посередине так, что бы якорь немного висел над дном. Само судно располагалось в 50 метрах от цели. Затем спускался ТНПА, перемещался так что бы на его сонаре была четко видна цель и якорь. После этого судно лагом отправлялось на цель. Когда на сонаре было видно что якорь приближается на мостик поступала команда стоп и человек на палубе давал слабину. Затем осматривали, где стоит якорь относительно мины, рисовали кроки, поднимали ТНПА, подвязывали буйек и отходили. По началу почти ничего не получалось. Якорь шел не в ту сторону выписывал всякие пируэты. Но через некоторое время пришло понимание как правильно расположить судно относительно нагрузок на него, под каким углом отправить на цель. И методика была отработана.

Собственно работа по подрыву. После нескольких проб и ошибок общая методика работ была определена. Все выглядело следующим образом. Всего задействовано было три плавсредства «Академик Голицин», водолазный бот (Ярославец) и легкий 5-метровый РИБ. «Голицин» кроме всего прочего служил для всех базой. При помощи «Голицина» ставилось 3-4 якоря, затем взрывники подходили к бую привязывались. К ним подходил водолазный бот с него спускались три водолаза (2 шли на цель, один страхующий). Брали заряд у взрывников, спускались на цель крепили его, поднимались. «Голицин» и водолазный бот отходили подальше, и взрывники подрывали заряд. Через некоторое время «Голицин» подходил спускали ТНПА осматривали место подрыва. Эксперт давал свое заключение. И переставляли якоря к следующим целям. Таким образом был налажен небольшой конвейер. Всего было уничтожено 27 опасных объектов. Подрывов было 34, это связано с тем, что было несколько объектов безопасных, но их все равно определили к подрыву. И некоторые мины подрывали по 2 раза. Это связано с тем, что эксперт не мог однозначно сказать, что объект безопасен. Со второго раза мину уже буквально выворачивало наизнанку и было видно, что она безопасна. Детонация ВВ мины достоверно было всего три. В остальные попала вода и ВВ был на тот момент уже уничтожен.



ПОДВОДНЫЕ РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ РЕЗИДЕНТНОГО ТИПА ДЛЯ МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ



ДМИТРИЙ ВИКТОРОВИЧ ВАВИЛОВ, ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР АО ЦНИИ «КУРС»

МИХАИЛ ЮРЬЕВИЧ ГЛУЩЕНКО, ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР НТК «МОРСКИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ»

Аннотация. В статье излагаются концептуальные подходы к созданию подводной роботизированной системы, основанной на применении автономных необитаемых подводных аппаратов резидентного базирования, предназначенной для проведения подводного обследования и мониторинга технического состояния морских объектов нефтегазовых месторождений бесконтактными методами, в том числе в условиях сплошного ледового покрытия акваторий, в целях оперативного реагирования на нештатные и аварийные ситуации.

Ключевые слова: системы подводной добычи углеводородов, морские трубопроводы, подводные роботизированные комплексы, автономные подводные аппараты.

При эксплуатации оборудования систем подводной добычи углеводородов (далее – СПД¹), стационарных платформ и морских трубопроводов одной из важнейших задач является обеспечение соответствия физического состояния объектов расчетным значениям, а также экологической безопасности работ по освоению нефтегазовых месторождений, особенно в условиях замерзающих акваторий. Своевременное и достоверное выявление дефектов, правильная их идентификация позволяют определить объем и сроки необходимого технического обслуживания, что обеспечивает безаварийное освоение месторождения и поддержание проектных объемов добычи.

В условиях замерзающих акваторий доступ к подводному оборудованию для обследования, технического обслуживания и ремонта ограничен навигационным периодом и в течение длительного периода затруднен или невозможен, что зачастую не позволяет своевременно организовать все этапы обследования и оперативно реагировать на возникшие нештатные ситуации, включая проведение технического обслуживания и ремонта. Таким образом, выход из строя подводного оборудования на месторождениях в арктических морях критичнее, чем в незамерзающих акваториях.

В связи с этим возникает необходимость выполнения части подводных работ подо льдом. В настоящее время в мировой практике такие работы не выполняются, однако, с выходом проектов освоения морских месторождений на замерзающий шельф острова Сахалин (газоконденсатные месторождения Кириновское, Южно-Кириновское), задача их реализации приняла практическую направленность. При этом западными компаниями активно ведутся концептуальные проработки решений по обеспечению круглогодичного нахождения и работы подводных аппаратов на подводном

промысле месторождения.

Применение СПД при освоении морских нефтегазовых месторождений уже в настоящее время является широко внедренной технологией, позволяющей осуществлять промышленную деятельность с минимальным негативным воздействием на экологическую систему региона добычи.

В России СПД впервые установлена и введена в эксплуатацию Группой Газпром на Кириновском газоконденсатном месторождении (далее – ГКМ), расположенном на шельфе северо-восточного побережья о. Сахалин. На сегодняшний день группой компаний Газпром начато освоение Южно-Кириновского месторождения, что в краткосрочной перспективе приведет к развитию отечественных технологий подводной добычи и заметному увеличению количества объектов СПД (Рис.1).

Многолетний опыт освоения и эксплуатации СПД Кириновское ГКМ показывает, что одной из основных проблем является ограниченный период доступа к нему с целью выполнения обследования и мониторинга технического состояния, принятия мер оперативного реагирования на возникшие нештатные ситуации и проведения ремонтно-восстановительных работ. Для Кириновского ГКМ, период доступа к нему ограничен навигационным периодом от 3 до 5 месяцев. Традиционные методы обследования и мониторинга, основанные на применении специализированных судов с телеуправляемыми необитаемыми подводными аппаратами, в силу сложных ледовых условий и короткого навигационного периода в акваториях месторождений в перспективе становятся неприемлемыми по причине возрастания объема и стоимости работ ввиду увеличивающегося количества объектов СПД на существующих и перспективных месторождениях Кириновского блока.



Рис. 1. Кириновское ГКМ и Кириновский перспективный участок недр.

Состав объектов Кириновского ГКМ и технические средства, применяемые в настоящее время для выполнения подводно-технических работ, приведены на Рис. 2.

В свою очередь, сокращение объемов и периодичности обследования в связи со сложными природно-климатическими условиями, штормовыми и ледовыми нагрузками накладывает существенные риски несвоевременного выявления повреждений оборудования, вызванных явлениями техногенного, антропогенного и природного характера, деградации и дефектных состояний оборудования.

По мнению специалистов Группы Газпром, сложившаяся ситуация еще более усугубится с вводом в эксплуатацию Южно-Кириновского ГКМ. Количественный состав и площадь размещения объектов ПДК Южно-Кириновского ГКМ существенно отличаются от ПДК Кириновского месторождения. Предполагается установить 2 сборных манифольда, 17 кустовых манифольдов, подводное оборудование для обустройства 36 спутниковых скважин.

Аналогичные проблемы проведения подводного обследования и мониторинга технического состояния существуют

и для объектов подводной транспортной инфраструктуры, прежде всего магистральных газопроводов и нефтепроводов («Голубой поток», «Южный поток», «Джубга-Лазаревское-Сочи» и др.).

В качестве возможного выхода из сложившейся сложной ситуации специалистами Группы Газпром рассматривается возможность для круглогодичного решения задач диагностики и мониторинга технического состояния оборудования СПД применять подводные роботизированные комплексы резидентного базирования (далее – ПРКРБ) на основе автономных необитаемых подводных аппаратов, в течение длительного времени находящиеся в районе расположения объектов СПД.

Совместная проработка вопроса со специалистами и организациями Группы Газпром позволяет определить общие технические требования и концептуальный облик перспективного ПРКРБ.

Перспективный ПРКРБ в целях оперативного реагирования на нештатные и аварийные ситуации должен обеспечивать выполнение следующих задач в сложных физи-



Рис. 2. Состав объектов Кириновского ГКМ и технические средства, применяемые в настоящее время для выполнения подводно-технических работ.

¹Под оборудованием СПД понимается все оборудование сбора, подготовки и транспорта углеводородов, расположенное под водой, включая фонтанные арматуры, манифольды, трубопроводы с устройствами подключения, шлангокабели, системы управления с распределительными устройствами, гибкие перемычки, компрессорные станции, фундаментные и защитные конструкции.

Рис. 3. Состав перспективного ПРКРБ

| 1 АНПА | 2 СПБ | 3 КСУНУ |
|---|---|---|
| <p>АВТОНОМНЫЙ ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Осуществляет бесконтактные задачи: контроль планово-высотного состояния объектов, текущего состояния участка морского дна, экологического состояния объектов и участка морского дна в зоне размещения объектов ПДК • Оснащен специализированной аппаратурой и приборной базой • решение задач на линейных протяженных объектах и по всей площади ПДК | <p>СТАНЦИЯ ПОДВОДНОГО БАЗИРОВАНИЯ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Обеспечивает резидентное круглосуточное нахождение АНПА в районе расположения объектов ПДК в состоянии готовности к выполнению задач | <p>КОМПЛЕКС СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ, НАВИГАЦИИ И СВЯЗИ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Задача управления необитаемыми подводными аппаратами, информационного обмена, получения актуальных данных о техническом состоянии объектов ПДК и окружающей среды • Ключевые элементы – аппаратура берегового поста, управления и универсальный модуль навигации и связи (УМНС) |

ко-географических условиях сплошного ледового покрытия акваторий при эксплуатации морских нефтегазовых сооружений, оборудования СПД и магистральных подводных трубопроводов:

- поиска и локализации аварийных участков, утечек флюидов, посторонних техногенных объектов, следов внешнего воздействия на элементы СПД, последствий природных явлений;
- подводного обследования и мониторинга технического состояния морских объектов бесконтактными методами;
- мониторинга рельефа и структуры дна на площадке размещения оборудования СПД;
- экологического мониторинга состояния объектов и района размещения оборудования СПД.

Перспективный ПРКРБ должен включать в свой состав автономные необитаемые подводные аппараты (далее – АНПА), построенные по модульному принципу, подводные станции базирования (далее – СПБ) и комплекс средств управления, навигации и связи (Рис. 3).

Комплекс средств управления, навигации и связи (далее – КСУНС) предназначен для поддержки работы АНПА по обследованию и мониторингу технического состояния объектов ПДК и должна обеспечивать:

- высокоточную навигационную поддержку при работе аппаратов на всей площадке ПДК и прецизионную навигацию в окрестности инспектируемых объектов;
- информационный обмен между береговым постом управления и подводными аппаратами, выполняющими рабочие миссии или находящимися в условиях базирования;
- управление подводной и надводной инфраструктурой, развернутой для обеспечения работ роботизированного комплекса.

КСУНС должен включать в свой состав береговой и мобильный посты управления и связи, комплекты универсаль-

ных модулей навигации и связи (далее – УМНС, Рис. 4).

КСУНС должен обеспечивать решение следующих задач: определения местоположения АНПА (привязки его к географическим координатам) в зоне его действия;

- передачи сигналов телеуправления и навигационных определений на борт АНПА по каналам гидроакустической связи в зоне их действия;
- приема телеметрической и специальной информации от АНПА по каналам гидроакустической связи;
- обеспечения двустороннего цифрового информационного обмена АНПА и СПБ по предусмотренным каналам связи – гидроакустическому, оптическому, радио;
- подготовки и ввода программ-заданий в бортовые системы управления АНПА;
- верификации типовых элементов программных заданий для АНПА и программного задания на текущий запуск АНПА на 3D-модели подводного месторождения углеводородов с использованием «электронного двойника» АНПА;
- проведения предстартовых (контрольных) проверок бортовых систем АНПА;
- коррекции программ-заданий для АНПА по каналам связи;
- обеспечения приема измерительной информации по каналам связи с борта АНПА;
- сбора и отображения текущей (навигационной и телеметрической) информации, характеризующей ход выполнения АНПА программ-заданий;
- автоматизированное формирование и передача регламентированных команд телеуправления в случаях возникновения с АНПА внештатных ситуаций;
- формирование отчетов по результатам выполнения АНПА программ-заданий;
- автоматизированного сбора, накопления, обработки, отображения и анализа информации о состоянии объектов СПД, зарегистрированных средствами системы

- технического зрения АНПА;
- интеллектуальной обработки информации о состоянии объектов СПД и внешней среды, зарегистрированной АНПА, выявления изменений в состоянии элементов оборудования СПД и внешней среды, происшедших с момента предыдущего запуска АНПА;
- автоматизированного формирования отчетов о результатах инспектирования элементов оборудования СПД и внешней среды.

При этом к оборудованию из состава КСУНС, по мнению специалистов Группы Газпром должны предъявляться следующие нижеприведенные требования.

В состав берегового аппаратуры берегового поста управления должны входить:

- автоматизированное рабочее место оператора АНПА;
- автоматизированное рабочее место для обработки данных обследования, зарегистрированных АНПА;
- элементы системы радиосвязи;
- кабельные интерфейсы связи со станцией подводного базирования.
- аппаратуру управления гидроакустическими средствами навигации связи.

В состав средств гидроакустической навигации КСУНС должны входить:

- 1). Система гидроакустической навигации большой дальности по району ПДК (ГАНС-СЧ):
 - тип системы – асинхронная, дальномерная с длинной базой (определение местоположения АНПА осуществляется по дальностям, измеренным от гидроакустических маяков, предварительно установленных на объектах ПДК, в точках с известными координатами);
 - диапазон рабочих частот (СЧ, предварительно) – 8-12 кГц;
 - дальность действия до 10 км;
 - ошибка измерения координат – не более 10 м.
- 2). Система локальной прецизионной гидроакустической навигации в окрестности объекта (ГАНС-ВЧ):
 - тип системы – асинхронная, дальномерная с короткой базой (определение местоположения АНПА осуществ-

- вляется по дальностям, измеренным от гидроакустических маяков, предварительно установленных на объектах ПДК, в точках с известными координатами);
- диапазон рабочих частот (предварительно) – 100-200 кГц;
- дальность действия до 200 м;
- ошибка измерения координат – не более 0,10 м;
- на борту АНПА устанавливается передающая и четырехэлементная приемная антенны системы.

Гидроакустические средства навигации и связи из состава ГАНС-СЧ и ГАНС-ВЧ включаются в состав АНПА и в состав УМНС, размещаемых в непосредственной близости от объектов ПДК, подлежащих периодическому обследованию.

В состав средств гидроакустической связи КСУНС должны входить:

- 1). Система среднечастотной гидроакустической связи (ГАСС-СЧ):
 - диапазон рабочих частот (СЧ, предварительно) – 8–12 кГц;
 - дальность действия – до 10 км;
 - возможность передачи не менее 10 команд телеуправления АНПА и не менее 10 параметров телеметрии от АПНА.

Аппаратура ГАСС-СЧ может быть совмещена с аппаратурой ГАНС-СЧ.

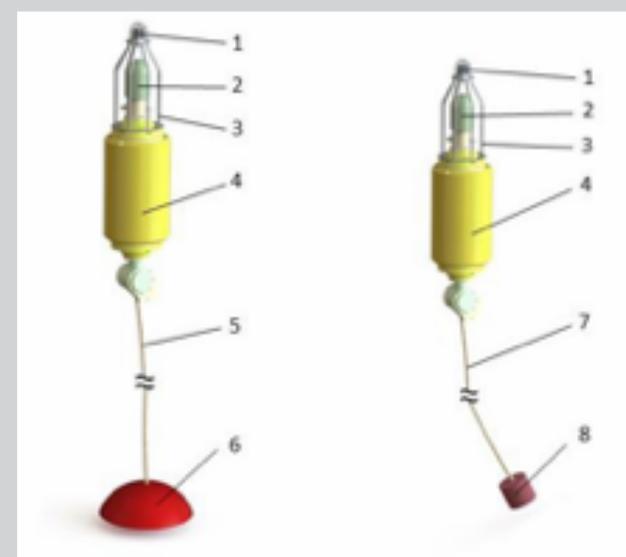
2). Система высокочастотной гидроакустической связи (ГАСС-ВЧ):

- диапазон рабочих частот (ВЧ, предварительно) – 100–200 кГц;
- дальность действия – до 200 м;
- возможность обеспечения информационного обмена между УМНС и АНПА со скоростью до 30 кбит/с.

Аппаратура ГАСС-ВЧ может быть совмещена с аппаратурой ГАНС-ВЧ.

Аппаратура оптической связи, входящая в состав КСУНС, должна обеспечивать информационный обмен между АНПА и УМНС о, на которых установлены маяки с оптической аппаратурой со скоростью информационного обмена – до 20 Мбит/с, на дальности – до 100 м.

Аппаратура радиосвязи, входящая в состав КСУНС, долж-



Универсальный модуль навигации и связи (УМНС) – устройство, включающее в свой состав гидроакустические средства ГАНС-СЧ, ГАСС-СЧ, ГАНС-ВЧ, ГАСС-ВЧ, средства оптической подводной связи

- Основные технические характеристики УМНС:
- скорость информационного обмена по оптоволоконному кабелю – не менее 50 Мбит/с;
 - электропитание аппаратуры УМНС осуществляется по силовым жилам кабеля ЭИКС или от автономного источника, потребляемая мощность – не более 100 Вт;
 - габаритные размеры – не более $\varnothing 0.5 \times 1.0$ м;
 - автономность работы – не менее 12 месяцев;
 - масса – не более 100 кг.

Рис. 4. Универсальные модули навигации и связи.

1 – антенна ГАНС-ВЧ, 2 – антенна ГАНС-СЧ, 3 – ограждение антенн, 4 – прочный контейнер ГАМ, 5 – якорный трос, 6 – якорь, 7 – кабель связи ГАМ, 8 – герморазъем

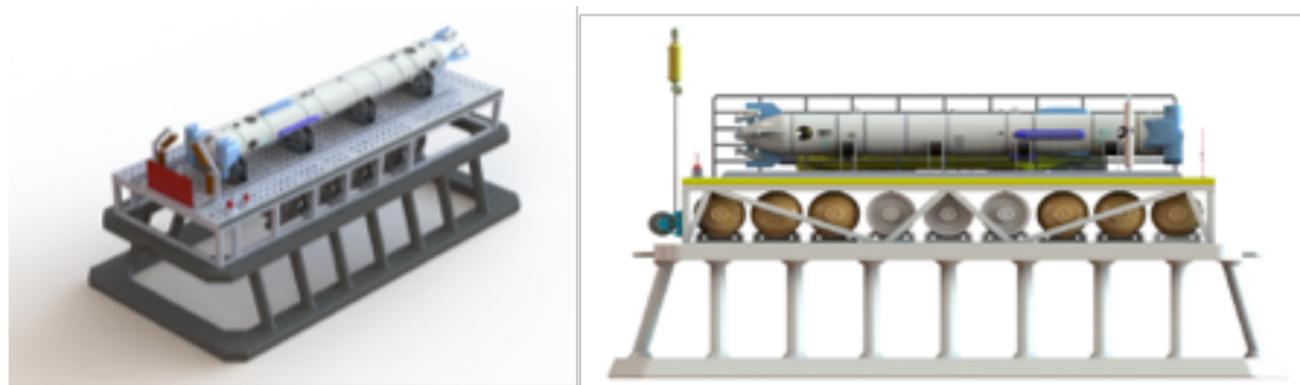


Рис. 5. Общий вид СПБ с находящимся на ней АНПА.

на обеспечивать информационный обмен между АНПА и пунктом управления ПРКРБ. Аппаратура радиосвязи в составе АНПА, совмещенная с приемником спутниковой навигационной системы (СНС), предназначена для передачи данных и управления подводным аппаратом на поверхности моря в условиях открытой воды, а также для определения координат АНПА с помощью приемника СНС.

АНПА предназначен для:

- определения технического состояния оборудования СПД бесконтактными методами при помощи системы технического зрения;
 - автоматизированного определения планово-высотного положения линейных объектов, в том числе заглубленных в морское дно, и оборудования СПД при помощи системы технического зрения;
 - автоматизированного сбора данных в отношении рельефа и структуры дна, идентификации посторонних объектов с помощью бортовой системы технического зрения и фотоаппаратуры;
 - автоматизированного измерения физико-химических полей с помощью комплекта установленных датчиков.
- В состав АНПА должны входить:
- корпусная система;
 - система энергообеспечения на основе аккумуляторных батарей, которая должна обеспечивать работу всех

В России СПД впервые установлена и введена в эксплуатацию Группой Газпром на Кирином газоконденсатном месторождении (далее – ГКМ), расположенном на шельфе северо-восточного побережья о. Сахалин. На сегодняшний день группой компаний Газпром начато освоение Южно-Кириного месторождения, что в краткосрочной перспективе приведет к развитию отечественных технологий подводной добычи и заметному увеличению количества объектов СПД

систем и механизмов аппарата, движение аппарата на всех режимах его использования, с заданными скоростями, с временем непрерывной работы без подзарядки аккумуляторных батарей не менее 24 часов, иметь аварийный резерв энергетической мощности;

- движительно-рулевой комплекс;
- система бортового управления и навигации, которая должна обеспечивать выполнение заданной программы-задания (маршрутного задания), управление всеми системами аппарата во всех режимах работы, загрузку программы-задания (маршрутного задания) аппарата и ее тестирование, контроль состояния (диагностику) систем аппарата в процессе выполнения программы-задания (маршрутного задания), обход препятствий аппаратом по курсу следования, формирование данных о местоположении и ориентации аппарата с точностью, обеспечивающей выполнение задач и выхода в заданную точку, поиск и автоматическое движение вдоль линейных протяженных объектов, поиск и автоматический осмотр посторонних предметов, текущую обработку установленных данных и их интерпретацию для оперативной коррекции программы-задания (маршрутного задания) по установленным критериям, наведение на СПБ и стыковку с СПБ, аварийное всплытие и подачу сигнала бедствия, перемещение АНПА от берега до СПБ и обратно;
- элементы из состава КСУНС (бортовые средства гидроакустической навигации и связи), обеспечивающие определение координат АНПА на его борту и на посту управления, телеуправление АНПА с использованием стандартных команд, обмен информацией между АНПА и постом управления;
- средства радиосвязи, обеспечивающие связь между АНПА и аппаратурой КСУНС берегового или мобильного пункта управления, управление аппаратом в надводном положении с берегового или мобильного пункта управления (в пределах прямой радиовидимости);
- световой маяк, обеспечивающий визуальное обнаружение АНПА на дистанции до 600 м при его аварийном всплытии в темное время суток;
- система технического зрения;
- приемный терминал системы бесконтактной передачи энергии, обеспечивающий бесконтактную передачу энергии на борт АНПА при нахождении АНПА на СПБ и имеющий мощность не менее 2 кВт;
- терминал системы бесконтактного подводного информационного обмена, обеспечивающий информационный обмен с пунктом управления при нахождении АНПА на СПБ со скоростью не менее 50 Мбит/с;
- комплект освещения;
- комплект датчиков физико-химических параметров

водной среды: датчик температуры, датчик солености, датчик скорости звука в воде, датчики измерения концентрации растворенного метана и нефти.

Выполненная совместно со специалистами Группы Газпром проработка показала, что АНПА должен иметь следующие основные технические характеристики:

- массу в воздухе – не более 1000 кг;
 - максимальные габариты (без выступающих частей) – ширина не более 0,8 метра, высота не более 0,8 м, длина не более 3 метров;
 - автономность (время работы без подзарядки АБ) – не менее 36 ч;
 - скорость движения вперед – от 0 до 6 узлов;
 - скорость движения лагом – от 0 до 2 узлов;
 - скорость движения вертикальная – от 0 до 6 узлов;
 - предельную глубину – 500 м;
 - дальность хода – до 150 км (в зависимости от режима использования);
 - разрешение гироскопа – не более 0,01 градуса;
 - динамическую точность курсоуказания – не более 0,5 градуса/с;
 - динамическую точность определения крена/дифферента не более 0,1 градуса/с;
 - точность автоматического удержания глубины – ±150 мм;
 - точность автоматического удержания расстояния до грунта – ±150 мм;
 - точность автоматического удержания дифферента – ±1°
- АНПА должен обеспечивать в автоматическом режиме:
- батиметрическую съемку рельефа морского дна и оборудования СПД с помощью многолучевого эхолота;
 - съемку рельефа морского дна и оборудования СПД с помощью трехмерного лазерного сканера;
 - съемку рельефа морского дна и оборудования СПД с помощью гидролокатора бокового обзора;
 - съемку придонного слоя грунта с помощью акустического профилографа;
 - поиск металлогенных объектов с помощью электромагнитного искателя;
 - определение пространственного положения линейных объектов: индукционный поиск, поиск по пассивной намагниченности, поиск по тоновому сигналу;
 - измерение градиента электрического поля;
 - съемку морского дна и оборудования СПД с помощью фото-, видеосистемы с возможностью зависания над оборудованием или вблизи него;
 - обнаружение объектов антропогенного и природного происхождения на дне размерами от 0,3 м;
 - синхронизированная по времени запись и накопление всей измеряемой информации с привязкой к географическим координатам, пикетам трасс линейных объектов и траектории движения аппарата в течение всего времени его работы и возможностью ее воспроизведения, обработки;
 - старт и завершение программ-заданий с СПБ или причального сооружения, или борта обеспечивающего судна;
 - автоматический подход, причаливание и докование к СПБ;
 - обнаружение препятствий по курсу следования и их автоматический обход.

Система технического зрения АНПА должна включать в себя:

- гидролокатор бокового обзора, обеспечивающий обзорно-поисковую съемку дна с полосой обзора не менее 100 м на каждый борт;
- гидролокатор секторного обзора, имеющий разрешающую способность – не более 2 мм на дистанции от 1 до

Учитывая перспективы освоения месторождений углеводородов на шельфе замерзающих морей Российской Федерации, а также накладываемые на Российский арктический шельф санкционные ограничения по использованию зарубежного оборудования и технологий, разработка отечественного роботизированного комплекса для выполнения работ в ледовых условиях на подводных объектах СПД является крайне актуальной и своевременной задачей.

4 м и не более 10 мм на дистанции 5 м и более, а также минимальное рабочее расстояние – не более 150 мм;

- акустический профилограф, который должен обеспечивать зондирование морского дна на глубину до 30 м;
- электромагнитный искатель, который должен обеспечивать обнаружение металлогенных объектов, находящихся на грунте, либо заиленных на отстоянии АНПА от дна – до 2 м;
- фотоаппаратуру, обеспечивающую возможность проведения видеосъемки в черно-белом и цветном изображении при скорости движения до 1 узла;
- многолучевой эхолот, который должен обеспечивать выполнение детальной съемки рельефа морского дна в районах размещения объектов ПДК;
- лазерный сканер, обеспечивающий выполнение детальной съемки объектов ПДК;
- лазерный указатель, обеспечивающий подсветку обследуемых при фото/видеосъемке объектов и характерных особенностей дна световой линией и/или точкой на определенном расстоянии;
- измеритель катодного потенциала, обеспечивающий измерение градиента электрического поля при обследовании линейных объектов, в том числе заглубленных до 5 м;
- блок регистрации получаемой информации.

Станция подводного базирования (СПБ, Рис. 5) предназначена для:

- размещения на морском дне в районе расположения оборудования СПД АНПА и средств управления, навигации и связи ПРКРБ в течение всего срока выполнения работ;
- обеспечения электроэнергией АНПА с использованием бесконтактных методов передачи энергии;
- обеспечения АНПА каналами приема-передачи информации с береговым постом управления;
- обеспечение защиты оборудования ПРКРБ от воздействий техногенного и природного характера.

СПБ должна обеспечивать:

- возможность многократной поставки на дно и пребывания в подводном положении с сохранением всех функций сроком не менее 24 месяцев;

Модель использования РТК



АНПА находится на борту СПБ. Выполняется заряд АКБ. Проводится диагностика технического состояния АНПА. Оператор берегового пункта управления готовит маршрутное задание АНПА



Маршрутное задание АНПА передается на СПБ по кабельной линии связи. СПБ связана с АНПА бесконтактным информационным каналом. АНПА стартует с СПБ. Контроль пуска обеспечивается визуальными и гидроакустическими средствами



АНПА следует к объектам СПД, осуществляет их обследование в полностью автономном режиме. Навигация и управление АНПА при работе по площадным объектам поддерживаются гидроакустическими средствами размещенными на площадке ПДК и оптико-гидроакустическими при работе непосредственно на объектах



Оператор берегового пункта управления анализирует зарегистрированные АНПА данные



АНПА возвращается на СПБ. Приведение, прием и фиксацию АНПА обеспечивают соответствующие средства на борту АНПА и СПБ. Оператор контролирует возвращение визуальными и гидроакустическими средствами. Зарегистрированные АНПА данные передаются на береговой пункт управления через СПБ по кабельной линии связи.

Рис. 6. Возможная модель использования перспективного ПКРБ при проведении подводного обследования и мониторинга технического состояния морских объектов нефтегазовых месторождений бесконтактными методами

Применение СПД при освоении морских нефтегазовых месторождений уже в настоящее время является широко внедренной технологией, позволяющей осуществлять промышленную деятельность с минимальным негативным воздействием на экологическую систему региона добычи.

- сохранение стабильного положения в течение всего срока нахождения на морском дне;
- размещение АНПА на штатных ложементках;
- сопряжение передающего терминала системы бесконтактной передачи энергии с приемными терминалами в составе АНПА;
- сопряжение передающего терминала беспроводного информационного обмена с терминалами в составе АНПА;
- выпуск и прием поверхностного модуля связи с радио-

модемом и радиоантенной, дополнительно устанавливаемого на СПБ для проведения натурных испытаний (в случае невозможности прокладки информационного оптоволоконного кабеля связи между СПБ и пунктом управления);

- защиту оборудования РК от падающих предметов и тралового воздействия, раскрытие и закрытие противотраловой защиты.

В состав СПБ должны входить:

- 1) фундамент, пространственная несущая конструкция, противотраловая защита. Все перечисленные элементы должны иметь различимую окраску и лакокрасочные покрытия, предотвращающие обрастание биотой;
- 2) система энергообеспечения, обеспечивающая электроэнергией работу всех систем СПБ и зарядку аккумуляторных батарей АНПА. В этих целях СПБ подключается к специально проложенной энергоинформационной кабельной системе, соединяющей СПБ с береговым постом управления;
- 3) система управления, обеспечивающая контроль текущего состояния и управление работой всех систем СПБ, удаленное управление (со стороны оператора поста управления) работой систем и устройств станции, управление работой установленных на СПБ элементов КСУНС (прежде всего УМНС и аппаратуры видеонаблюдения);
- 4) УМНС, устанавливаемый на СПБ и обеспечивающий связь СПБ с АНПА, а также его навигацию, приведение и докование;



5) аппаратура видеонаблюдения, обеспечивающая визуальный контроль оператором берегового пункта управления обстановки в непосредственной близости от станции подводного базирования, а также видеофиксацию работы механизмов и устройств СПБ;

6) передающий терминал системы бесконтактной передачи энергии, обеспечивающий передачу в нагрузку мощности до 2 кВт;

7) передающий терминал системы бесконтактного подводного информационного обмена, обеспечивающий информационный обмен со скоростью не менее 50 Мбит/с между пунктом управления и АНПА при нахождении АНПА в штатном положении на СПБ;

8) система отдачи и приема поверхностного модуля радиосвязи, обеспечивающего реализацию информационного обмена данными между пунктом управления и АНПА, находящимся на СПБ, на удалении до 50 км;

9) система раскрытия противотраловой защиты, обеспечивающая защиту АНПА, а также всех систем и механизмов СПБ от внешних механических воздействий, в том числе от потенциально возможных контактов со средствами осуществления рыбного промысла;

10) комплект датчиков среды.

СПБ должен иметь следующие основные ТТХ:

- массу в воздухе - не более 10 000 кг;
- максимальные габариты - 4,0 x 5,0 x 10,0 м;
- периодичность технического обслуживания - не менее 24 месяцев;
- предельную глубину - до 500 м.

Возможная модель использования перспективного ПКРБ при проведении подводного обследования и мониторинга технического состояния морских объектов нефтегазовых месторождений бесконтактными методами проиллюстрирована на Рис. 6.

Учитывая перспективы освоения месторождений углеводородов на шельфе замерзающих морей Российской Феде-

рации, а также накладываемые на Российский арктический шельф санкционные ограничения по использованию зарубежного оборудования и технологий, разработка отечественного роботизированного комплекса для выполнения работ в ледовых условиях на подводных объектах СПД является крайне актуальной и своевременной задачей.

При создании перспективного ПКРБ возможно использование научно-технического задела предприятий АО «КМП» и научных и производственных организаций-партнеров, имеющих действующие образцы робототехнических средств автономного исполнения, а также положительный и богатый опыт их эксплуатации.

Разработка и введение перспективного ПКРБ в эксплуатацию позволит существенно повысить уровень промышленной безопасности при освоении морских нефтегазовых месторождений и снизить риски загрязнения окружающей среды, сформировать научный-технический задел для развития нового перспективного направления в области подводной робототехники, систем мониторинга, управления и связи, обеспечить технологическую независимость от иностранных компаний. Своевременное получение информации о состоянии оборудования СПД позволит оператору месторождения принять меры оперативного реагирования, заблаговременно подготовиться к выполнению необходимых ремонтных работ и минимизировать риски возникновения инцидентов и аварий на опасном производственном объекте с экологическими, финансовыми и репутационными последствиями.

Наиболее значимым эффектом от создания и последующего использования подводного роботизированного комплекса будет являться разработка новых технологий, применение и дальнейшее развитие которых позволит отечественной науке и промышленности решить задачу освоения ресурсов не только замерзающих акваторий Охотского моря, но и Арктического шельфа Российской Федерации.

НПО «АВРОРА»: НАУКА И ТЕХНИКА ОБЕСПЕЧИВАЮТ ФЛОТ РОССИИ



АО «Концерн «НПО «Аврора» сегодня представляет собой уникальный комплекс, обеспечивающий научные исследования, проектирование, изготовление, испытания и поддержку эксплуатации автоматизированных систем обеспечивающих флот России.



Основными видами деятельности концерна являются разработка, изготовление, поставка сервисное обслуживание и ремонт:

- автоматизированных систем управления техническими средствами, боевых информационно-управляющих систем для надводных кораблей, подводных лодок, подводных аппаратов, морских и речных судов всех типов и классов;
- тренажеров для обучения экипажей кораблей и судов различного назначения, подводных аппаратов;
- систем управления ядерными, газотурбинными, дизельными и другими видами энергетических установок;
- автоматизированных систем управления производственными, технологическими и энергетическими объектами, объектами транспорта и портовыми сооружениями, технологическими процессами добычи, переработки и транспортировки нефти и газа.

Для повышения конкурентной способности продукции, снижения цен при сохранении высоких качественных характеристик, повышения эффективности процессов управления, в концерне внедрены современные технологии проектирования, включающие системы управления проектами, системы автоматизированного проектирования и другие.

Предприятие обеспечивает повышение квалификации своих работников по основным направлениям деятельности и подготовку научных кадров. На базе АО «НПО «Аврора» действует диссертационный совет.

На предприятии создан Центр сервиса и экспорта, осуществляющий гарантийное и послегарантийное обслуживание систем и комплексов в процессе их эксплуатации.

Начиная с 2016 года в АО «Концерн «НПО «Аврора» создается автономный необитаемый подводный аппарат (АНПА) легкого класса на основе программно-модульной платформы. Такой подход позволяет на базе унифицированных технических решений комплектовать морской подводный роботизированный комплекс различными функциональными отсеками под конкретные задачи: поисковые, поисково-обследовательские, измерительные и т.д.

В настоящее время АО «Концерн «НПО «Аврора» разрабатывает и поставляет интегрированные комплексы систем управления, включающее интегрированные мостиковые системы (комплексные морские системы) для речных и морских судов различных классов.

В 2024 году ведущие эксперты концерна приняли участие в работе Межведомственного экспертного совета по безопасности морских подводных трубопроводов и объектов. Наиболее актуальной стала тема развития отечественных беспилотных систем и робототехнических комплексов. Инженерная группа экспертов научно-производственного концерна «Аврора» вошла в состав рабочей группы МЭС по данной тематике.

Материал подготовлен по источникам <https://www.avrorasystems.com/ru/>

РАБОЧАЯ ГРУППА МЭС ПО ПОДВОДНЫМ БЕСПИЛОТНЫМ СИСТЕМАМ – ВЫЕЗДНАЯ СЕССИЯ. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ.



Апрель, 2024г., г. Санкт-Петербург. «Концерн «НПО «Аврора». На базе стендово-испытательных мощностей АО «Концерн «НПО «Аврора» прошла выездная сессия рабочей группы по подводным беспилотным системам, робототехническим комплексам и сопутствующим технологиям Межведомственного Экспертного Совета (МЭС) по безопасности морских подводных трубопроводов под руководством заместителя председателя МЭС Лещенко Виктора Викторовича.

В деятельности рабочей группы приняли участие эксперты:

- ПАО «ГАЗПРОМ»,
- АО «Концерн «НПО «Аврора»,
- ФГБОУ ВО СПбГМТУ,
- АО «НПП ПТ «Океанос».

Рабочая группа ознакомилась с практическими результатами развития техники и технологий морских подводных робототехнических систем и комплексов.

Участникам впервые был продемонстрирован модельный ряд действующих образцов автономных и гибридных необитаемых подводных аппаратов модульной конструкции типа «РИФ» разработки и производства АО «Концерн «НПО «Аврора». Эти аппараты оснащены энергетическими системами различного генезиса, включая отечественную воздушно-независимую энергетическую установку, а также целым спектром исключительно отечественных модульных отсеков полезных нагрузок: гидроакустический поиск, связь и навигация, оптические системы обнаружения и идентификации, автоматизированный манипуляторный комплекс.

Рабочей группе впервые были представлены разработки в области искусственного интеллекта на базе отечественного автономного подводного манипуляторного комплекса (с когнитивным типом системы автоматического управления) для установки на автономные, телеуправляемые и гибридные необитаемые подводные аппараты классического и резидентного исполнения. Работы ведутся АО «НПП ПТ «Оке-



анос» в содружестве с СПбГМТУ и являются следующим шагом в развитии технологий, апробированных ранее на демонстраторе технологий интервенционного автономного подводного необитаемого аппарата типа ЛИ АНПА.

Отличительная особенность демонстрируемых разработок - применение 100% отечественного ПО, начиная с операционных систем и заканчивая прикладными полнофункциональными программными модулями для подготовки и эмулирования автономных миссий необитаемых аппаратов «на суше», а также обеспечивающих адаптивность систем автоматического управления необитаемых подводных аппаратов и/или их отдельных подсистем (манипуляторных комплексов, сенсорики и т.п.) непосредственно в ходе одиночной или групповой миссии.

По результатам выездной сессии отмечена своевременность и актуальность практических результатов продемонстрированных работ, обеспечивающих парадигму комплексной, межведомственной реализации доктрин цифровизации и роботизации. Намечен конкретный план взаимодействия, в частности позволяющий обеспечить решение текущей проблематики эксплуатации морских подводных трубопроводов в районах с сложными ледовыми условиями по перспективным направлениям, соответствующим общемировым тенденциям развития подводных технологий.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СКВАЖИН – ПРОРЫВ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



Интервью с заслуженным работником нефтяной и газовой промышленности РФ, директором «НОВЫЕ СКВАЖИННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» Бикиняевым Равилем Ахияровичем.



ООО "НОВЫЕ СКВАЖИННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"

- Уважаемый Равиль Ахиярович в чем Вы видите главную составляющую успеха работы Вашей инновационной компании?

- Понимая, по сути, некоторую отдаленность характера занимаемой нашим предприятием «НОВЫЕ СКВАЖИННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» производственной деятельности и сущностью морской науки и техники приходим к выводу, что в масштабных проектах, в том числе и государственных, в любом случае надо изначально опираться на кадры.

По опыту работы нашего предприятия при разработке и внедрению новых технологий, именно направленных на восстановление и улучшение работоспособности скважин любого назначения, считаю важным отметить, что успех обеспечен, когда специалист знает досконально все скважинные процессы, в том числе, как в статике, так и в динамике.

- Могли бы Вы назвать, результаты примеры такой профессиональной слаженной работы?

- Сегодня мы с гордостью можем отметить, что разработанное нашими специалистами отечественное оборудование по заданию заказчика - ООО «Газпром», успешно сработало на скважинах Астраханского ГКМ. Это в тяжелейших условиях сероводородной агрессии оборудование успешно отработало при сплошном фрезеровании 35 метров перфорированного интервала эксплуатационной колонны на глубине 4000 м.

На этом же месторождении другое оборудование, наше, как говорится, смогло успешно отфрезеровать параллельно, впервые в отечественной практике, одновременно уже 2 колонны (178 и 245 мм), на 3-х участках скважины по 10 метров. Это сделано на нашем родном, отечественном оборудовании и никакого импорта!

- Есть ли еще какие-нибудь технические достижения у Вашей компании?

- У нас на вооружении есть и успешно отработанная на

сотнях скважин технология кардинального отсечения водопритока в продуктивные пласты, то есть резкое снижение обводненности добывающих скважин. Это когда сплошно отфрезеровывается участок уже практически не нужной ЭК, более того препятствующей водоизоляции и после расширения ствола в этом интервале устанавливается цементный мост с расширяющими добавками.

- Расскажите пожалуйста об эксклюзивном нововведении, применяемом вами для ликвидации негерметичности?

- Ни для кого не секрет, что немало полезных отечественных разработок, не найдя возможности опробоваться на производственных объектах, зачастую по причине элементарного «инженерного тугоумия» ответственных руководителей, так и остаются пылиться на полках. Одним из таких наших инженерных разработок до недавних пор являлось применение «расширяемой летучки» для ликвидации негерметичности ЭК в скважинах. Однако же смогли убедить руководителей-нефтяников Татарии и ООО «РН-Пурнефтегаза», о, так сказать полезности данного инженерного решения. Кстати, надо сказать, что над решением этой проблемы занимались лучшие профессорские умы нефтяников Татарии. Дело стронулось с мертвой точки!

- В целом Ваша компания занимается больше обеспечением эксплуатации скважин или профилактикой аварийных ситуаций?

Мы осуществляем инженерные услуги по ликвидации аварий и инцидентов на скважинах с собственным поставляемым оборудованием, предоставлением верхних приводов.

В процессе производственной деятельности приходилось решать и неординарные задачи.

Например: в ООО «РН-Пурнефтегаз» имеется немалое по размерам Комсомольское нефтегазовое месторождение. В длину 40км. и ширину 20км. Как выяснилось, данное месторождение из-за не восполняемого отбора ООО «Газпром» газа из сводовой части, начало проседать. Надо иметь ввиду, что нефть из нижележащих пластов отбирается другим недропользователем ОАО НК «Роснефть», а это более чем 600 скважин. Соответственно эти скважины конструктивно из-за проседания месторождения (на сегодня уже более чем 3метра) начали выходить из строя. С этой непонятной, а на деле простой ситуацией разобрались наши специалисты и совместно с руководителями ООО «РН-Пурнефтегаз» нашли выход из этой неординарной ситуации.

Вот так вот интересно живем и работаем!

МОРСКИЕ ПОКРЫТИЯ

КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ И ОБРАСТАНИЯ СУДОВ

ECOMAST



ЗАВОД ПРОИЗВОДИТ ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ **ECOMAST**

- ДЛЯ:
- СУДОВ НЕОГРАНИЧЕННОГО РАЙОНА ПЛАВАНИЯ
 - СУДОВ ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ
 - ПРИБРЕЖНО-ПОРТОВЫХ СТРОЕНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
 - ПОРТОВЫХ И МОРСКИХ КРАНОВ И ОБОРУДОВАНИЯ
 - ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

МАТЕРИАЛЫ ОДОБРЕНЫ РКО И РМРС



ПОДВОДНАЯ ЧАСТЬ КОРПУСА СУДА



ЛЕДОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ



НАДВОДНАЯ ЧАСТЬ КОРПУСА СУДА И НАДСТРОЙКИ



БАЛЛАСТНЫЕ, ГРУЗОБАЛЛАСТНЫЕ ГРУЗОВЫЕ ТАНКИ, ЕМКОСТИ И ЦИСТЕРНЫ



ВНУТРЕННИЕ ЖИЛЫЕ И СЛУЖЕБНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ



ГРУНТ ДЛЯ МЕЖОПЕРАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛА И СВАРНЫХ ШВОВ



ЛКМ ДЛЯ ЛОДОК И КАТЕРОВ



для судостроения и судоремонта

+7 (812) **335-95-69** **ECOMAST.COM**

«НЕФТЕГАЗДИАГНОСТИКА»: МУФТЫ ДЛЯ РЕМОНТА МОРСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ- НАДЕЖНО, ЭФФЕКТИВНО, ОПЕРАТИВНО!



Группа компаний «Нефтегаздиагностика»:

ООО «НТЦ «Нефтегаздиагностика» - разработчик средств контроля и ремонта МПТ, с собственной лабораторией неразрушающего контроля и группой прочности. Предприятие имеет 25 летний опыт диагностирования и обследования нефтегазопроводов. Сегодня, «НТЦ «Нефтегаздиагностика» одно из ведущих предприятий в области обеспечения промышленной безопасности имеющее богатейший опыт проведения внутритрубных обследований трубопроводов интеллектуальными диагностическими приборами – безусловный лидер по внутритрубным обследованиям морских подводных трубопроводов, более 80-85% всех российских МПТ.

ООО «ПСО «Нефтегаздиагностика» - производитель самых передовых и надежных ремонтных композитных муфт, на счету которой многие десятки тысяч осуществленных ремонтов сухопутных нефтегазопроводов практически во всех нефтегазовых компаниях России и Казахстана.

Многопрофильное предприятие ООО «МК Каскад», на производственных мощностях которого в г. Астрахань образован технологический кластер по производству ремонтных конструкций и непосредственно осуществлению морских подводных операций по ремонту МПТ. Предприятие имеет собственный флот, серьезные мощности по судоремонту, изготовлению металлоконструкций и испытаниям ремонтных технологий.

ООО «ОКБ «Нефтегаздиагностика» - конструкторское бюро, высокотехнологичное металлообрабатывающее производство (черная и нержавеющая сталь, титан, цветные металлы и сплавы), аддитивные технологии.

ООО «Северная Морская Компания» (г. Санкт-Петербург) - разработка морских операций и процедур.

В настоящее время ситуация с обеспечением безопасности морских подводных трубопроводных систем стала критичной для большинства стран, активно участвующих в обмене энергоресурсами. В России, до определенного момента собственных нормативных документов, касающихся проектирования, эксплуатации и ремонта морских подводных трубопроводов не существовало. Использовались иностранные правила и стандарты (DNV, API) в тесном взаимодействии с иностранными компаниями, которые и строили, и диагностировали, и ремонтировали морские трубы. На данном этапе такая ситуация неприемлема, да и уже и невозможна, особенно с учетом санкционной составляющей. Отечественные компании владеющие и эксплуатирующие морские трубопроводы вынуждены разрабатывать свои собственные нормативы и регламенты, активно искать варианты решения задач по обеспечению безопасности МПТ, подключать отечественные научно-технические структуры и сообщества.

Одной из ведущих таких структур является группа компаний «Нефтегаздиагностика» которая на сегодняшний день единственная в России системно занимается ремонтом морских подводных трубопроводов, разрабатывает технологии, технические решения под конкретные запросы, изготавли-

вает ремонтные муфты, нормативную документацию, развивает инфраструктуру новой отрасли. В наличии у компании имеется свой специализированный флот и морская техника, высококлассные профильные кадры, обеспечивающие ремонт морских подводных трубопроводов.

Разработка собственных технических решений для ремонтов трубопроводов началось с тщательного изучения опыта ведущих мировых лидеров в данной области: американских Oceaneering, Oil States, TD Williamson, норвежской Aker Solution. Инженеры компании побывали непосредственно на предприятиях, где изготавливаются ремонтные муфты, изучили конструкторскую специфику, особенности производства. В итоге исследований, расчетов и разработки, с учетом глубокого понимания процессов всего жизненного цикла морских трубопроводов была создана линейка технических решений для ремонта практически любого типа дефектов трубы. Решения «Нефтегаздиагностики» во многом отличаются от зарубежных производителей, при этом не уступают, а по некоторым ключевым параметрам существенно их превосходят. В отличие от стандартных решений, традиционно применяемых мировыми лидерами отрасли, где единая конструкция ремонтной муфты полностью обеспечивает все необходимые функции и прочность, и герметич-



ность, и жёсткость, инженеры «НТЦ «Нефтегаздиагностика» предложили собственное оригинальное решение. За каждую специфическую функцию конструкции муфты отвечает свой специализированный конструктивный элемент. В итоге это дало, с одной стороны свободу и гибкость в решении специфических условий конкретного вида трубопровода и типа ремонтируемого дефекта, а с другой, увеличило надежность всей конструкции. Конечно, все типы конструкций проходят этап многочисленных и разнообразных испытаний и сертификаций, в котором принимали участие представители заказчиков, надзорных органов и сертификационных обществ. Данные технологии прошли экспертизу промышленной безопасности Ростехнадзора, признаны Российским морским регистром судоходства (РМРС), ПАО «Лукойл» ПАО «Газпром», BUMI ARMADA, SAIPEM, EXXON MOBIL ltd.

Опыт более трех с половиной сотен успешных ремонтных

операций в четырех морях позволяет компании браться за самые сложные проекты.

Решив задачу создания отечественных технологий ремонта морских подводных трубопроводов и заняв лидерские позиции в отрасли, компания активно участвует в создании суверенного российского нормативно-технического обеспечения данной сферы.

«Нефтегаздиагностика» разрабатывает заказчикам стандарты предприятий, регламенты и методики, участвует в нормотворческой работе РМРС, группы компаний Лукойл, Газпром и других.

Осознавая масштаб задачи по формированию полноценной системы стандартов отрасли научно-технический центр «Нефтегаздиагностика» стал одним из основных инициаторов создания Межведомственного совета по безопасности морских подводных трубопроводов и объектов (МЭС).

«ОКБ НЕФТЕГАЗДИАГНОСТИКА» – НАГЛЯДНЫЙ ПРИМЕР СОЗДАНИЯ КОНСТРУКТОРСКОГО БЮРО ПОЛНОГО ЦИКЛА



В наше время, когда перед страной стоит задача ускоренного промышленного развития новых технологий и импортозамещения, эффективное взаимодействие между конструкторским отделом и производством становится ключевым фактором успеха.

Зарождение и развитие конструкторского бюро

Конструкторское бюро «ОКБ Нефтегаздиагностика» начало свой путь внутри материнской компании «НТЦ «Нефтегаздиагностика» с целью разработки и производства передового, высокотехнологичного диагностического оборудования для нефтегазовой отрасли. На первом этапе основной акцент делался на проработке конструкции оборудования, разработке схемотехники и электронных компонентов. Изготовление металлических элементов передавалось сторонним организациям.

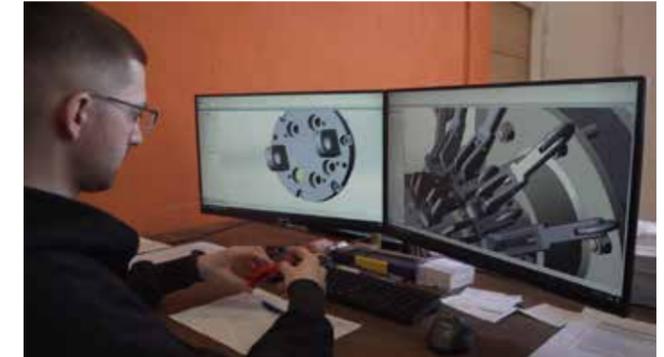
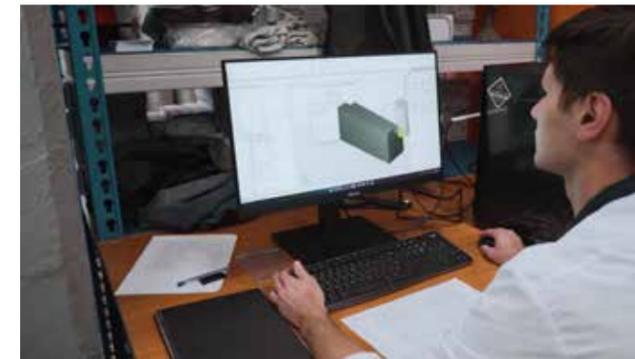
Скоро стало очевидным, что этот метод работы, несмотря на некоторые преимущества, такие как отсутствие необходимости в крупных начальных вложениях в собственное производство и отвлечение ресурсов на его содержание и развитие, не обеспечивает достаточной эффективности.

Постоянный поиск свободных производственных мощно-

стей, подтверждение заявляемых параметров и возможностей, необходимость тщательного контроля характеристик и внесения изменений после испытаний, сильно усложняло производство. Финальная разработка, тестирование и изготовление разнородных деталей требовало множества итераций, что в итоге существенно замедляло процесс и увеличивало стоимость конечного изделия. Это особенно заметно в случае производства единичного и мелкосерийного оборудования.

Интеграция конструкторского отдела и производства

Довольно скоро было принято решение о необходимости постройки собственного производства и выделения конструкторского отдела в самостоятельную компанию способную полностью обеспечивать как потребности «НТЦ «Нефтегаздиагностика», так и сторонних заказчиков. Для оптимизации процессов создания техники мы разместили



Для оптимизации процессов создания техники мы разместили конструкторов на той же производственной площадке, где находится производственный цех. Это решение обеспечило тесное взаимодействие между отделами на всех этапах работы. Теперь разработчики механических компонентов, электроники, схемотехники, технологи и операторы станков ЧПУ, использующие различное специализированное ПО, не только работают в единой среде, но и могут оперативно управлять процессом изготовления изделия.

конструкторов на той же производственной площадке, где находится производственный цех. Это решение обеспечило тесное взаимодействие между отделами на всех этапах работы. Теперь разработчики механических компонентов, электроники, схемотехники, технологи и операторы станков ЧПУ, использующие различное специализированное ПО, не только работают в единой среде, но и могут оперативно управлять процессом изготовления изделия. Все станки связаны в единую систему координат, поэтому перестановка заготовок с одного станка на другой в технологическом цикле не требует постоянной настройки – все сопряжения производятся автоматически.

Расширение деятельности и технологические возможности

Наше производство расположилось в центре Москвы, в старинном здании электрозавода. Интересная работа, отсутствие бюрократии, стильный офис и удобное местоположение, помогло нам решить проблему дефицита квалифицированных специалистов и собрать сильную команду. Транспортная доступность, один из ключевых факторов, как в логистических целях, так и для удобства работников бюро.

Теперь производство «ОКБ Нефтегаздиагностика» оперирует разнообразными металлами, такими как нержавеющая сталь, титан, алюминий и медь. Кроме того, в нашей работе, активно используется аддитивная печать, 3D сканирование и сварочные работы.

Помимо конструкторской деятельности, особое внимание уделяется IT отделу. Разработка компьютерного софта и электронных плат для выпускаемого оборудования является неотъемлемой частью нашей работы.

Перспективы развития и заключение

Благодаря эффективной организации производственных процессов, мы готовы принимать внешние заказы и предоставлять услуги как по комплексной разработке оборудования, так и по изготовлению деталей. Наша экспертиза также включает написание управляющего и аналитического ПО, работу с нейросетевыми технологиями, разработку многослойных плат для электронных устройств. Кроме того, мы специализируемся на изготовлении аккумуляторных сборок и реверсинжиниринге.

В нашем парке оборудования имеются токарные и фрезерные ЧПУ станки, электроэрозионные машины, а также контактное и другое сварочное оборудование.

*С уважением,
генеральный директор «ОКБ Нефтегаздиагностика»
Тимофей Лещенко
Москва, ул. Электрозаводская 21
okbngd.ru, work@okbngd.ru
+7(495)233-59-59*

«СИНТЭК-ЦЕНТР» 18 ЛЕТ НА РЫНКЕ РЕМОНТНО-ИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ И ТЕХНОЛОГИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ



ООО «СИНТЭК-ЦЕНТР» с 2006 года оказывает услуги и предоставляет материалы, позволяющие заказчикам повысить эффективность эксплуатационного фонда скважин. В перечень услуг компании входят ремонтно-изоляционные работы и технологии, направленные на повышение нефтеотдачи пластов с использованием запатентованных химических реагентов и собственных технологий с инженерно-технологическим сопровождением.

Первые шаги по внедрению новых технологий, позволяющих качественно решать задачи по ликвидации негерметичности эксплуатационной колонны, заколонных перетоков, пластовых перетоков, межколонного давления были сделаны на месторождениях Западной Сибири и Республики Казахстан. За весь период деятельности Общества нами получен опыт работы в Поволжье, Республике Татарстан, Республике Башкортостан, Республике Коми, Республике Калмыкия, Западной Сибири, Восточной Сибири, в странах СНГ и Республике Индия. На сегодняшний день ООО «СИНТЭК-

ЦЕНТР» имеет производственные подразделения на территории Республики Башкортостан, Республики Коми, ХМАО, ЯНАО, Самарской области и продолжает успешно осваивать новые регионы.

Наша компания является подрядчиком структурных подразделений «ЛУКОЙЛ» и ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Газпром нефть», а также других крупных нефтедобывающих компаний, среди которых, АО «ННК», АО «НК «Нефтиса», ООО «БКЕ» и ряда малых компаний России и СНГ в Республиках Казахстан, Беларусь, Азербайджан и Узбекистан (Казмунай-



Применение технологий ограничения водопритока в скважинах с горизонтальным окончанием.

Ограничение водопритока

Эффект:

- Сокращение объемов попутно добываемой воды;
- Прирост по добычи нефти;
- Снижение обводненности скважинной продукции.

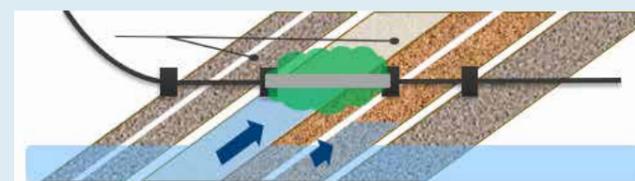
Преимущества:

- Возможность точно воздействовать на высоко обводненный сегмент скважины путем его изоляции механическим ограничением (пакер-ретенер) с дополнением химического влияния на матрицу породы продуктивного пласта;
- Проникновение химической композиции в матрицу пласта, с изоляцией высокопроницаемых участков;
- Снижение миграции флюида в оклоствольной зоне между заколонными пакерами, повышение эффективности РИР при не совершенстве конструкции скважины

Технологические схемы водопритока в скважинах.

Описание технологии:

- Под РИР выбираются кандидаты с подходящим расположением заколонных пакеров, чтобы объединенная зона была отделена от остального ствола;
- Зона прорыва конуса определяется по анализу РИГИС/ПГИ и проводке скважины;
- Точечное «селективное» воздействие водоизоляционными составами на источник обводнения обеспечивается за счет применения разрушаемого пакерного оборудования с установкой их в зонах наличия заколонных пакеров;
- В процессе РИР через пакер-ретенер в эту зону закачивается объем гелеобразующего состава с учетом фильтрации в призабойную зону пласта;
- Далее докрепляется цементом из расчета заполнения пространства между стенкой хвостовика и поверхностью призабойной зоны;
- После тех.отстоя, в случае РИР «центральной» или «пяточной» части ствола внутренняя часть цементного цилиндра разрушается, обеспечивая работу дальнейшей части ГС, в случае РИР «носочной» части внутренняя часть цементного цилиндра не разрушается;
- На ВНР и при дальнейшей эксплуатации строго контролируется целевое забойное давление и определяется диапазон максимального шага по увеличению депрессии.



Пример проведения РИР в средней части ствола



Пример проведения РИР в «носочной» части ствола

«Лабораторные исследования составов для ограничения водопритока» Эмульсионный состав Изопласт Д (СИНТЭК-Центр)

«Рецептуры эмульсионных составов для ОВП»

| Компонент, % | Вариант по ТЗ | 1 рецептура СИНТЭК | 2 рецептура СИНТЭК | 3 рецептура СИНТЭК |
|---|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Нефть | 25 | 20 | 25 | 30 |
| Подтоварная вода 1015 кг/м ³ | 70 (20% CaCl) | 78,72 | 73,66 | 68,66 |
| Изопласт Д | 1 | 0,28 | 0,14 | 0,14 |
| Эмульгатор | 4 | 1,0 | 1,2 | 1,2 |

Механизм действия: Эмульсии, имея дисперсный характер избирательно фильтруются в наиболее проницаемые интервалы пласта. При механическом смешивании с водой в процессе фильтрации вглубь пласта структурируются наоборот разжижаются при диспергировании с нефтью.

Свойства эмульсии

| Параметр | Результат |
|--|---|
| Внешний вид | Густая однородная масса коричневого цвета |
| Вязкость при 100 с ⁻¹ , мПа·с | 4759 |
| Стабильность эмульсии | Стабильна более 30 дней |



Задание по ТЗ

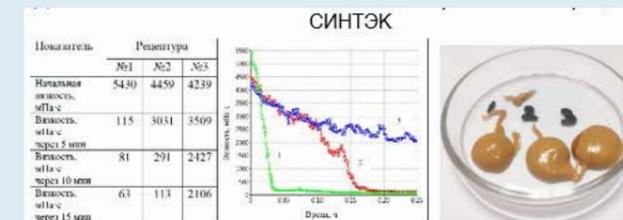
| Параметр | Результат |
|---|---------------|
| Эффективная вязкость, мПа·с при 3 с ⁻¹ при 150 с ⁻¹ | 32680 3292 |
| Начальное напряжение сдвига, Па | 73,7 |

Полученная эмульсия характеризуется:

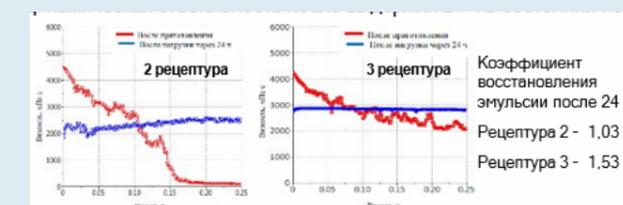
Полученная эмульсия характеризуется:

- Высокой реологией (густая мало подвижная масса);
- Стабильностью во времени (отделение водной фазы нет);
- Отсутствием смешения с водой и нефтью (высокая вязкость).

Динамическая стабильность систем после приготовления рецептура СИНТЭК



Динамическая стабильность после выдержки 24 ч в состоянии покоя



Влияние товарной нефти на вязкость эмульсий

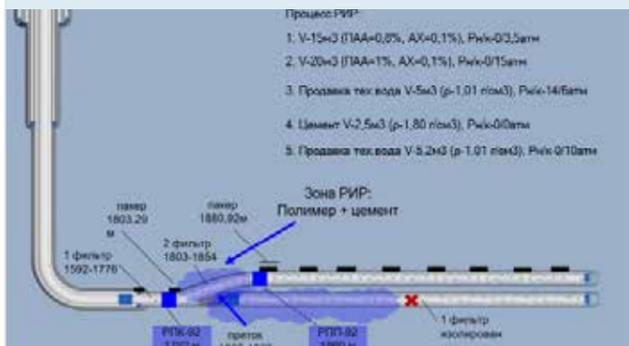
| Соотношение, % | Эффективная вязкость, мПа·с | | |
|----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|
| Эмульсия | нефть | 2 рец-ра СИНТЭК | 3 рец-ра СИНТЭК |
| 100 | 0 | 4459 | 4239 |
| 50 | 50 | 511,1 | 422,6 |
| 20 | 80 | 291,6 | 274,4 |
| 0 | 100 | 193,4 | 193,4 |

Эмульсии №2, 3 характеризуются:

- высокой реологией,
- частичным восстановлением свойств,
- отсутствием смешения водой,
- селективностью с нефтью.

«Ограничение водопритока скважин»

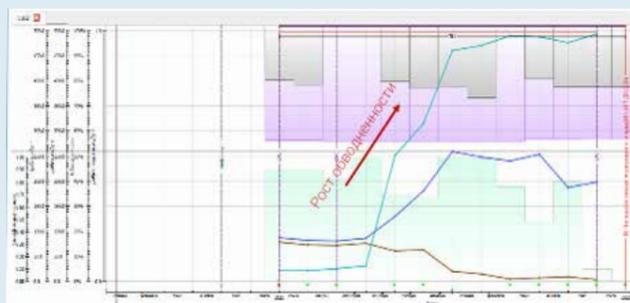
«Технологическая схема водоизоляционных работ»



Номенклатура выполненных работ:

- Нормализация забоя на ГНКТ - 3018 м. ГИС (Y-tool);
- Проработка зон посадки технологических пакеров (РПП-92 и РПК-92);
- Установка РПП-92 на 1860 м и РПК-92 на 1792м;
- Определение приемистости в зоне РИР 1803-1854 м – Q-622 м3/сут при P-10 атм;
- РИР: закачка полимеров в V-35 м3 с докреплением цемента в V-2,5 м3. ОЗЦ;
- Разбуривание пакеров РПК-92 и РПП-92. Текущий забой - 3020 м;
- Спуск ГНО.

Динамика обводнения



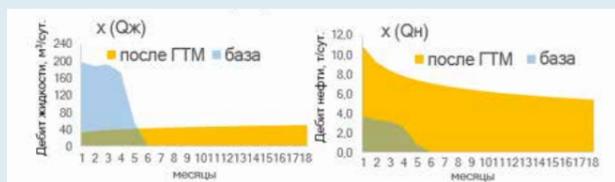
Технологический режим на момент остановки:
Qж-179 м3/сут; Qн-2,3 т/сут; Обв-ть-98,5%

Результаты геофизических исследований

| интервал притока, м | кол-во притока, % |
|---------------------|-------------------|
| 1805-1808 | 100 |

Основной приток пластовой воды фиксируется из горизонтального ствола №1 в интервале 1805-1808 м.

Динамика обводнения



газ, «Белоруснефть», «Каспий Нефть», «УзеньГеоСервис»). С начала деятельности ООО «СИНТЭК-ЦЕНТР» проведено свыше 6000 скважина-операций, технологическая успешность которых составляет от 82% до 98%, что подтверждено положительными отзывами наших Заказчиков.

В 2007 году Обществом были зарегистрированы 5 патентов на производство химических реагентов и технологий ремонтно-изоляционных работ. Качество производимых материалов подтверждается результатами анализов, проведенных рядом ведущих НИИ России, среди которых «ТатНИПИнефть», «РН-УфаниПИнефть», «ПермНИПИнефть» и «СамарНИПИнефть», и наличием сертификатов соответствия требованиям к химическим продуктам в нефтегазовой отрасли. Организация также соответствует требованиям международного стандарта Системы экологического менеджмента, менеджмента качества, менеджмента промышленной безопасности и охраны труда, что подтверждается сертификатами ISO 14001, ISO 9001, OHSAS 18001.

При работе с нашей компанией заказчики получают не только первоклассное решение проблемы, но и полноценную поддержку на каждом этапе реализации услуги. Каждый член нашей команды обладает глубокими знаниями в своей области и подготовлен к участию в проекте любой сложности. Средний трудовой стаж в нефтегазовом секторе у сотрудников Общества более 18 лет.

ООО «СИНТЭК-ЦЕНТР» занимает устойчивые позиции в отрасли и имеет большой потенциал развития, в связи с

чем постоянно расширяет спектр предлагаемых компаний услуг в соответствии с растущими потребностями рынка. В 2023 году Российская Федерация добыла 530,6 млн тонн нефти. Большинство месторождений нефти находятся на 4 стадии разработки и имеют среднюю обводненность продукции 80%, то есть помимо нефти добывается более 2 млрд м3 высокоминерализованной пластовой воды. Это несет колоссальные затраты на удельно добытую тонну нефти. Можно смело сказать, что одной из значимых проблем отрасли является попутно добываемая вода.

В связи с вышеприведенными цифрами ООО «СИНТЭК-ЦЕНТР» находится в постоянном поиске оптимальных технологий, направленных на борьбу с попутно добываемой водой. В 2023 году на ряде скважин в Западной Сибири ООО «СИНТЭК-ЦЕНТР» провело опытно-промышленные испытания (ОПИ) комплексной технологии ограничения водопритока в скважинах с горизонтальным окончанием. Проведенные ОПИ показали эффективность, и на данный момент технология активно внедряется в работу.

Ремонтно-изоляционные работы и технологии повышения нефтеотдачи пластов – это один из самых экономически эффективных и в то же время наименее затратных способов увеличения объемов добычи нефти. Наши технологии позволяют гарантировать надежное продление срока службы скважины и улучшение ее производительности в условиях обеспечения безопасности окружающей среды.



СФЕРА НАШЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ – ЭЛЕКТРОНИКА И ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИКА



СЕРИЙНАЯ ПРОДУКЦИЯ НАШЕГО ЗАВОДА:

АВТОМАТИКА ДЛЯ ГЛАВНЫХ СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И СУДОВЫХ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРОВ

РЕГУЛЯТОРЫ ЧАСТОТЫ

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КОНТРОЛЛЕРЫ

РУКОЯТИ СУДОВОДИТЕЛЯ

ШКАФЫ УПРАВЛЕНИЯ

СИСТЕМЫ АВАРИЙНО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И ЗАЩИТЫ

СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ (ДАУ)

ЭЛЕКТРОМАГНИТЫ ПОВОРОТНЫЕ

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

ЗАРЯДНЫЕ УСТРОЙСТВА

КОНТАКТЫ

656023, Россия, г.Барнаул, ул.Малахова, д.1

приёмная:
8 (3852) 25-21-08
riatom@riatom.ru

отдел продаж:
8 (964) 083-55-07
sale@riatom.ru

сервисный отдел:
8 (964) 083-55-10
service@riatom.ru



WWW.RIATOM.RU



ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД «РИАТОМ» - 30 ЛЕТ СОЗДАЕМ ТЕХНИКУ ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ



Жулин Олег Константинович, генеральный директор приборостроительного завода «РИАТОМ». Сфера деятельности ООО ПЗ «РИАТОМ» - электроника и промышленная автоматика.

В №10 журнала за 2023 год мы познакомились с планами Вашего предприятия по созданию новой продукции. Можете поделиться успехами в этом направлении? Что удалось сделать? На каком этапе сейчас находитесь?

Мы спроектировали и готовим к производству линейку систем управления серии Катунь-23. Каждая система включает в себя систему дистанционного автоматического управления (ДАУ), систему аварийно-предупредительной сигнализации (АПС) и систему защиты, предназначена для работы с двигателем дизель-генератора или дизель-редукторным агрегатом, имеет сертификат РКО или РМРС.

Системы управления Катунь-23-62, Катунь-23-63, Катунь-23-72, Катунь-23-73 одобрены Российским Классификационным Обществом, начато их серийное производство.

Системы управления Катунь-23-82, Катунь-23-83, Катунь-23-92, Катунь-23-93 планируем передать на рассмотрение Российского Морского Регистра Судоходства в июне, а получить одобрение и пройти испытания планируем до осени.

Вы изготавливаете оборудование только для судовых двигателей внутреннего сгорания, или есть и другие направления? Расскажите о них

Да, конечно, у нас есть и другие направления. Как раз в настоящий момент мы завершаем разработку автоматического зарядного устройства для аккумуляторных батарей, также планируем выпустить линейку светодиодных прожек-

торов в корпусе со степенью защиты IP65 для различных применений. В планах выпуск систем управления для сухопутных дизель-генераторов, в том числе с функцией автоматической синхронизации дизель-генераторов с сетью и с функцией автоматического ввода резерва. Разрабатываем измеритель расхода топлива для дизель-генераторов с возможностью подключения к электросчётчику, что позволит определить расход топлива и сопоставить его с выработкой электроэнергии в одно и то же время. Есть и другие интересные проекты.

Известно ли Вам, что глава государства поручил Правительству обеспечить разработку и производство наиболее значимого судового комплектующего оборудования? Как Вы считаете, это поручение имеет отношение к Вашей компании?

Чтобы точнее ответить на Ваш вопрос, начну немного издалека. Наше предприятие изначально было ориентировано на то, чтобы развивать отечественное судостроение, создавать своё собственное оборудование, не хуже импортного, по некоторым параметрам превосходящее зарубежные аналоги. При этом, основываясь, по возможности, на отечественных комплектующих. Последний год мы как раз начали работать над разработкой нового оборудования. И вот выходит поручение Владимира Владимировича, в котором он поручает Правительству представить «предложения о мерах по обеспечению конкурентоспособности судов, построенных на российских судостроительных верфях (по тех-



| Наименование системы | Сертификат | Назначение двигателя | Количество входов измерения температуры выхлопных газов |
|----------------------|------------|----------------------|---|
| Катунь-23-62 | РКО | Дизель-генератор | нет |
| Катунь-23-63 | | | 8 |
| Катунь-23-72 | | | нет |
| Катунь-23-73 | РМРС | Главный двигатель | 8 |
| Катунь-23-82 | | | нет |
| Катунь-23-83 | | Дизель-генератор | 8 |
| Катунь-23-92 | | нет | |
| Катунь-23-93 | | Главный двигатель | 8 |

ническим и экономическим характеристикам), в том числе о мерах по обеспечению разработки и производства наиболее значимого судового комплектующего оборудования».

Это как раз про нас, мы именно те, кто изготавливает судовое комплектующее оборудование, более того, в настоящий момент мы разрабатываем такую систему управления для судовых двигателей, которая охватит все необходимые потребности судостроения в системах управления как главными, так и вспомогательными судовыми двигателями. Это система управления Амфитрита. Она будет совмещать функции систем дистанционного автоматического управления (ДАУ), аварийно-предупредительной сигнализации (АПС) и защиты, иметь сертификаты РКО и РМРС, подходит для установки на двигатели судов с классом автоматизации AUT1, AUT2, AUT3, с возможностью измерения до 20 каналов температуры выхлопных газов. В настоящее время мы готовим каталог проектируемой продукции. Сразу после выпуска системы управления Катунь-23, о которой писали выше, в этом году мы планируем приступить к изготовлению продукции по данному направлению.

Ещё раз вернёмся к вопросу. С одной стороны, это поручение вроде бы не имеет прямого отношения к нашей компании. Потому что наша задача и так – выпускать качественное современное оборудование для того, чтобы наш флот был передовым. Это цель нашей компании – помочь нашему флоту состояться. А с другой стороны, это поручение показывает, что мы как раз одна из тех компаний, которые могут решить возникшую острую потребность в оснащении флота современным качественным высокотехнологичным

отечественным оборудованием. Цели и задачи нашей компании совпадают с целями и задачами правительства нашей страны. Именно поэтому мы надеемся, что наши достижения, наши наработки и наш труд будут оценены и использованы по максимуму в соответствии с поручением Владимира Владимировича Путина.

Что ещё мы можем сделать дополнительно в связи с этим поручением? Планируем открыть новые направления деятельности, такие, как автоматизация технологических процессов, изготовление прожекторов, рукоятей для управления оборотами двигателя и положением руля, автоматических зарядных устройств для аккумуляторных батарей, измерителей расхода топлива и других изделий. Сотрудничаем с ведущими отечественными предприятиями по выпуску комплектующих для нашей продукции.

Мы всегда открыты для сотрудничества, гибко и быстро реагируем на поступающие предложения. Что мы имеем? Собственное конструкторское бюро, собственное производство, собственный сервисный отдел и пусконаладка, своя испытательная лаборатория, команда профессионалов с многолетним стажем. А также желание сделать сильнее нашу промышленность и нашу страну за счёт развития производства.

Таким образом, мы делаем вывод, что глава нашего государства своим поручением поддержал нас в развитии нашего производства, нашей стратегической линии. Поэтому, конечно же, поручение имеет отношение к нашей компании напрямую.

КОМПРЕССОРНАЯ ТЕХНИКА ККЗ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА НА АРКТИЧЕСКОМ МОРСКОМ ШЕЛЬФЕ



И.В. Ворошилов, А.В. Мельник, П.Б. Шулекин

В статье показана востребованность современного качественного отечественного компрессорного и газоразделительного оборудования для разведки и освоения месторождений нефти и газа на морском шельфе. Представлен обзор компрессорных и азотных станций производства Краснодарского компрессорного завода (ККЗ) в морском арктическом исполнении, освещен опыт успешных поставок компрессорного оборудования ККЗ на геологоразведочные суда и морские добывающие платформы, ведущие разведку и освоение углеводородных месторождений на арктическом морском шельфе и в других регионах мира.

В настоящее время добыча нефти и газа на морском шельфе приобретает все большее значение в связи с истощением ряда крупных традиционных нефтяных месторождений, находящихся в финальных стадиях разработки. Уже сейчас доля всей мировой добычи нефти на месторожде-

ниях, находящихся в море составляет порядка 30-35%, и по прогнозам экспертов будет продолжать расти. В России доля добычи нефти на морском шельфе в настоящий момент существенно ниже при высоком потенциале ее роста. Ресурсы мирового шельфа по оценкам специалистов составляют бо-



Морская воздушная компрессорная станция ТГА-10/220 в специальном морском модуле, готова к размещению на верхней палубе геологоразведочного судна ОАО «МАГЭ»



Погрузка арендованной азотной станции ТГА-10/251 в порту на борт морского судна

лее 450 млрд. тонн нефтяного эквивалента, а доля запасов российского шельфа оценивается в 33% от мировых, из которых газовая составляющая достигает 80%.

России принадлежит около 21% шельфа Мирового океана, что составляет свыше 6.2 млн. км, при этом наиболее перспективный и доступный с точки зрения бурения шельф превышает 60% площади ее акваторий. Арктический шельф Российской Федерации является крупнейшей в мире углеводородной сырьевой базой, способной в будущем обеспечить добычу нефти и газа, заменив ресурсы основных нефтегазоносных месторождений страны, разрабатываемых сегодня, в связи с их истощением из-за интенсивной разработки.

Для успешной разведки залежей углеводородов и освоения арктического морского шельфа нефтегазовым компаниям требуется высококачественное надежное специализированное оборудование, предназначенное для долгосрочной эксплуатации на морских судах и платформах, с учетом повышенной влажности, высокого содержания соли в морской воде, сурового арктического климата и морской качки. Такое компрессорное и газоразделительное оборудование уже более десяти лет разрабатывает, производит и поставляет Краснодарский компрессорный завод (ККЗ).

Многолетний опыт успешных поставок воздушных компрессоров и компрессорных станций производства ККЗ на морские суда геофизических и геологоразведочных компаний, таких как ОАО «Морская арктическая геологоразведочная экспедиция» (МАГЭ) и ОАО «Дальморнефтегеофизика» доказывает их надежность и качество. ОАО «Морская арктическая геологоразведочная экспедиция» заказывает и эксплуатирует на своем флоте компрессорную технику Краснодарского компрессорного завода с 2015-го года.

В 2021 году ККЗ разработал, изготовил и поставил специально для МАГЭ еще одну новую воздушную компрессор-

ную установку в морском арктическом исполнении на базе четырехрядного оппозитного компрессора 4ВМ2,5-15/151. Данная компрессорная установка обеспечивает сжатие и подачу воздуха на объект под давлением 150 атмосфер при производительности 15 Нм³/мин. Конструкция этой модели максимально учитывает условия морской арктической эксплуатации, в ней предусмотрена двухконтурная система жидкостного охлаждения с использованием заборной морской воды. Компрессор спроектирован и изготовлен с применением инновационных конструктивных особенностей станины, системы смазки, других узлов и деталей таким образом, что он может запускаться и надежно эксплуатироваться в условиях морской качки. Для этой и других моделей компрессоров в морском исполнении предусмотрены и могут быть реализованы по желанию заказчика возможности монтажа компрессорных установок на виброопорах с подключением всех патрубков компрессора к трубопроводам судна через металлокомпенсаторы для минимизации колебаний при качке и исключения передачи вибрации на корпус судна. Согласно техническим требованиям заказчика при изготовлении данной модели компрессорной установки конструктивно предусмотрена возможность крупноузловой доставки агрегата на нижнюю палубу по сложной траектории, а также финальная сборка и монтаж установки непосредственно на палубе судна.

При заказе морских компрессоров и компрессорных станций заказчик имеет возможность подобрать требуемую степень коррозионной защиты приобретаемой установки. Компрессорная станция может быть произведена с трубопроводами, емкостями и другими элементами, выполненными из коррозионностойких материалов, со специальным лакокрасочным покрытием поверхностей для обеспечения надежной защиты от агрессивной соленой морской воды и повышенной влажности воздуха.

Кроме морских воздушных компрессорных установок еще одним востребованным направлением компрессорной техники ККЗ на арктическом морском шельфе являются азотные компрессорные станции – генераторы азота высокого давления в морском арктическом исполнении. Азотные станции серии ТГА генерируют концентрированный азот из атмосферного воздуха непосредственно на морской арктической платформе. Краснодарский компрессорный завод производит широкий ряд моделей азотных станций ТГА в морском и арктическом исполнении со следующими техническими характеристиками по генерируемому азоту: давление нагнетания до 400 бар, производительность до 20 Нм³/мин., концентрация до 99%.

Опыт поставок ККЗ азотных станций в морском арктическом исполнении берет начало в 2008 г., когда первую такую станцию модели НДА-5/221 заказало ОАО «ЦС «Звездочка» с целью обеспечения азотом самоподъемной плавучей буровой установки (СПБУ) «Арктическая», принадлежащей ООО «Газфлот» (ПАО «Газпром»). Качество и надежность работы азотных станций производства ККЗ в северных широтах позволило и далее получать заказы на станции ТГА для других, в том числе и более южных проектов теперь уже в Каспийском море. Так в 2013-2014 гг. Краснодарский компрессорный завод разработал и поставил специализированную азотную станцию ТГА-2/401 в морском исполнении по заказу компании «Глобалстрой-Инжиниринг» для оборудования морской добывающей платформы на месторождении им. Филановского, работы по освоению которого ведет ОАО «Лукойл». В этот же временной период ККЗ произвел и поставил еще одну азотную станцию – модель ТГА-14/200 С95 по заказу ООО «Лукойл-Нижневожскнефть» для обе-

спечения азотом морской добывающей платформы на месторождении им. Корчагина.

Успешен и опыт экспортных поставок азотных станций ТГА для морских нефтяных платформ. Так в 2018-2019 гг. ККЗ изготовил и поставил в Азербайджан две морские азотные станции модели ТГА-2,5/10 Э98, генерирующие 98%-й азот, специально для ПО «Азнефть» (входит в состав Государственной нефтяной компании Азербайджанской Республики SOCAR). Осуществлялись поставки азотных станций ТГА-10/251 Д95 и в Казахстан для эксплуатации на Каспии.

Добывающие предприятия, ведущие разработку нефтегазовых месторождений на шельфе, активно используют возможности аренды азотных станций для оперативного решения срочных задач на морских нефтегазовых платформах. Например, в 2014-2015 гг. АО «ПО «Севмаш» арендовал азотную станцию ТГА-10/251 для морской ледостойкой стационарной платформы (МЛСП) «Приразломная». Аренда азотных станций этой серии пользуется спросом и для других морских проектов в различных широтах.

Азотные станции серии ТГА в морском исполнении применяются для освоения и ремонта газовых и нефтяных скважин, повышения нефтеотдачи пласта (коэффициента извлечения нефти), очистки и испытаний трубопроводов, обеспечения пожаробезопасности на морских платформах. Благодаря целому ряду собственных запатентованных решений, применяемых ККЗ при разработке и производстве азотных станций, удается добиться рекордных для своего сегмента показателей по энергоэффективности, экономичности, компактности, мобильности и надежности.

Ключевую роль в достижении рекордных показателей азотных станций ТГА, привлекательных для заказчика игра-



Установка арендованной азотной станции ТГА-10/251 на палубе морского судна



Морская воздушная компрессорная установка ККЗ на открытой раме, готова к монтажу на нижней палубе геологоразведочного судна ОАО «Дальморнефтегеофизика»

ют инновационные разработки ККЗ, интегрированные в компрессорные агрегаты на базах 2ГМ2,5 и 4ГМ2,5. В них применяются новые решения для модернизации станин, используются уникальные конструктивные элементы для цилиндрической группы (ЦПГ) компрессора. Оптимизация параметров ЦПГ за счет изменения соотношений диаметров ступеней компрессора, усовершенствование конфигурации других элементов группы, применение новых современных материалов для изготовления узлов и деталей, использование легкосплавных поршней – все это позволило добиться надежного обеспечения параметров, недостижимых ранее. Дополнительно за счет применения обновленной конструкции и использования специальных высокопрочных и износостойких материалов усилен коленвал, теперь способный воспринимать более высокие нагрузки, недоступные для ранних моделей.

Улучшена эргономичность, снижен уровень шума при работе компрессорного агрегата. Эксплуатировать станцию стало легче и удобнее, сокращено количество параметров, за которыми должен следить машинист, обновлена система автоматического управления и сигнализации. Благодаря уменьшению количества узлов и механизмов самого компрессорного агрегата, оптимизации и более компактной компоновке, сокращению по габаритам теплообменного оборудования газоохладительной системы компрессора, освободилось пространство внутри станции, открылся свободный доступ для технического обслуживания и ремонта. Повысился уровень ремонтпригодности, а обслуживание и ремонт азотной станции стали более удобными и менее затратными.

Наличие собственного конструкторского бюро и система оперативного внедрения запатентованных инновационных решений в производство позволяют Краснодарскому компрессорному заводу разрабатывать, производить и предлагать заказчикам самые передовые модели азотных станций, предназначенных для эксплуатации на морском арктическом шельфе. Азотные и компрессорные станции серии ТГА являются лауреатами конкурса «Сто лучших товаров России» – обладателями золотого знака, они также отмечены специальной наградой – Кубком победителя «За успехи в импортозамещении».

Согласно планам правительства Российской Федерации, доля импортного оборудования при реализации проектов по освоению месторождений на российском арктическом шельфе должна снизиться к 2025 году до 50 %. При этом, по оценкам специалистов, к 2050 году арктический шельф будет обеспечивать от 20 до 30 % всей российской нефтедобычи. Таким образом, арктические нефтяные и газовые проекты имеют существенный потенциал и играют важную роль для развития нефтегазовой отрасли, российской и мировой экономики в целом. Для успешного освоения арктических месторождений, дальнейшего развития шельфовой добычи углеводородов и выполнения планов правительства по импортозамещению, Краснодарский компрессорный завод готов обеспечить морские суда и добывающие платформы современным высококачественным российским компрессорным и газоразделительным оборудованием собственного производства в специальном морском арктическом исполнении.

СОВРЕМЕННЫЙ И ЭКОНОМИЧНЫЙ СПОСОБ СОЕДИНЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ



Компания «МУФТЫ НСК» которая располагается в северной столице России, в течение нескольких лет прочно удерживает позиции флага в сфере производства средств для соединения и ремонта трубопроводов. Продукция, производимая компанией, востребована в различных отраслях промышленности, в частности, гражданского и военного судостроения. Основными партнерами компании являются: Выборгский судостроительный завод, Невский судостроительно-судоремонтный завод, «Северная верфь», Окская судовой верфь, Средне-Невский судостроительный завод, судовой верфь «Алмаз», судостроительный завод имени Б. Е. Бутомы, завод «Красное Сормово», верфь «Эмперум» и ряд других профильных научно-технических предприятий и организаций.



Муфты компании полностью замещают собой вышедшую с российского рынка зарубежную продукцию. С целью обеспечения растущих потребностей отечественных флотов и других отраслей компания «МУФТЫ НСК» заблаговременно на территории Ленинградской области строит новый производственный комплекс, предназначенный для изготовления муфт для трубопроводов. Площадь комплекса вместе со складскими помещениями составит 3000 квадратных метров. Административно-бытовой комплекс, сопряженный с вышеуказанным, займёт площадь свыше 800 квадратных метров.

Сотрудники компании недавно разработали стенд нового поколения для огневых испытаний, который успешно прошёл все необходимые проверки и полностью эксплуатируется.

«МУФТЫ НСК» производит весьма широкий спектр муфтовых соединений различного назначения, заказчику зачастую бывает проще сразу выбрать изделия из имеющейся

номенклатуры. Линейка продукции обновляется регулярно. Это большой ассортимент соединительных муфт для трубопроводов различных типов, размерности, материалов, рабочих сред, условий и режимов эксплуатации.

Эксплуатационные характеристики продукции компании «МУФТЫ НСК» позволяют выдерживать четырёхкратное превышение нагрузки. Продукция компании имеет сертификаты Российского морского регистра и Российского классификационного общества, а также сертификат Санкт-Петербургской торгово-промышленной палаты о происхождении товара и заключение Минпромторга России о производстве продукции на территории России. В изготовлении муфт используются материалы и комплектующие российского происхождения, Предприятие регулярно и планомерно осуществляет научно-техническую модернизацию производства, что позволяет увеличивать ассортимент и объемы выпуска продукции, тем самым создавая уверенные перспективы и возможности для роста.

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МУФТ НСК



УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ:

- соединение труб из разных материалов, в любых погодных условиях и без применения специального оборудования и материалов;
- компенсация осевых смещений и угловых отклонений труб при монтаже;
- возможность многократных циклов «монтаж-демонтаж».

ПРОСТОТА МОНТАЖА И ЭКСПЛУАТАЦИИ

- упрощает контроль и техническое обслуживание;
- возможен монтаж в стеснённом пространстве;
- отсутствие сварочных и огневых работ;
- значительное сокращение времени монтажа.



ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

- сокращение трудозатрат на монтаж трубопровода;
- значительное сокращение веса трубопровода;
- снижение затрат на эксплуатацию, обслуживание и ремонт трубопровода;
- длительный срок службы без дополнительных затрат на обслуживание соединения.

НАДЁЖНОСТЬ

- 4-кратный запас прочности по давлению*
- устойчивость к вибрациям и механическим воздействиям
- устойчивость к агрессивным средам

* для муфт морского и речного исполнения



«ВЕРФЬ БРАТЬЕВ НОБЕЛЬ» ГОТОВА СТРОИТЬ ТАНКЕРЫ РАЗНЫХ ПРОЕКТОВ



ООО «Верфь братьев Нобель» (концерн «Калашников») за 116 лет своей истории построило свыше 600 судов по 100 различным проектам. В их числе баржи, траулеры, сухогрузы, краболовные суда, суда специального назначения и многие другие.

НАЧИНАЛИ С ГОЛОВНОГО ТАНКЕРА

Отдельной вехой в производственной летописи верфи представлено строительство танкеров типа «река-море» проекта RST25. Головной танкер данного проекта «Александр Шемагин» заложили на «Верфи братьев Нобель» 21 декабря 2010 года. На тот момент самоходное нефтеналивное судно, спроектированное еще в советское время Морским инженерным бюро (МИБ) из г. Одессы, являло абсолютно новым типом танкеров «река-море» с повышенным классом экологической безопасности и автоматизации.

Судно проекта RST25 оснащено шестью грузовыми танками и предназначено для перевозки сырой нефти и нефтепродуктов, в том числе бензина, без ограничения по темпе-

ратуре вспышки, с возможностью одновременно перевозить грузы двух разных сортов. Вместимость шести грузовых танков и двух отстойных танков составляет 6990 м³.

Класс Российского Морского Регистра судоходства – KM*ICE1 R2-RSM.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТАНКЕРА ПРОЕКТА RST25:

- длина максимальная, м – 139.99
- ширина расчетная, м – 16.60
- осадка в море (ЛГВЛ) / в реке, м – 4.175 / 3.60
- дедвейт в море (T=4.175) / в реке (T=3.60) / в реке (T=3.40), т – 6613 / 5132 / 4692
- мощность и тип ГД, кВт – 2 x 1200 (6L20 Wartsila)
- скорость (при осадке по ЛГВЛ и 85% МДМ), узлы – 10.5±0.3



Танкер «Александр Шемагин» проекта RST25, построенный на «Верфи братьев Нобель» по заказу Московского речного пароходства



Танкер «Александр Шемагин» проекта RST25 на ходовых испытаниях



Вид с ходового мостика на палубу танкера «Александр Шемагин» проекта RST25

ОТЛИЧИТЕЛЬНАЯ ОСОБЕННОСТЬ ТАНКЕРОВ ДАННОГО ПРОЕКТА:

- использование полноповоротных винто-рулевых колонок в качестве единичных средств движения и управления;
- отсутствие продольной переборки в диаметральной плоскости;
- применение погружных насосов;
- полное отсутствие набора в грузовых танках.

Важно отметить, судно удовлетворяет габаритам Волго-Донского судоходного канала и Волго-Балтийского пути.

15 ноября 2011 года «Александра Шемагина» спустили на воду. Примечательно, что на ходовых испытаниях он показал соответствие всем заявленным эксплуатационным параметрам.

В июне 2012 года состоялась передача головного танкера проекта RST25 заказчику, который высоко оценил качество специализированного судна, построенного на предприятии.

Одновременно с этим на «Верфи братьев Нобель» активно строились второе и третье суда проекта RST25: «Павел Юдин» и «Юлий Макаренков». Передача танкеров заказчику прошла 14 ноября 2012 года и 15 мая 2013 года соответственно.

По словам генерального директора ООО «Верфь братьев Нобель» Дмитрия Быстрова, даже спустя 11 лет после сдачи третьего судна проекта RST25, предприятие по-прежнему готово строить такие танкеры и располагает для этого всеми компетенциями и производственными возможностями. Единственное, необходимо перепроектировать судно на доступное оборудование и актуальные требования регистра.

ХОТИТЕ ТАНКЕР, ХОТИТЕ «ХИМОВОЗ»

Однако в последние годы заказчики отдают предпочтение постройке танкеров проекта RST27, которые в сравнении с RST25 обладают увеличенным дедвейтом при сохранении повышенной вместимости грузовых танков и усиленной прочности корпуса (морской класс R2). Обводы судна смоделированы с использованием методов вычислительной гидромеханики (CFD моделирования) и были испытаны в опытовом бассейне ЦНИИ имени академика А. Н. Крылова.

Танкер-продуктовоз проекта RST27 – самоходное наливное судно с шестью грузовыми танками, предназначенное для морской и смешанной («река-море») перевозки наливом сырой нефти и нефтепродуктов, в том числе бензина, без ограничения по температуре вспышки, с обеспечением перевозки груза с поддержанием температуры 60 °С. Обеспечивается одновременная перевозка двух сортов груза.

Отметим, что при проектировании танкера реализовано решение, которое позволило включить в номенклатуру перевозимых судном грузов продукты метанольной группы.

Класс судна – KM Ice1 R2 AUT1-ICS OMBO VCS ECO-S Oil tanker (ESP).

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЕКТА RST27:

- длина, м – 140.85
- ширина, м – 16.7
- высота борта, м – 6
- осадка в море / в реке, м – 4.2 / 3.6
- дедвейт в море / реке, т – 6980 / 5378
- автономность в море / в реке, сут. – 20 / 12
- экипаж / мест, чел. + лоцман – 12 / 14
- производительность грузовых насосов, м³/час – 6 x 200
- количество манифольдов, шт. – 2
- количество видов груза, шт. – 2
- подогрев груза – змеевики
- скорость (при осадке 4.20 м и 100% МДМ), уз. – 10

ГЛАВНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА:

- мощность и тип ГД, кВт – 2 x 1200 (6L20 Wartsila)
- винто-рулевое устройство – BPK (Schottel SRP1012 FP)
- подруливающее устройство, кВт – 230 (ShottelSTT0170FP)
- вспомогательные ДГ, кВт – 3 x 292
- аварийно-стояночный ДГ, кВт – 136
- вспомогательный паровой котел, т/ч – 2 x 2.5

«Наше предприятие готово с высоким качеством строить танкеры проектов RST25 и RST27, а также – танкеры-химовозы проекта RST27M, которые предназначены для перевозки не только нефти и нефтепродуктов, но и вредных жидких веществ наливом: таким образом, в одном рейсе обеспечивается перевозка трех типов груза. Для нас ключевым условием является наличие актуальной проектной документации и финансирование строительства судна», – подчеркивает генеральный директор ООО «Верфь братьев Нобель» Дмитрий Быстров.

Напомним, предприятие основано в 1907 году и является крупнейшим на Верхней Волге. Его технологические и производственные мощности позволяют строить, ремонтировать и модернизировать речные и морские суда дедвейтом до 6 500 т, длиной до 140 м, шириной до 17 м и спусковым весом до 2 700 т. Площадь верфи составляет более 214 тысяч м², из которых 100 тысяч м² заняты хорошо оборудованными производственными цехами. Численность персонала – свыше 500 человек.

Валерий СЯБРОВ
Фото: ООО «Верфь братьев Нобель»

СТРОИТЕЛЬСТВО РЕФРИЖЕРАТОРНОГО ФЛОТА – ТРАНСПОРТНАЯ СТРАТЕГИЯ РОССИИ ДО 2035 ГОДА



И вот настал этот радостный час: великой морской державе, России, необходимо активизировать разработку проектов гражданских судов и в том числе транспортных рефрижераторов.

По итогам совещания с членами Правительства, состоявшегося 14 марта 2024 года, Президент Российской Федерации Владимир Путин поручил Правительству представить комплексные предложения по развитию отечественного гражданского судостроения. Правительству необходимо подготовить актуализированный перспективный план строительства гражданских судов на период до 2035 года с разбивкой по основным видам судов, обратив особое внимание на необходимость строительства судов, предназначенных для осуществления экспортных поставок российской продукции, включая морепродукты Дальнего Востока. В поручении есть пункт, предусматривающий предложения по созданию инструментов долгосрочного финансирования строительства гражданских судов, обеспечивающих их доступность. Днём ранее, 13 марта, в ходе публичного доклада о достижении отрасли в Общественной палате руководитель Росрыболовства Илья Шестаков заявил, что весьма важным направлением в развитии рыбопромышленного комплекса является строительство рефрижераторного флота.

«На сегодняшний день средний возраст транспортных рефрижераторов достигает 30 лет [1]. Доставлять улов и продукцию с промысла на берег необходимо уже новым флотом, чтобы на этом «плече» качество морепродуктов не терять», - отметил Илья Шестаков.

Применение транспортных рефрижераторов позволяет эффективно использовать промысловый флот, исключая простои во время путины и неоправданные потери промыслового времени на переходы из удаленных районов промысла к местам передачи улова для дальнейшей переработки и возвращение обратно в район промысла. С целью стимулирования обновления флота для рыбной отрасли 7 августа 2023 года Постановлением Правительства Российской Федерации были утверждены требования к объектам инвестиций и инвестиционным проектам в рыбопромышленной отрасли в рамках второго этапа программы инвестиционных квот [5; 6]. Одним из новых объектов инвестиций стал транспортный рефрижератор для доставки рыбной продукции с мест промысла в порты [7]. «Я думаю, что это



АРКТИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТНЫЙ РЕФРИЖЕРАТОР «80 ЛЕТ ПОБЕДЫ»



ОБЩИЙ ВИД РЕФРИЖЕРАТОРА «80 ЛЕТ ПОБЕДЫ»

Требования к транспортному рефрижераторному судну (Дальневосточный рыбохозяйственный бассейн)

| | |
|---------------------------------------|----------------|
| Длина, м | не менее 120 |
| Объём грузовых трюмов, м ³ | не менее 10000 |
| Валовая вместимость (ГТ), т | более 5000 |
| Осадка, м | не более 7,5 |
| Скорость, узлов | 15 – 16,5 |

Таблица 1

только первая такая пристрелка, потому что понятно, что предусмотренного программой рефрижераторного флота не хватит. Но, как минимум, за счет этого мы сможем разработать проекты, понять стоимость и понять возможности ОСК или частных судоверфей в строительстве судов такого класса», - заявил руководитель Росрыболовства.

Требования к транспортному рефрижераторному судну, обозначенные в Постановлении [5], приведены в таблице 1.

Какой же должна быть концепция разработки предпроектирования транспортного рефрижератора, характеристики которого соответствуют указанным выше требованиям, а также пожеланиям моряков промыслового и рефрижераторного флота, имеющих большой опыт работы в морях Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна?

Концепция технического задания для проработки предпроектирования транспортного рефрижератора

1. Основные размерения судна должны отвечать требованиям для получения квот на вылов морепродуктов под постройку транспортного рефрижератора (табл. 1).
2. Способность работы (приёма рыбопродукции) с промыслового флота в открытом море.
3. Соответствовать требованиям Полярного кодекса с ледовым классом ARC-4 – ARC-5.
4. Максимально интегрировать технические решения для снижения эксплуатационных затрат судна, сбережения холода при погрузке – выгрузке, ремонтпригодности, живучести за счет агрегатирования модулей грузового устройства, открытия крышки трюмов, якорно-швартовного устройства.
5. Максимально использовать утилизацию тепла отработавших газов, охлаждающей воды СЭУ, с отбором мощности на валогенератор ГД.
6. Обеспечить «гибкость» режимов работы ГХУ, с подачей



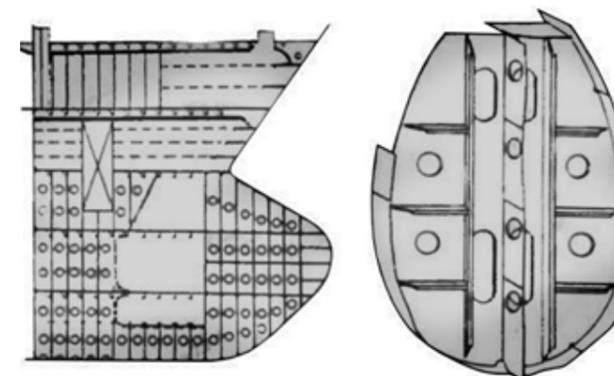
РУЛЬ БЕККЕРА

холода с разными параметрами в сегрегированные зоны охлаждения (-30°/+15°), используя при этом современную, надёжную систему оттайки (гликолевую систему и др.).

7. При расчете ходкости судна, носовых и кормовых обводов добиться коэффициента общей полноты $S_b \geq 0,67$, что позволит увеличить грузовместимость судна и надежность швартовки промысловых судов к более развитой цилиндрической части судна. Эксплуатационная скорость при этом должна составлять 15 – 16,5 узлов с форштевнем ледокольного типа (без бульба).

8. За счет разумной сегрегации основных энергопотребляемых механизмов грузового, швартовного, холодильного оборудования, используя принцип модульности и взаимозаменяемости, добавится максимально возможный коэффициент потребления вырабатываемой энергии на всех режимах работы судна.

9. Корпус транспортного рефрижератора желательно спроектировать классической формы, с бульбом, усилив его прочность, установив поперечные и продольные отбойные переборки в форпике или мощные кольцевые рамы с коэффициентом общей полноты $S_b \geq 0,67$, с ледовым шпором по диаметральной плоскости пера руля. Корпус должен соответствовать основным требованиям Полярного кодекса с ледовым классом ARC-4 или ARC-5, с двойными бортами и днищем, с толщиной обшивки до 12 мм, с ледовым усилением внутреннего набора корпуса. Капониры обязательно с площадками над лацпортами носовых швартовных клюзов для приема и подачи швартовных концов под капонир (фото капонира). Форпик и ахтерпик использовать под пресную воду. Покраска корпуса морозо-ледостойкой краской. Бортовые кили - разумеется, кингстоны бортовые с ледовыми ящиками и рециркуляцией охлаждающей воды, днищевые кингстоны - по классической схеме, также с рециркуляцией охлаждающей воды и усиленной анодной защитой кингстонных ящиков.



ПРОДОЛЬНАЯ И ПОПЕРЕЧНАЯ ОТБОЙНЫЕ ПЕРЕБОРКИ В ФОРПИКЕ С БУЛЬБОМ

10. Трюмы и грузовое устройство

Четыре трюма, каждый разделен на три автономные температурные зоны (с помещениями А, В, С). В твиндеках А и В предусмотреть возможность перевозки рыбной муки.

Крышки трюмов и твиндеков - желательна по две автономные крышки на горловину трюма, а также твиндеков (для уменьшения риска отепления груза при грузовых работах), конструктивно выполненные в один фолдинг с гидравлическим приводом и открытием в нос или корму, крышки твиндеков должны открываться в сторону бортов.

Желательно предусмотреть возможность перемещения матросов (докеров) из трюма в трюм через лазы, расположенные в тамбучинах, используя пространство вентиляторных выгородок, т.е. избежать обустройство лазов с главной палубы и риски попадания морской воды в трюм.

Грузовые лебедки – с гидравлическим приводом, причем каждая пара лебедок и обслуживаемая гидравлика соответствующего трюма должна иметь автономную гидронасосную станцию, что позволит избежать прокладки гидравлических магистралей по главной палубе, повысит «живучесть» грузового устройства судна и коэффициент энергопотребления (не понадобится «гонять» мощную гидронасосную станцию при работе на одну «точку»). В состав грузового устройства и гидравлики трюмов войдут четыре станции с возможностью их резервирования попарно 1 – 2 трюм, 3 и 4 трюм соответственно.

11. Сегрегация гидравлики позволит увеличить надежность, эффективность грузового устройства, избежать простоев судна при отказе (в случае централизованной станции гидравлики) гидронасосов или манипуляторов, которые в свою очередь будут взаимозаменяемыми. Система гидравлики на цельнотянутых ТВД. Такие же две станции предлагается установить для привода брашпиля и кормового швартовного устройства, расположив их соответственно под полубаком и в румпельном отделении. Все гидронасосные посты (8 единиц) должны быть оборудованы автономной системой обогрева станций.

12. Главная холодильная установка

Для перевозки разнотемпературных грузов все помещения в трюмах должны быть изолированы друг от друга. На каждой палубе должны быть установлены свои воздухоохладители л/б и п/б, охлаждаемая площадь воздухоохладителей должна быть согласно тепловому калорическому расчету под каждое помещение.

Электродвигатели вентиляторов охлаждения трюмов лучше использовать трехскоростные.



РЕФРИЖЕРАТОР С БУЛЬБОМ И ЛЕДОВЫМ КЛАССОМ

Систему подачи фреона в испарители лучше применить по принципу ТQ клапанов (electronic exp. valve) вместо ТРВ. В помещениях воздухоохладителей трюмов оставить проход между испарителями и переборкой, отделяющей трюм.

На палубе, где установлены воздухоохладители, должны быть сервисные лючки с левого и правого борта и один по центру для обслуживания межпалубного пространства.

Для системы оттайки трюмов можно применить гликолевую систему (расширительный бак с эл. тэнами с регулируемой мощностью + распределительная станция с запорными клапанами с сервоприводом, на каждый испаритель в трюме + циркуляционный насос), также от этой системы можно подключить подогрев поддонов для сбора талой воды под испарителями. Для этой системы должны быть испарители сконструированы не только вход-выход фреона, но и по всей площади испарителя должна быть заложена система вход-выход гликоля.

Для лучшей циркуляции воздуха в трюмах все переборки должны быть с обрешетником.

Поддоны под испарителями для сбора талой воды в трюмах лучше изготовить из нержавеющей стали или алюминия.

На насосах забортной воды ГХУ можно установить контроллер (реостат) для работы в холодных районах, который удобно использовать для изменения оборотов вращения эл. двигателя насоса, чтобы поддерживать рабочее давление нагнетания на компрессорах.

На насосах забортной воды ГХУ на нагнетательном трубопроводе необходимо устанавливать невозвратный клапан.

Расположить ГХУ желательна МКО во избежание затрат на строительство реф. отделения на главной палубе, в отдельной выгородке с дополнительным входом с главной палубы (для удобства обслуживания и оперативного доступа к охлаждаемым трюмам), непосредственно в лобовой части надстройки, т.е. за трюмом № 4.

13. Ходовой мостик полностью закрытый, включая крылья с обзором 300 – 330°, с пультами управления с каждого борта, с обогреваемыми иллюминаторами, с ледовым радаром и тепловизором. Обязательные электронные компьютерные картографии, средства связи районов А1, А2, А3 и А4.

14. Судовая энергетическая установка (СЭУ). Главная силовая установка предпочтительно дизель-редукторная, работающая на винт регулируемого шага (ВРШ) с отбором мощности на валогенератор (ВГ, мощностью 1,2 – 1,5 мВт) с утилизацией тепла отработанных газов и охлаждающей



ПОЛУБАК ПОД КАПОНИРОМ

воды. Главный двигатель должен отвечать современным требованиям по NOx, SOx и др. с оптимизацией работы на «тяжелом/лёгком» топливе с изменяемой фазой газораспределения. В состав СЭУ должны входить три дизель-генератора мощностью, обеспечивающей режим полного хода с охлаждением груза при параллельной работе двух машин.

Теплогенератор (котёл). Желательно отойти от использования пара в качестве теплоносителя - громоздкая система, включая паровой котел (глина, шамот, жидкое стекло и др. материалы), быстрое ржавление, выход из строя паропроводов, требующие больших эксплуатационных затрат судовладельца, времени экипажа на их техническое обслуживание, поддержание в стандартном состоянии и предъявление классификационному обществу.

Предпочтительно рассмотреть установку теплогенератора на основе минерального масла для подогрева тяжелого топлива в танках основного запаса, отстойных, расходных цистернах и в режиме топливоподготовки. Данная система подкупает своей компактностью, надежностью в работе с минимальными эксплуатационными затратами и времени на техническое обслуживание.

Из опыта эксплуатации, во избежание обогрева и порчи груза, обогреваемые топливные танки тяжелого топлива не должны быть смежными через одну переборку или палубу с рефрижераторными трюмами, или, как минимум, предусмотреть надежную теплоизоляцию и разделяющие пространство (коффердамы). Кроме запасов тяжелого топлива предусмотреть запас лёгкого и малосернистого топлива для плавания по СМП (в одну сторону без добункеровки) в соответствии со стандартами Полярного кодекса.

Желательно не использовать судно для доставки «товарного» топлива (пром. флот ДВК, как правило, бункеруется от танкеров) с целью сохранения объемов и тоннажа судна под перевозку реф. груза.

15. Дополнительные опции:

а) носовое подруливающее устройство обязательно. Рулевое устройство желательна реализовать на базе 4-х-плунжерной рулевой машины (большая живучесть и резервирование аварийных режимов работы) с передачей мощности через балер на высокоэффективный балансирный руль с увеличенной характеристикой подъемной силы с закрылками (руль Беккера). Это в значительной степени повысит маневренность (управляемость) судна при плавании в стесненных условиях (во льдах) и при швартовке промысловых судов в открытом море на малом ходу, работая в паре с носовым подруливающим устройством (фото руль);

б) спасательная шлюпка – свободно падающая и должна быть рабочая лодка типа РИБ;

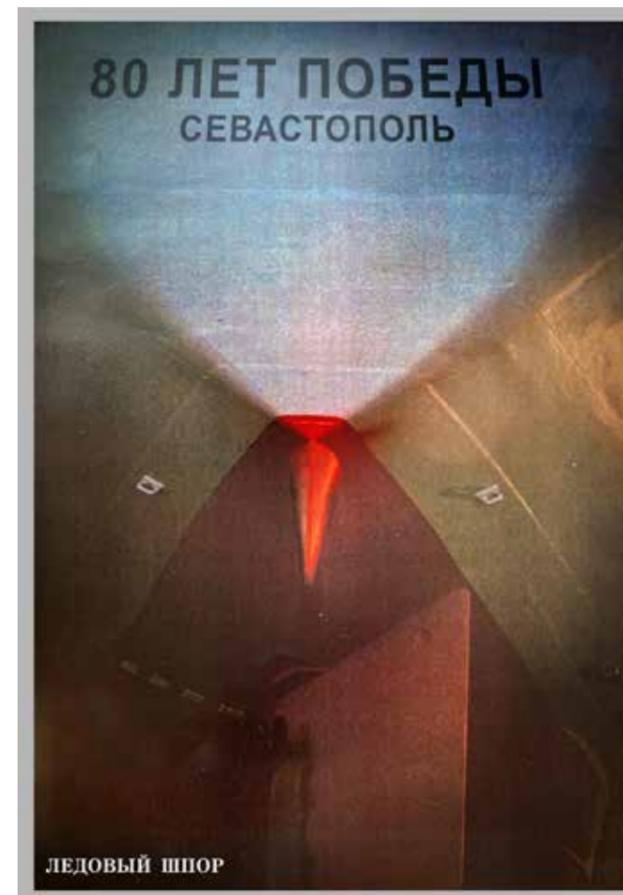
в) предусмотреть места хранения кранцев и устройства для постановки кранцевой защиты, позволяющие ее ставить двум – трем морякам по примеру (фото кранцев 5, 6, 7);

г) провизионные кладовые вместимостью запаса продуктов с автономностью плавания 60 суток и дополнительные объемы для доставки провизии экипажам промысловых судов;

д) каюты рядового состава 2-х местные с санузлами и душевой в каждой каюте. Другие каюты одноместные, соответствующие требованиям МОТ. Также предусмотреть помещение для отдыха экипажа, салон, столовую команды, спортзал, сауну. Обязательно наличие надежной связи на судне с установкой телевизоров по каютам и доступом членов экипажа к сети через любой мессенджер для общения с семьей. Кондиционирование, обогрев и вентиляция обязательны во всех жилых и служебных помещениях. Численность экипажа - 24 человека плюс 20 пассажиров;

е) на главной палубе в одной из тамбучин предусмотреть гараж для 8 электропогрузчиков;

ж) желательна предусмотреть оборудование трюмов пе-



реносными транспортерами для «забивки» удаленных зон трюма рыбопродукцией.

з) якорное устройство – брашпиль с гидравлическим приводом, с усиленной якорной цепью и со становым якорем конструкции Холла;

к) аварийный пожарный насос (АПЖН) желательна расположить в отдельном отсеке под полубаком или за переборкой от основного МКО с отдельным кингстоном.

л) аварийный дизель-генератор с автономной системой охлаждения предпочтительно расположить в кормовой надстройке судна выше палубы переборки.

Всё вышеизложенное – пожелания к предпроектору транспортного рефрижератора для флота России, не окончательные и требуют творческой доработки из опыта эксплуатации транспортных рефрижераторов на дальневосточном рыбохозяйственном бассейне, плавании по северному морскому пути (СМП), а также обработки промысловым флотом в открытом море, включая ледовую обстановку по приему рыбопродукции, и выдаче технического снабжения рыбакам.

Я благодарю за консалтинговую помощь в подготовке данного материала начальника отдела Департамента судостроительной промышленности и морской техники Минпромторга России Илью Васильевича Помылёва, капитанов дальнего плавания Дмитрия Александровича Тяникова, Сергея Анатольевича Фоменко и главного конструктора ООО ПКБ «Петробалт» Антона Викторовича Кошелева.

*Виктор Кот
Ветеран торгового рефрижераторного флота к.т.н.
Севастополь, 2024 г.*

СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД «РИФ»: СОВРЕМЕННЫЕ КАТЕРА РОССИИ



Судостроительный завод «РИФ» поддерживает и развивает стандарты российского производства, внедряет новые технологии но остаётся верен качеству и надежности российской продукции. Завод работает с 1912 года, в настоящее время РИФ – это многофункциональный производственный комплекс общей площадью более 35 тысяч кв. м и парком оборудования более 130 единиц, завод способен производить суда длиной до 70 метров и спусковым весом до 1000 тонн.

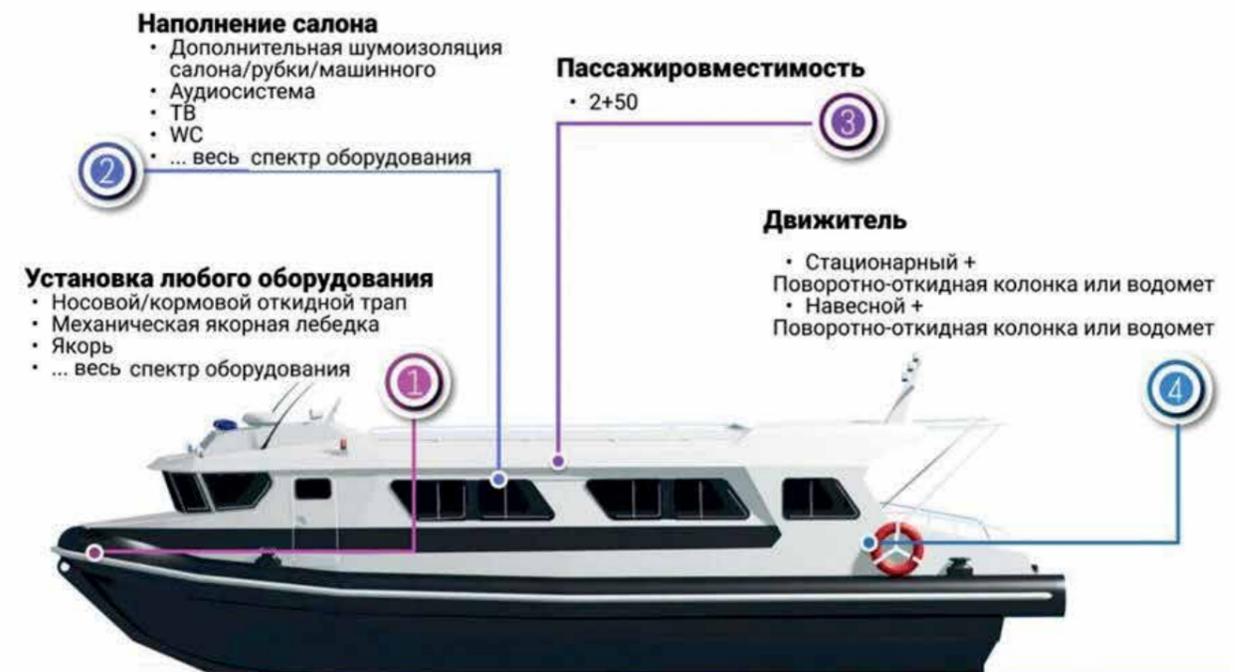
Судостроительный завод «РИФ» начал производство катеров из инновационного материала – ПНД (полиэтилен низкого давления) в 2015 году и продолжает занимать лидирующие позиции на рынке по использованию нового материала для судостроения. Постоянно проводятся испытания на мореходные качества катеров из ПНД, совершенствуются технические и эксплуатационные характеристики, увеличивается разнообразие надстроек и вариантов внутреннего расположения в катерах РИФ. Неизменными остаются качество и надежность судна, а также впечатляющий срок

эксплуатации – гарантия на корпус 30 лет, жизненный цикл судна увеличен до 50 лет.

Отличительными особенностями материала являются:

- отсутствие коррозии и осмоса;
- не требует лакокрасочного покрытия;
- гарантия 30 лет;
- адаптивность компоновки;
- температура эксплуатации от -30 до +50С.

Судостроительный завод «РИФ» принимает активное участие в различных международных и отечественных фору-



мах, где общение с конечным потребителем помогает учитывать нюансы эксплуатации и постоянно совершенствовать продукцию завода.

Судостроительный завод «Риф» - одно из немногих отечественных предприятий, которые за короткий срок успешно показали себя и на международном рынке в условиях жесткой конкуренции.

344019, г. Ростов-на-Дону, ул. 13-я линия, д. 93

Телефон: +7 (863) 251-43-66

Официальный сайт: zao-rif.com

Электронная почта: info@zao-rif.com

Подготовлено по материалам журнала «Морская политика России» №35



www.ris-com.ru

РИСКОМ
НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ СОЮЗ

НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ СОЮЗ «Управление рисками, промышленная безопасность, контроль и мониторинг» (Научно-промышленный союз «РИСКОМ»)

Научно - промышленный Союз «Управление рисками, промышленная безопасность, контроль и мониторинг» (Научно промышленный союз «РИСКОМ») образован в 2004 году ведущими российскими компаниями, работающими в области обеспечения промышленной безопасности и производстве оборудования для неразрушающего контроля.

Идея объединившая Союз - создание независимого органа объединяющего опыт ведущих компаний работающих в различных областях обеспечения промышленной безопасности, инженерного сообщества профессионалов специалистов разработчиков новых методов контроля, методик технического диагностирования, производителей диагностических приборов и оборудования, диагностов практиков непосредственно осуществляющих контроль и обследование технологического оборудования, экспертизу промышленной безопасности ОПО.

Целью образования Союза – совершенствование системы промышленной безопасности и предупреждения чрезвычайных ситуаций, оценка и осмысление мирового опыта в области управления рисками путем объединения опыта организаций эксплуатирующих опасные объекты, разработчиков технологий и средств неразрушающего контроля, научных организаций, координации исследований и разработок в данной области (НИОКР, разработка новых методов и средств контроля), для выработки комплексного, согласованного подхода к решению проблемы снижения рисков. Стандартизации технологий диагностирования, развития методов и средств технической диагностики.

Главная задача Союза – консолидация усилий его участников в целях комплексного решения проблем обеспечения безопасной эксплуатации и надежности промышленных объектов повышенной опасности на основе передовых достижений науки и техники; создание адекватных технических регламентов и нормативов в области управления рисками и системы промышленной безопасности, отвечающих современным требованиям международных и национальных технических стандартов, а также требованиям Федеральных законов «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и «О техническом регулировании в РФ».

Основными направлениями деятельности союза являются:

- создание систем комплексной диагностики, в том числе мониторинговых, оказание высококвалифицированных услуг при обследовании и экспертизе промышленной безопасности, разработка и производство современного оборудования для неразрушающего контроля объектов любой сложности, отвечающих современному уровню развития науки и техники;
- участие в разработке технических регламентов и соз-



дание методик, позволяющих с высокой степенью достоверности оценивать состояние объектов контроля, выявлять опасные в аварийном отношении участки в реальном масштабе времени с минимальными материальными затратами;

- стандартизации технологий и средств диагностирования.

Организациями Членами Союза накоплен уникальный опыт проведения экспертизы промышленной безопасности и технической диагностики объектов различной сложности, прежде всего в нефтегазовой и нефтехимической отрасли, разработки и внедрения мониторинговых систем, разработки и изготовления приборов и оборудования для проведения всех видов неразрушающего контроля, подготовки нормативно-технической и методической документации.

Со времени своего основания НПС «РИСКОМ» превратился в универсальный инструмент продвижения передовых идей в области обеспечения промышленной безопасности, своего рода уникальную площадку общения специалистов практиков, обмена мнениями и выработки согласованных решений по широкому кругу вопросов промышленной безопасности и неразрушающего контроля. Начиная от решения проблем нормативного обеспечения новейших методов и методик контроля, принятия стандартов качества оказываемых услуг, совместного продвижения отечественных компаний на зарубежные рынки до разработки этических норм поведения участников рынка экспертных и диагностических услуг. В настоящее время в НПС «РИСКОМ» действуют научно-технические советы и рабочие группы по мониторингу технического состояния, оценкам промышленных рисков, по методам неразрушающего контроля, разработке технических регламентов и др. Собрана уникальная библиотека трудов участников Союза, насчитывающая несколько сотен позиций, в том числе, вошедших в энциклопедическое издание «Безопасность России». При непосредственном участии Союза Разработаны десятки отраслевых и межведомственных Стандартов, ФНП, ГОСТ Р, СТО, методических указаний (МУ) и Руководящих документов по тематике промышленной безопасности и неразрушающему контролю.

Одним из важнейших направления деятельности Союза является проведение специализированных научно-практических конференций, международных школ-семинаров по неразрушающему контролю и промышленной безопасности, участие в подготовке и проведении Всероссийского конкурса специалистов НК.

НПС «РИСКОМ» принимает самое активное участие в создании и становлении отечественной отрасли ремонта морских трубопроводов, что позволяет обеспечить технологическую независимость Российской Федерации в стратегической отрасли добычи углеводородов на шельфе.

НПС «РИСКОМ» активно участвует в обучении и сертификации специалистов в области промышленной безопасности, специалистов по неразрушающим методам контроля, сертификации и аккредитации экспертных организаций по промышленной безопасности, лабораторий неразрушающего контроля.

За время работы Союза проведены десятки конференций, подготовлены и сертифицированы несколько тысяч специалистов по неразрушающему контролю.

НПС «РИСКОМ» принимает самое активное участие в создании и становлении отечественной отрасли ремонта морских трубопроводов. Все технологии ремонта морских трубопроводов и стандарты проходят экспертизу в Научно-Техническом Совете Союза, что позволило создать производственную инфраструктуру, заложить базу нормативного обеспечения отрасли и наработать серьезный практический опыт, что позволило обеспечить технологическую независимость Российской Федерации в стратегической отрасли добычи углеводородов на шельфе. При этом, разработанные технологии не уступают, а по некоторым параметрам значительно превосходят лучшие зарубежные решения.

На сегодня НПС «РИСКОМ» является одним из наиболее авторитетных и ответственных инженерных сообществ в области ПБ. Сотрудничество с Ростехнадзором, Советом безопасности РФ, академическими институтами позволяет участвовать в формировании государственной политики в данной области.

МОЩЬ И КРАСОТА РОССИЙСКОГО ФЛОТА: ВЗГЛЯД ЧЕРЕЗ ОБЪЕКТИВ

АРИСТОКРАТЫ МОРЕЙ

Мы создаём художественную фотолетопись современного российского флота.



Нахимовском военно-морском училище, Санкт-Петербург



МВК «Константиновская батарея», Севастополь



Свято-Троицкая Александро-Невская лавра

Фонд содействия сохранности культурно-исторического наследия и развития художественной маринистики «Морское фотографическое собрание» образован 28.08.2021.

Учредителями Фонда и авторами фотокартин проекта «АРИСТОКРАТЫ МОРЕЙ» являются члены Русского географического общества, Российского исторического общества, Творческого союза художников России фотографы Александр Алякринский, Росита Руис.

В период с 2016 года по настоящее время фотовыставки авторов более 70 раз экспонировались в городах Москва, Санкт-Петербург, Кронштадт, Петергоф, Севастополь, Владивосток, Сочи, Ялта, Гурзуф, Берлин, Прага, Барселона, Таррагона, Сеговия, Гранада, Лиссабон, Ушуайя.

Наши фотокартины были представлены и находятся в музейных фондах в Адмиралтействе, Морском корпусе Петра Великого, Севастопольском доме офицеров Черноморского флота РФ, Центральном военно-морском музее имени императора Петра Великого Министерства обороны РФ, Музейно-выставочном комплексе «Константиновская батарея», Нахимовском военно-морском училище, Кронштадтском морском кадетском военном корпусе, Международном детском центре «АРТЕК», Всероссийском детском центре «Океан», Детском морском центре Ялты, Владивостокском президентском кадетском училище-филиале Нахимовского военно-морского училища, Черноморском высшем военно-морском училище имени П.С. Нахимова, Военно-морском политехническом институте, Санкт-Петербургском морском

бюро машиностроения «Малахит», 51-м центральном конструкторско-технологическом институте судоремонта, Морском музее Ушуайя (Аргентина), Русском доме в Барселоне, Свято-Троицкой Александро-Невской лавре, Кронштадтского морского соборе, на Московском подворье Спасо-Преображенского Соловецкого ставропигиального мужского монастыря, в частных коллекциях России, Аргентины, Германии, Испании, Италии, Китая, США, Франции, Японии.

Фотокартины, представленные в рамках выставочной деятельности, переданы авторами в дар Соловецкому монастырю, Русскому дому на Краю света, Морскому музею Ушуайя, Черноморскому высшему военно-морскому училищу имени П.С. Нахимова, Международному детскому центру «АРТЕК».

В 2021-2022 года Александр Алякринский и Росита Руис, участвуя в торжественных церемониях «Последний звонок» и «Выпускной бал» в Нахимовском военно-морском училище, вручили лучшим выпускникам от имени Фонда памятные подарки.

Фонд «Морское фотографическое собрание» имеет благодарности Правительства Москвы, Форума «НЕВА», Морского конгресса, Росотрудничества, ФГБОУ «МДЦ «Артек», Главнокомандующего ВМФ России адмирала Н.А. Евменова.

+7 (985) 714-88-33 — Росита,
e-mail: rosita-ruiz@yandex.ru
+7 (903) 724-10-45 — Александр,
e-mail: ala1960@me.com



119071, г. Москва, Ленинский пр-кт, д. 14,
Российская академия наук,
Комиссия РАН по техногенной безопасности,
Межведомственный экспертный совет по безопасности морских подводных трубопроводов и объектов,
<https://expertmore.ru/>
E-mail: info@expertmore.ru

**«Управление рисками, промышленная
безопасность, контроль и мониторинг»
НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ СОЮЗ
«РИСКОМ»**



**НПС «РИСКОМ» ЯВЛЯЕТСЯ ОДНИМ ИЗ
НАИБОЛЕЕ АВТОРИТЕТНЫХ И ОТВЕТСТВЕННЫХ
ИНЖЕНЕРНЫХ СООБЩЕСТВ В ОБЛАСТИ
ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

