



# МОРСКАЯ НАУКА И ТЕХНИКА

---

## MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ - СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК №6



**МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ  
ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ  
ПО БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ  
ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**



## «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



## МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ ПО БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

В Морской доктрине Российской Федерации (от 31 июля 2022 года Указ Президента РФ № 512) в разделе «Освоение и сохранение ресурсов Мирового океана» «пункт 42» обозначены следующие приоритетные направления в развитии сети морских магистральных трубопроводов — это обеспечение эффективного функционирования и развития сети морских трубопроводов, отвечающих национальным интересам России и предотвращение антропогенных и техногенных катастроф путем осуществления государственного контроля (надзора) за проектированием, строительством и эксплуатацией морских трубопроводов, в том числе на основе развития и использования современных технических средств, включая роботизированные комплексы и системы.

В настоящее время в России отсутствует полноценная система нормативных документов, обеспечивающих работоспособность и безопасность морских подводных трубопроводов (МПТ) в течение всего жизненного цикла. Действующие ведомственные нормы и стандарты основаны на заимствованиях зарубежных документов, без учета отечественного опыта строительства МПТ и опыта отечественной системы надзора за опасными производственными объектами. В условиях санкционного давления сложившаяся ситуация создает предпосылки для критической уязвимости добычи и транспортировки углеводородов на континентальном шельфе России, что требует создания приоритетного отраслевого функционала в формате, как минимум, постоянно действующей профильной экспертной структуры.

В июне 2022 года в Президиуме Российской Академии Наук по инициативе член-корреспондента РАН, председателя Комиссии РАН по техногенной безопасности Николая Андреевича Махутова, научно-промышленного Союза «РИСКОМ» и профильных департаментов Минпромторга России состоялось первое совещание «Межведомственной Экспертной группы по безопасности морских подводных трубопроводов» в котором приняли участие ведущие ученые и специалисты по техногенной безопасности, руководители экспертных организаций, научных и инженерных сообществ, представители Российского Морского Регистра Судоходства (РМРС), Ростехнадзора России, Минпромторга России, ПАО «ЛУКОЙЛ», ПАО «Газпром», Союза нефтегазопромышленников и других организаций.

В ноябре 2022 года по приглашению руководства департамента машиностроения для топливно-энергетического комплекса и департамента судостроительной промышленности и морской техники на площадке Минпромторга России прошло второе совещание, на котором, с учетом масштаба задач, было принято решение о реорганизации экспертной группы в Межведомственный экспертный совет (МЭС).

В феврале 2023 года на площадке ФАУ Российского морского регистра судоходства в Санкт-Петербурге состоялось совещание ведущих отечественных экспертов в области безопасного регламентирования проектирования, строительства и эксплуатации морских подводных трубопроводов.

В марте этого года были утверждены положение и регламент работы совета на совещании МЭС в Аналитическом центре при Правительстве РФ.

МЭС, в соответствии с разработанными концепцией и положением, определяет свою работу в первую очередь как прямое участие в практических экспертных процессах при проектировании, эксплуатации и последующей ликвидации морских трубопроводов, так и в научно-технической разработке новых систем стандартизации и регламента, обеспечивающих безопасную, безаварийную работу стратегически важных объектов экономики России. Основными задачами МЭС в том числе являются предоставление научно-методической базы для ускоренного создания национальной системы стандартизации норм безопасной работы МПТ, обеспечение межведомственного взаимодействия профильных структур Минпромторга России, Минтранса РФ с соответствующими подразделениями Росстандарта России, Ростехнадзора России, Российского морского регистра судоходства (РМРС) и других ведомств. С целью наиболее эффективного информационного обеспечения работы совета учрежден и издается научно-технический журнал «МОРСКАЯ НАУКА И ТЕХНИКА», оперативное информирование осуществляется порталом [marine.org.ru](http://marine.org.ru).

Совет в настоящее время поэтапно проводя первичную аналитику технической регламентирующей документации подготовил более 20 предложений научно-консультативного характера для внесения их в новую систему стандартизации, при этом успешность этой и других видов работы однозначно зависит от правового и нормативного определения данной структуры как исполнителя задач морской доктрины с целью реализации стратегических государственных инициатив в области морской индустрии России.

## СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА:

- 3 МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ ПО БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ
- 6 НИКОЛАЙ АНДРЕЕВИЧ МАХУТОВ О СТРАТЕГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ
- 14 РЕГЛАМЕНТ РАБОТЫ МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА ПО БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ
- 17 ПОЛОЖЕНИЕ О МЕЖВЕДОМСТВЕННОМ ЭКСПЕРТНОМ СОВЕТЕ ПО БЕЗОПАСНОСТИ МПТ
- 20 ПЛАН РАЗРАБОТКИ НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ
- 21 ВСЕРОССИЙСКИЕ СОРЕВНОВАНИЯ ПО ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫМ ПОДВОДНЫМ АППАРАТАМ, АСТРАХАНЬ
- 22 ВЕДУЩИЕ ЭКСПЕРТЫ МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА ПО БЕЗОПАСНОСТИ МПТ
- 24 ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПАО «ЛУКОЙЛ» ПО РАЗВИТИЮ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОРСКИХ СООРУЖЕНИЙ
- 26 НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ СОЮЗ «УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, КОНТРОЛЬ И МОНИТОРИНГ»
- 30 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АУДИТА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ – ШАЯХМЕТОВ А.З.
- 36 СОВМЕСТНОЕ СОВЕЩАНИЕ РОССИЙСКОГО МОРСКОГО РЕГИСТРА СУДОХОДСТВА И МЭС ПО БЕЗОПАСНОСТИ МПТ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
- 38 ИНФОРМАЦИЯ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РОССИЙСКОГО МОРСКОГО РЕГИСТРА СУДОХОДСТВА
- 42 СОВЕЩАНИЕ МЭС ПО БЕЗОПАСНОСТИ МПТ, МОСКВА АПРЕЛЬ 2023
- 44 АНАЛИЗ АКТУАЛЬНЫХ УГРОЗ И РИСКОВ ЦЕЛОСТНОСТИ И БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МПТ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЭС – ЛЕЩЕНКО В. В.
- 48 МОРСКАЯ ТЕХНИКА В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ МПТ И СТРОИТЕЛЬСТВО СПЕЦ.СУДОВ – ПОМЫЛЕВ И. В.
- 54 РАЗРАБОТКА СУДОВОЙ АППАРАТУРЫ КОМПЛЕКСА СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ – ВАВИЛОВ Д.В.
- 58 БЕЗОПАСНОСТЬ МПТ В АКВАТОРИИ ЧЕРНОГО МОРЯ – ЛУПЫРЬ Р. Р.
- 60 ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МПТ – ЛЕПИХИН А. М.
- 66 РАСЧЕТЫ ОПАСНОСТИ ДЕФЕКТОВ МЕТАЛЛА ТРУБ И СВАРНЫХ ШВОВ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ – МАРКОВ С. П.
- 70 ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ МОРСКИХ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ – ХАРЧЕНКО Ю. А.
- 74 МОРСКАЯ ТЕХНИКА В БЕЗОПАСНОСТИ МПТ – КОТ В. П.
- 76 ИСКУССТВО И МОРЕ – НА СТРАЖЕ
- 78 «АРИСТОКРАТЫ МОРЕЙ» – УНИКАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ О МОРЕ
- 80 МОРЯКИ НЕ СДАЮТСЯ! СЕРГЕЙ СОЛТАН
- 82 МУЗЕЙ ВОДОЛАЗНОГО ДЕЛА, МОСКВА

## НИКОЛАЙ АНДРЕЕВИЧ МАХУТОВ О СТРАТЕГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ 6



## 26

«УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ,  
ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ,  
КОНТРОЛЬ И МОНИТОРИНГ»

## 54



**ВАВИЛОВ ДМИТРИЙ**  
РАЗРАБОТКА СУДОВОЙ  
АППАРАТУРЫ КОМПЛЕКСА  
СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

## 24 РАЗВИТИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОРСКИХ СООРУЖЕНИЙ



## 42

СОВЕЩАНИЕ МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ЭКСПЕРТНОГО  
СОВЕТА ПО БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ  
ТРУБОПРОВОДОВ

## ИСКУССТВО И МОРЕ – НА СТРАЖЕ

## 76



## НИКОЛАЙ АНДРЕЕВИЧ МАХУТОВ О СТРАТЕГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ

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



**Добрый день, Николай Андреевич! С вашей точки зрения, что на сегодняшний момент мы должны сделать для того, чтобы промышленность и производство продвигались вперед? Это должны быть технологии или же, с точки зрения практического производства, нам нужно быстрее приобретать именно саму технику?**

В Китае в свое время был известный руководитель Ден Сяопин. Он сказал так - для того, чтобы работать, думать, писать, надо народ накормить. Такую задачу он поставил в 70-е годы прошлого века - накормить Китай. На это ушло десятилетие. Потом в Китае была международная конференция по глобальным энергетическим проблемам. Мы с директором ИМАШ Константином Васильевичем Фроловым в то время были на этой конференции. На конференцию приехал министр энергетики Китая. Мы разговаривали с ним по концепции, стратегии, методологии энергетики. Он говорит, что все это очень интересно. А я вам расскажу, что у нас будет построено в Китае в ближайшие 10 лет. Не какими мы технологиями будем заниматься, а что у нас будет построено.

Говорит, столько-то гидроэлектростанций будет, столько-то тепловых станций, столько-то электроэнергии будет вырабатываться. Когда народ наелся, стал сытым, он должен иметь свое жилье, свой быт, должен обеспечить свою жизнь определенным количеством энергии. Следующая задача у нас будет такая - защитить нашу жизнь. После энергетики мы займемся вооружением, обеспечением безопасности. Он не говорил про прорывные технологии, искусственный интеллект, креативную экономику. Но когда ставятся задачи накормить, обеспечить энергией, обеспечить безопасность, то вольно или невольно приходится подтягивать интеллект, материалы, технологии, специалистов. Вот это примерный ответ на Ваш вопрос, что нам нужно.

Я думаю, что война на Украине показала, что наряду с космическими войнами, звездными войнами, которые любил Рейган, оказывается нужен обычный автомат, маскхалат, термометры, бинты и прочие простые вещи. Вот это все говорит о том, что современная жизнь усложненного и развитого общества является междисциплинарной и многопараметрической.

Как только Вы делаете ставку на, условно говоря, прорывные технологии, которые, кажется, могут Вас спасти, и забываете о всех других компонентах жизнедеятельности и жизнеобеспечения, Вы начинаете проигрывать. Люди военные, генералы, маршалы, обычно готовятся к войне теми же методами и системами, которые использовались в прошлые войны. А надо готовиться к следующей войне, которая будет основана на других принципах, с другой техникой идти. Но нельзя забывать и о том, что и прошлые танки, автоматы, различные прицелы, порох, снаряды, пули имеют такое же значение, как и, скажем, совершенно новые, прорывные вещи. Жизнь настолько сложна, что выбрасывать любой из компонентов жизнеобеспечения - это не совсем правильно.

**Николай Андреевич, у вас очень много трудов было направлено на безопасность, связанную с техногенными проблемами. Вы на протяжении жизни со своей командой создавали и обеспечивали систему мер защиты от аварий и катастроф, систему исключения или снижения влияния негативных факторов, которые приводят к экстремальным ситуациям. С вашей точки зрения, есть ли на сегодняшний момент какой-то алгоритм, при котором можно исключать события, которые могут стать трагическими для жизнедеятельности страны и общества?**

Это очень правильная постановка проблемы. Люди всегда будут иметь устремленности жить дольше, лучше, комфортнее, счастливее. Будут развивать новые технологии жизнеобеспечения. Это святая мечта человечества. Мы старались убеждать, показывать и доказывать, что в силу многофакторности нашей деятельности на этом пути обязательно в любом обществе, в любое время, при любом действии, на любом объекте всегда будут факторы, которые будут создавать угрозы, создавать риски. И поэтому при всех начинаниях, при всех задумках, при всех проектах думающий и серьезный человек, специалист должен на чашу весов положить два базовых результата. Что хорошего будет получено от моей деятельности, от моих задумок, от моих целей и задач, и что будет менее негативное, опасное, мешающее и угрожающее жизни людям. Мы даже придумали такую фразу, она еще звучала в советское время, что бы ни создавал человек во благо человека, - это всегда поворачивается к нему угрозами, рисками, вызовами и трагедиями.

И вот современность такова, что если вы одновременно с равным знанием, с равным обоснованием можете выдвинуть и позитивные, благие цели, задачи, результаты, проекты, программы, то вы с такой же тщательностью должны продумать, а что же здесь закрыто, не познано, не учтено, не сделано, что обернется против вас.

Это первая сторона дела. Мы хотели сказать, что авария, разрушение любой системы: социальной, природной, технической, - это неотъемлемое право, свойство и существо этих явлений, процессов и систем.

Надо таким образом знать и позитивную, и негативную сторону. Вопрос состоит в том, что если вы говорите о технике, о технологиях, то ясно, что они нам создают блага, создают определенные преимущества на следующих этапах жизни человечества. Но они одновременно создают и угрозы. Например, природа вам может подарить большие позитивы, но может подарить и ураганы, смерчи, наводнения, землетрясения.

Также происходит и с техникой. Мы стремимся что-то новое создать, но чаще всего это поворачивается в военную сферу. Это когда человек начинает использовать ее, даже благую задачу, во имя нехороших целей.

И вот получается, техника, общество, природа имеют плюсы и минусы. Но у человека, у единственного, есть возмож-

*Безопасность закладывается при проектировании, обеспечивается при изготовлении и поддерживается в эксплуатации.*

ность знать и одно, и другое, и выстроить систему защит от этих опасностей, угроз и вызовов.

Сама техника не имеет возможности это сделать, природа тоже особенно об этом не заботится. Человек, знающий, понимающий, умеющий, может построить защитные барьеры

**Касательно баланса, о котором мы сейчас говорим, если его обратить непосредственно к нашей теме безопасности морских трубопроводов, не является ли парадоксальной ситуация, в которой сейчас экспертный совет доказывает, что необходимо изменить и претворить в жизнь несколько новых требований по эксплуатационной безопасности трубопроводов? Возникает вопрос, что все, что построено до этого момента, построено с какими-то, возможно, будущими коррозиями и изменениями? Например, прошло какое-то время, год-полтора, появились правила, по которым должны строить и должны проверять безопасность. Нужно ли все ранее созданные трубопроводы привести к этому требованию, заставить владельца что-то переделать или доделать? В связи с этим возникает вопрос, насколько опасно сегодняшнее состояние трубопроводов и реально ли успеть остановить этот процесс? И тогда сразу же, не будут ли собственники этих трубопроводов против новых правил, так как это может уменьшить не только прибыль, но и процесс самого прохождения регистрации трубопровода?**

Это правильно. Мы часто вспоминаем в наших разговорах и на последнем заседании академика Николая Дмитриевича Кузнецова. Я его очень уважал, и он ко мне, как к молодому человеку, относился с большим уважением. Еще тогда у него родилась фраза, которую сейчас мы можно было бы произносить - **безопасность закладывается при проектировании, обеспечивается при изготовлении и поддерживается в эксплуатации.** Эта фраза очень ёмкая. Сейчас получается так, что мы нарушили заповедь, которая действительно важна. Мы постарались достаточно просто строить. Проекты побыстрее, менее обоснованные вводили в жизнь. Проектировали по старым традиционным методам, критериям, подходам. Строили по принятым технологиям, которые были хорошо известны. Запускали в эксплуатацию, и вдруг видели, что мы не учли там коррозию, мы не учли выход морских трубопроводов из воды на берег в зоне приливов и отливов. Мы не учли в явном виде цунами, мы не учли донные течения, мы не учли якоря, которые бросаются в разных местах, протаскиваются и могут повреждать. Мы не учли замыслов террористов и военные угрозы. Этого в проектах нет. А в жизни это всё встретилось.

И получается тогда так, что мы, уже сэкономив на первых этапах проектирования, строительства, знаний, исследований, разработок, нормативов, пошли в эксплуатацию со старым или недостаточно проработанным багажом.

И тут-то приходится уже затрачивать и средства, и ущербба иметь в десятки раз больше, чем суммы, которые можно





было вложить на начальном этапе. И вот это целый новый поворот. Если он произойдет разумно, то тогда станет нужна и наука, и хорошие специалисты, и инженеры, и методы расчётов, и методы диагностики, и программные решения, и цифровизация на стадии проектирования. Этот путь, конечно, не может быть пройден за год, и даже за пятилетку, но на этот путь надо обязательно становиться.

**Когда нас в советское время всех учили такой науке как политэкономия, то по сути этот шаг вперёд сократит прибыль, потому что её нужно будет изъять и направить на техническое обеспечение. Сначала на проектирование, потом на создание и на эксплуатацию. А те, кто сейчас владеет этими процессами, как государство, так и частные корпорации, понимают ли они, с вашей точки зрения, на сегодняшний момент цену внезапных возможных потерь на существующих системах, а также цену постоянного вложения в эту безопасность? Есть ли среди них люди, которые относятся к этому серьёзно?**

Люди, конечно, есть. Тяжёлые аварии, будь то Саяно-Шушенская, будь то морская платформа в Мексиканском заливе, Новороссийская авария приводят к различным обсуждениям, появляются новые стратегии, законы. Формируется новая словесная, вербальная, понятийная сфера. Определённая беда заключается в том, что сама по себе технология обеспечения безопасности ещё не перешла на серьёзный научный фундамент.

Вот мы на прошлом совещании МЭС обсуждали некоторые простые уравнения в применении к морским трубопроводам. Но комплексная безопасность морских трубопроводов требует определить, с какими видами опасности вы встретитесь. Они могут быть техногенные, природные, антропогенные. Морской трубопровод нельзя построить, не зная уровня человеческих возможностей, ошибок, знаний. Нельзя не учитывать то, что подарит нам природа и то, что даст нам технология.

Есть разные виды безопасности. Есть техногенная безопасность. Это означает, что сама система, которую вы выпустили, она обязательно деградирует. У нее будет износ, коррозия, развитие дефектности. Это обязательно будет. Есть вторая, функциональная безопасность. Функциональная безопасность, это что означает? Это означает, что мы встроили в любую систему системы контроля, надзора, управления, наблюдения, щиты управления, диагностические параметры. Есть системы управления. Они не есть прямая принадлежность этого объекта. Функциональная безопасность – что это означает то, насколько вы системы наблюдения, контроля и управления опасными состояниями заложили в новую трубопроводную систему.

И есть комбинированная безопасность. Это означает, что наряду с учетом поведения металла при нагрузках одновременно должна работать система контроля, наблюдения, управления. Все системы должны быть между собой связаны. Если скажем - есть антропогенный фактор, тот же самый терроризм или военные воздействия, то надо какую-то еще охранную систему создавать в дополнение к защитным системам: купола, оболочки, которые защищают при любом развитии событий. Таким образом, задача опять получается, что мы должны учесть и одно, и другое, должно быть учтено и третье.

Если вы проработали это, то тогда получается, что есть свои критерии, свои числа, свои методы, они раскладываются по годам, они развиваются постепенно. Вот сейчас удалось подготовить и опубликовать многотомное издание «Безопасность России» в 65-х томах. Это издание имеет несколько редакций исследований и разработки проблем национальной безопасности. Вышел том по стратегии национальной безопасности, в котором отражены очень существенные, важные, новые мысли, сформулированы новые требования. В этом издании мы поставили свою задачу, а какие исследования и разработки нужны для нас, чтобы вы-

полнить требования национальной безопасности. И мы готовим еще один том, где изложен понятийный аппарат проблемы безопасности.

**А в этих томах заложены рекомендации, связанные с нашей темой, с морской безопасностью?**

Да, такие рекомендации изложены и опубликованы. Они сформулированы с точки зрения экологической безопасности, экономической безопасности. Мы переходим на риск-ориентированный подход. В концепции национальной безопасности это отражено. Впервые в стране в таком высоком государственном документе сказали, что мы дальше будем пользоваться риск-ориентированным подходом. А это означает, что вы обязаны знать, что такое риск, уметь считать его, определять расчетом и экспериментом, регулировать, оценивать и нормировать. И тогда все становится более или менее на свое место. Но пока универсального уравнения нет.

**За вашей спиной, в написанных на доске уравнениях, даже затраты присутствуют.**

Да, вот смотрите, что тут получается. Наука должна сказать, что такое риск, как его вычислить, каким образом он будет определен. Риск для любого объекта, для человека, для отрасли, для страны, для мирового сообщества, это риск, который сложился. Достичь абсолютной безопасности вы уже не можете. То есть первое, что мы говорим, что риск всегда существует. Для безопасности нужно обосновать такой риск, который можно считать допустимым. Вы должны научно обосновать этот риск. Государство словами науки должно сказать - сегодня с моими возможностями, финансовыми, ресурсными, промышленными, военными, могу обеспечить риск вот такого приемлемого уровня.

А как этот риск установить надо? Вот произошли аварии, катастрофы, войны, пандемии. Это статистика. Здесь риски, которые мы считаем уже неприемлемыми. Для них уже известны показатели и во что они обошлись. Сколько погибло, сколько умерло, сколько разрушилось, сколько пострадало. Вы должны уменьшить критический риск в какое-то число раз. Должны ввести запас по рискам и тогда назначить приемлемый риск. И безопасность уже становится числом. Она становится рассчитываемой. Тогда уже дальше можно что-то сделать для изменения и повышения безопасности.

Но безопасность может быть обеспечена только в том случае, если вы разработаете научный комплекс, разработаете законы и нормы, начнете следовать этим законам, нормам, правилам, начнете подготовку студентов, переподготовку специалистов, все это внедрите в промышленность. На это пойдут определенные затраты. Эти затраты надо рассчитать. Эти затраты войдут и в оценки рисков.

Этот подход можно применить и к безопасности человека. Это я рассказывал в Центре стратегических исследований МЧС России, что это все годится и для человека. Мне говорят, а как это так? Я говорю, давайте тогда посчитаем. У нас в стране есть заданное число неестественно погибших людей. Отравились, сгорели, утонули, замерзли. Это неестественные смерти. А вот это число населения, которое у нас есть. Тогда можно посчитать риски неестественных смертей. Наверное, 200 тысяч в год мы теряем здесь. Получается высокая вероятность потери жизни.

Если человек гибнет, то семья теряет определенный доход. В среднем это около 10 миллионов. Сейчас мы выплачиваем компенсации в объеме 5 миллионов. Это уже тоже считается. Тогда моя личная безопасность будет складываться в некоторое расчетное уравнение по рискам с обязательными затратами.

**Понятно. Но, с другой стороны, получается, что при пла-**

*Но безопасность может быть обеспечена только в том случае, если вы разработаете научный комплекс, разработаете законы и нормы, начнете следовать этим законам, нормам, правилам. Начнете подготовку студентов, переподготовку специалистов, все это внедрите в промышленность.*

**нировании, допустим при планировании и реализации государственных, федеральных, национальных проектов, нужно сразу закладывать эту концепцию?**

Вот мы написали общую концепцию. Мы опубликовали концепцию в журнале. Дальше ее нужно закладывать в теорию риска, теорию безопасности, теорию вероятности возникновения опасных ситуаций и ущербов надо сразу закладывать. Пора уже это начинать.

**Тогда получается, что если государство будет закладывать этот определенный показатель, то стоимость разработок будет увеличиваться на определенный уровень?**

Да, конечно.

**Теперь получается, что та группа людей, которые являются практиками и экспертами, люди, создающие науку и владеющие техникой, которые сидели за нашим столом, они готовят для государства стратегию, в случае неисполнения которой государство будет иметь возможность накладывать штрафы? Или будет терпеть ущербы, если оставит эту проблему без внимания.**

Конечно, и это будет наше достижение – мы можем, увеличивая затраты на снижение рисков, существенно (в 2-5 раз и более) сократить затраты на ликвидацию последствий аварий и катастроф.

**И сколько на это нужно времени?**

Вот на это уходят годы, десятилетия, чтобы простая вещь получила отражение в реальной жизни. Я вот рассказываю, когда совершился такой поворот. Это были 1991-1992 годы, а мы уже занимались этим делом, реализуя Государственную научно-техническую программу «Безопасность». Пришли молодые наши руководители органов власти, и я написал обращение в комитет по безопасности Верховного Совета РСФСР. Написал, что безопасность – это важнейший фактор. Не прибыль, не конкуренция, а безопасность. Я написал в пять комитетов, предложил все это к обсуждению

**Стали обсуждать?**

Да, зашевелились. Потом стали вопросы - что же надо делать? Дело дошло до председателя Верховного Совета мы с ним работали и ранее. Он говорит, ну, ладно, что же вам нужно? Я говорю, вы напишите нам обращение, дайте указание, что этим надо заниматься. И тогда была выпущена первая редакция доктрины безопасности.

**Это уже в 90-х годах?**

Да, в 90-х годах. Там было написано, что это является важным с позиций безопасности государства. Доктрина уклады-

*Подводные заводы, подводная добыча лодками, так сказать, возим под льдами, тогда сокращаются маршруты, всепогодность обеспечена. Потом нужно учесть технологии разжижения, сжижения, тогда все по-другому выглядит.*

вас в четыре странички. А дальше началось ее развитие. Что такое безопасность? Что такое национальная безопасность? Безопасность государства тогда в 94-м, 95-м году для нас заключалась в сохранении народа, чтобы он развивался, приумножался. Надо сохранить территорию государства. Надо сохранить традиционный образ жизни. Потом это стало концепцией национальной безопасности тоже. Появилась стратегия безопасности, на которую мы сейчас стараемся работать. Ну, что получается? Вот выпущена стратегия, названа базовым документом национальной безопасности. Сказано, что все документы, которые будем мы разрабатывать, должны из нее исходить. Но очень многие не читали ее. Приходишь в ведомство, в структуру, в институт, видишь, что руководители даже не знают о принятой стратегии.

**То есть понятие национальной безопасности не всегда вписывается в действия, которые обеспечивают государственную безопасность, потому что государственная структура иногда нарушает национальный интерес?**

У нас сейчас есть законы промышленной, транспортной, пожарной, радиационной безопасности есть. Мы над этим работали с органами государственного надзора с 80-х годов прошлого века. Были созданы новые правила безопасности, где предписаны действия, указано что и как включать, указаны меры защиты. Если их соблюдать, опасностей будет меньше, тогда и риски будут снижаться. В общем, доказали, что безопасность — это наука, это сфера знаний, которые синтезируют и механику, и физику, и химию, и экономику, и социологию. Так что первое что было нужно — это ввести в безопасность понятие риска. К началу XXI века это удалось.

**А что второе?**

Второе — какие могут быть риски? Риски — это большие неопределенности. Вот на Московский НПЗ приехала комиссия и специалисты Ростехнадзора. Они походили там по цехам, фотографировали: лестница не крашена, стол не там стоит, посторонние предметы в зоне оборудования. Сделали красочный альбом и передали руководству страны — оно тоже возмутилось. Завод стал оспаривать это. Тогда решили подготовленные материалы по НПЗ направить на экспертизу в Академию наук. Я член технического совета Ростехнадзора. Академия наук направляет мне это на заключение. Я стал смотреть, и там отмечено 49 недостатков, и только 3 недостатка, которые создают высокие риски. Анализ показал, что остальные имеют несущественный косметический характер.

И здесь нужно отметить следующее. Есть у нас нарушения, аварии, катастрофы с тяжелыми последствиями. Есть прокуратура. Есть следователи по особо важным делам, с которыми я много раз участвовал в расследованиях аварий, спорил. У них обычно есть некоторый обвинительный тренд. Найти виновника поскорее и наказать его. И что же берется за основу? За основу берется только то, что не выполнен

пункт такого-то правила, закона, такого-то постановления. Не смотрит на то, что сам по себе этот закон содержит еще большие риски, просто они еще не реализовались. И в этом плане беда, конечно, большая, и она очень непростая.

Вот, к примеру, я тоже был в государственной экспертизе по аварии под Уфой, когда два поезда сгорели. Там под железной дорогой труба была повреждена ковшем на 2 миллиметра, на ней была сделана царапина. Я говорил, что это опасное дело. Когда вы царапаете, то вы не только толщину стенки уменьшаете, а вы там создаете другие свойства металла. Забудьте то, что было по нормам, в этом месте металл совсем другой стал, напряжения другие. Там, естественно, возникла трещина. Из трещины пошел ШФЛУ. Это газ, когда он выходит, давление падает, идет, как называемое, адиабатическое расширение с уменьшением температуры. То есть в этом месте, где течь образовалась, температура стала понижаться у этой трещины. Если температура понижается, там возникают температурные напряжения. Пониженная температура сделала металл более хрупким, а в нормах ни слова, ничего об этом нет. Когда мы посчитали, оказалось на 36 градусов понизилась температура, возникли температурные напряжения. Металл уже не мог это выдержать, он просто должен был разрушиться. И вот, когда я выступал на этом процессе, прокурор сказал, что впервые мы слушаем на судебном процессе эксперта, которому нечего возразить. И обвинители, и обвиняемые ничего не могут сказать. Для меня была эта оценка.

**Получается, что в каждом случае все нужно рассматривать конкретно и индивидуально?**

Ну, конечно. Обычно ищется стрелочник. Есть понятие человеческого фактор. Мы по человеческим факторам сделали отдельный том «Безопасности России». Что такое человеческий фактор? Это не то, что вы стрелку не и так перевели, вместо газа на тормоз нажали. Мы понимаем, что во всех бедах, которые случаются на Земле, виноват человеческий фактор. Считается, что у авиаторов, в военной авиации 80% человеческий фактор, в гражданской авиации 70%. У железнодорожников 12%. Все это известно. Но в общем человеческий фактор может быть важен на 100%. Он неправильно написал закон, неправильно написал нормы, не знал, что там на самом деле происходит, не так подготовил специалиста. Не было бы человека и вообще ничего бы не было. То есть во всем виноват человек. Но не только стрелочник. Винючники находятся выше — разработчики проектов, норм, законов.

**Хорошо. Человеческий фактор определил такую, ну скажем, политику потребления, движение природных ресурсов из одной страны в другую страну. И оно осуществляется в том числе по обсуждаемым трубопроводам. А что если через какое-то время будет принято решение не двигаться в этом направлении? То есть в нашей стране может быть уменьшен объем перемещений природных ресурсов. В связи с этим может снизиться их актуализация и средства, выделяемые на это государством. Или же вы считаете, что это не так?**

Это серьезнейший вопрос. Мы когда-то считали, что ресурсов, воды и воздуха всем хватит. И об этом не заботились. Конечно, Россия в силу своей территории и уникальностью обладает огромными национальными преимуществами перед всеми странами мира. По воспроизводству даже чистого кислорода за счет естественных процессов, из-за того, что у нас есть леса, степи, тундры. Мы, конечно, в этом смысле могли бы жить за счет налогов на вредные выбросы, поскольку с нашей территории идет выброс чистого кислорода, если правильно все посчитать. Мы могли, может быть, сжигать



меньше и продавать меньше и подороже, и за этот счет могли бы жить.

Надо уметь правильно посчитать, правильно сделать оценки. А сейчас получается так. Хитрые люди придумали налог на выбросы, придумали зеленую энергетику. Вот скажем, вы производите нефть, газ, уголь, тогда платите налоги, они вас ими обложат из-за того, что большой процент выброса CO2 выйдет, и вы будете платить за то, что вы продаете не зеленые продукты. На самом деле, если я вам продаю, здесь во время продажи ничего нет, газ не выделяется. Газ выделяется, когда энергоресурсы купили, их начинают использовать. Фактически виноваты потребители. Они купили, они начинают его выбрасывать. Соединенные Штаты более 6 тонн на человека сжигают, а мы 3 тонны сжигаем. Люди страны по тонне или по полтонны в год не сжигают.

**Вот такая интересная ситуация. Получается, что все говорили, что давайте мы будем производить у себя и продавать уже готовую продукцию. А иногда сам процесс производства более вреден. То есть если увеличить соотношение восстанавливаемых ресурсов, хотя бы лесных, воду и газ уже не восстановишь, нефть тем более. А если какие-то направления выделить, то мы в общем-то еще молодцы, да?**

Конечно. Мы действительно обладаем большой территорией. Зеленая тайга, неосвоенные территории, малая плотность населения, небольшая промышленная нагрузка на окружающую среду. Мы уникальная страна. И вот если бы мы могли опять с точки зрения рисков посчитать нашу жизнь по самому верхнему уровню, то цифры и позиции могли бы быть другие, и экономика иная.

**Вот такой вопрос, можно сказать, конкретный. Получается, что степень безопасности человека, живущего в районе Алтая и Сибири выше, чем живущего в Москве, Петербурге?**

Не совсем так. Получается, например, что Москва имеет

конечно большое число автомобильных аварий, жертв и пострадавших в этих авариях. Но в Москве чуть получше медицина. А на Алтае машин поменьше, но и врачей поменьше. Эти цифры очень относительные. Сложно сравнивать регионы, но все данные есть. В этом смысле безопасность уже насыщена такой информацией, которую мы не используем сейчас

**Ваши расчеты, если вернуться к предыдущей теме, они ценны для государства тем, что в конечном итоге, когда завершится вся эта работа, государство получит более безопасные объекты с минимальными рисками?**

Да. Но пока получается так, что риски никто не считает. Если вы возьмете социальный ущерб, 200 тысяч людей потеряли в год, ничего масштабно не сгорело, не взорвалось, просто потеряли людей от неестественных смертей. Если к ним присовокупить экономические потери за счет аварий, катастроф, пожаров, то получается примерно каждый год вы теряете 5-7% ВВП. Когда мы говорим, что должны достичь темпового роста 3%, а потеряли 5% в авариях, то вы уже даже при 3% роста просели на 2%. Чтобы развиваться, надо иметь рост не меньше 10%. Технологически развитые страны сегодня дают примерно 3% роста. Но и они теряют 2,5%, но прирост все-таки идет. То есть у них 0,5% — они все-таки движутся вверх. А если вы, скажем, идете на 3%, а потеряли 5%, то получаете устойчивое развитие вниз.

Хочу еще раз вернуться к морским делам. Когда прошел разговор о Штокмане, тогда, конечно, Евгений Павлович Велихов, Константин Васильевич Фролов были, все работали. Мы стали говорить, что вы идете на шельф, на морскую технологию. Значит, если вы снова будете добывать, перевозить на землю, дальше по трубопроводам транспортировать, или будете транспортировать северным морским путем, наливными судами, там будут туда идти. Вот я посмотрел, я по-

считал риски, которые с этим связаны. Значит, уже при такой технологии транспортировки на газовозах, танкерах по Северному морскому пути, в ледовых полях, с военными и террористическими угрозами, ущербы могут оказаться выше, чем от аварий в Мексиканском заливе. Здесь, в Арктике, надо переходить на другую технологию. И в нашей стране стали разрабатывать такую технологию, когда добываем под водой и льдом и не выходим на поверхность.

**Подводные заводы?**

Подводные заводы, подводная добыча, подводная и подледная транспортировка атомными лодками. Тогда сокращаются маршруты, всепогодность обеспечена и повышена защищенность от атак. Потом нужно учесть технологии сжигания природного газа - тогда все по-другому выглядит. Я посчитал интегральные риски, и оказалось, что их можно снизить примерно в 10 раз за счет новых технологий. Когда это американцы узнали, что мы этим занимаемся, говорят, ребята, вы с ума сошли.

**Да. Другой мир.**

Другой мир. Мы сейчас реализовали Сахалин-1, Сахалин-2. Там платформы стоят. Они должны быть ледостойкие. Тогда решили бетонные опоры, на которых стоит платформа, защитить стальными обшивками, там, где лед ходит. Прошло некоторое время, они уже повредились. Значит, здесь также нужны новые технологии.

Это нужно учитывать и при строительстве трубопроводов на Сахалине, там есть георазломы, смещения поверхности достигает от 3 до 5 метров достигает. Если вы туда заложили по обычной технологии трубу, то где-то в замерзшем грунте порвет эту трубу. Надо разработать было такую технологию, чтобы грунт не был смерзающийся, и трубы были более прочными и пластичными.

Когда ясны опасности, выяснены риски и выяснены системы защиты от этих рисков, – это уже совсем другой разговор о безопасности.

Еще один пример, люди в Якутии на производственных комплексах мучаются при -50, -70. Надо все утеплять зимой и охлаждать летом. А мы говорили, а зачем это всё делать? Если Вы опустились под землю на 5-6 метров, там всегда -8. Тогда получается, что экзотермические условия, теплоизоляцию сделали, там теплосъем очень маленький, энергетические затраты ничтожные. Вот и получалось, что чистые производства, электронику, микроэлектронику можно было бы перенести в Якутию, опуститься под землю, в подземные комплексы.

И самое основное сейчас - это природные ресурсы: нефть,



газ в том числе. Мы их используем как теплоносители. На самом деле – это ценнейший продукт. Одежда, дороги, дома, полиэтилен, пропилен - всё делается из этой же нефти. И ясно, что от этого мы никуда не уйдём. Она будет требовать всю жизнь, столетиями, тысячами. И продавать для сжигания, гнать эту нефть и газ за рубеж по пониженной цене – это неправильно. Это большой стратегический риск. Прошло время, когда добывали нефть по 3 доллара за баррель, потом - 9, стало 30 долларов. Уйдёте вы на шельф – это станет 40 долларов для добычи и производства только. А вы уже израсходовали то, которое вам доставалось по 3 доллара.

С учетом этих рисков, конечно, продавать надо продукты глубокой переработки.

**А если технически всё-таки задуматься, а также с точки зрения безопасности, может ли появиться какой-то металл, который значительно, в разы увеличит прочность и изменит сам подход к проводному бизнесу. Сейчас мы говорим, что развилась трещина, которая привела к разрушению. А может быть изобретают или уже где-то находится в стадии подготовки такой материал, который позволит решить этот вопрос именно технически. Такое возможно?**

Чудеса всякие возможны, но есть некоторые природные ограничения физические, реальные существующие, которые непреодолимы. Ну что, скажем, известно что если вы создадите монокристаллические лопатки газовых турбин, то выигрыш получается в прочности огромный, очень большой. Вы выиграли, скажем, в 10 раз в прочности. Но вам всё равно придётся нарезать резьбу, создавать отверстия, а это конструктивная концентрация напряжений. Вы увеличили прочность в 10 раз, дырку прострелили, потеряли уже треть

прочности. Поэтому, когда говорят, что подняли прочность образца материала в 3-5 раз – это ничего не значит. Мы же не на образцах ездим, а на машине ездим. Есть понятие прочности материала. Ее можно очень сильно поднять. А есть конструкционная прочность, прочность конструкции. Важно, насколько Вы можете реализовать эту прочность в конструкции. Вы её уже не можете полностью реализовать.

Теперь дальше. Если Вы повышаете прочность, то тогда обычно деформационная способность падает. То есть нагрузка можно поднимать в пределах прочности, а пластичность материала и деформативность в 10 раз увеличить нельзя. Не получается. И когда все говорят, что сделали прочный материал, я спрашиваю - что стало с пластичностью? К сожалению, пластичность упала. Это новая опасность.

**То есть проблема не только в самом материале, но еще и в конструкции?**

Да. И в условиях эксплуатации.

**С вашей точки зрения, как наиболее эффективно транспортировать нефть и газ – по трубопроводам или специальными судами? Как безопаснее?**

Хороший вопрос. Юрий Николаевич Работнов говорил, старайтесь все сделать в виде трубы, тогда будет все просто и хорошо. В трубе нет отверстий, там нет резьбы. С точки зрения эффективности, конечно, трубопроводный транспорт обладает большими преимуществами. Но если вы морскую трубу положили, а с ней что-то произошло, то восстановить эту трубу очень сложно. Если вы везли на танкере и потеряли газозов, потеряли емкость – это поверхностная авария. И получается, что от вида конструкции зависит тип аварии и ущерб. Есть аварии, как мы называем, объектовые, местные, региональные, национальные, глобальные, планетарные. И тогда, с позицией безопасности, морская транспортировка распределенными системами, не магистральной моносистемой, становится более безопасной. В свое время японцы пошли на строительство танкеров, 300 тысяч, 500 тысяч кубометров. Но когда произошло 2-3 аварии, то уже оказалось, что риски высокие. И тогда было принято решение, что больше 200 тысяч кубометров танкеры не строить.

**А что касается концепции с платформой-накопителем, которая может стоять на определенном расстоянии от берега, от которой идет труба до резервуара на берегу. Это опасно для самого моря? Или это вообще нереальная какая-то вещь?**

Это реально. Так в основном и идет морская добыча углеводородов.

**Николай Андреевич, спасибо огромное за интересную беседу. Скажите, пожалуйста, о чем Вы мечтаете?**

Недавно на конференции я высказал такую мысль. Мы говорим о, то что общество развивалось тысячелетия - первобытный строй, рабовладельческий, феодальный, капиталистический, социалистический и даже коммунистический. И все это было привязано, в конце концов, к тому, что в идеале каждому - по способностям, от каждого - по потребностям.

Получается так, что собственность, средства производства и технологии всегда были главенствующими. И все это направлено на то, чтобы, условно говоря, хорошо жить, хорошо есть, успешно развиваться, и получилось так, что производственная сфера и удовлетворение материальных потребностей являлись главной целью развития.

Меня сейчас ни капитализм, ни социализм, ни коммунизм с такой установкой не устраивают. Не может быть целью развития усовершенствование рыночных механизмов капитализма. Я думаю, что раз уж суждено было быть тому, что на земле появилось разумное существо, то человеческий разум

*Гений может быть злой, и гений добрый. Поэтому я пришел к мысли, что хорошо было бы сделать целью развития человечность. Это принципы духовные, мыслительные, интеллектуальные, но не физические.*

должен быть во благо. Но разум может быть направлен и на другое. Гений может быть злой, и гений добрый. Поэтому я пришел к мысли, что хорошо было бы сделать целью развитие повышения уровня человечности. Это принципы духовные, мыслительные, интеллектуальные, но нематериальные. Стремление только к материальному благополучию ведет к бесчеловечности.

Я дважды встречался с Фиделем Кастро, разговаривал с ним, он мне книжечку подарил. Он спросил - социализм, который мы строим, от капитализма чем отличается?

Я немножко замялся. Фидель сказал - социализм, который я строю у себя, должен дать неограниченные возможности духовного и физического развития человека. Но обязательно ограниченные возможности материального потребления. А капитализм, наоборот, дает неограниченные возможности материального потребления, но не дает развития необходимого духовного. **И получается так, что если посмотреть на понятие человечности, то надо, конечно, вложить много новых мыслей и знаний. Вот это для меня и важно.**

На конференции мы пока не договорились, что такое человечность пока и живем ли по этому принципу. Но у нас уже есть пример Нюрнбергского процесса, который осудил преступление против человечности. Уже человечество, кажется, выработало понятие, что является преступлением против человечности.

Я сейчас думаю, что хорошо было бы, если бы к смыслу человечности привела вся наша эволюция. Что такое человечность? Даже 10 заповедей Христа, это что-то из этого. Помните, были принципы строителя коммунизма? Это тоже что-то близкое к тому.

Звери живут в природе, но хищники не едят друг друга. А люди - одни эксплуатируют других, разрушают природу, войны ведут. Все это бесчеловечно. Если удастся как-то сосредоточиться на том, чтобы сформулировать принципы человечности - это был бы важный результат. А соперничество, конкуренция, перерастающие в борьбу и в войну - это уже бесчеловечно.

Я ребенком в концлагере был, в немецком, фашистском. Когда гибнут дети - это уже предельно бесчеловечно. Потому что есть даже волки, которые выкармливают и воспитывают детей. Когда помотришь, как ребенок играет с тигром, даже у зверя на каком-то глубочайшем уровне есть защита - не трогают они детей. А человек совершает преступления против детей. Это все за гранью человечности. Так было во второй мировой войне XX века. Но так не должно быть в XXI веке. В этом суть наших проблем сейчас и в будущем.

Об этом мы с различной степенью детализации и глубины говорим в 65-томном издании «Безопасность России». В нем отражены результаты разработок около тысячи наших ведущих специалистов.

Главный редактор Камшуков А. В. ■



## РЕГЛАМЕНТ РАБОТЫ МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА ПО БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

### 1. Общие положения

1.1. Настоящий Регламент определяет порядок работы Межведомственного экспертного совета (МЭС) по безопасности морских подводных трубопроводов на основании Положения о МЭС.

1.2. Требования настоящего Регламента распространяются на следующие процедуры:

- подготовка и проведение заседаний МЭС;
- подготовка, обсуждение и принятие решений МЭС;
- разработка проектов нормативно-методических документов по безопасности морских подводных трубопроводов;
- экспертиза проектов нормативно-методических документов по безопасности морских подводных трубопроводов;
- участие в проведении обследования и экспертизе заключений крупных аварий морских подводных трубопроводных систем;
- контроль исполнения решений МЭС.

1.3. В своей работе МЭС руководствуется положениями Морской доктрины Российской Федерации, стратегией развития морского трубопроводного транспорта и концептуальными научно-техническими положениями обеспечения безопасности и защищенности от аварий и катастроф стратегически и критически важных объектов экономики Российской Федерации.

1.4. При разработке и проведении экспертизы проектов нормативно-методических документов МЭС руководствуется требованиями:

- ГОСТ Р 1.0-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения;
- ГОСТ Р 1.2-2020 Стандартизация в Российской Федерации;
- Стандарты национальные Российской Федерации. Порядок разработки, утверждения, обновления, внесения правок и отмены;
- ГОСТ Р 1.4-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения;
- ГОСТ Р 1.5-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения;
- ГОСТ Р 1.6-2013 Стандартизация в Российской Федерации. Проекты стандартов. Правила организации и проведения экспертизы;
- ГОСТ Р 1.12-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения.

1.5. При разработке и проведении экспертизы проектов нормативно-методических документов МЭС может руководствоваться требованиями отраслевых стандартов и стандартов предприятий.

### 2. Термины, определения и сокращения

В настоящем Регламенте использованы следующие термины, сокращения и определения:

- МЭС – Межведомственный экспертный совет по безопасности морских подводных трубопроводов.

- Регламент – Регламент работы Межведомственного экспертного совета по безопасности морских подводных трубопроводов.
- Положение МЭС – положение о межведомственном экспертном совете по безопасности морских подводных трубопроводов.

### 3. Порядок проведения заседаний МЭС

3.1. Заседания МЭС проводятся в соответствии с Положением МЭС на основании решения Председателя МЭС. Материалы для проведения заседания и оповещение участников готовятся и проводятся заместителем председателя МЭС и техническим секретарем (заместителем технического секретаря) МЭС. Периодичность заседаний – 1 раз в квартал. При необходимости, по решению Председателя МЭС, могут проводиться дополнительные оперативные заседания.

3.2. Члены МЭС, вносящие предложения о необходимости рассмотрения «вопроса» на заседании МЭС, подготавливают и представляют председателю МЭС Пояснительную записку, обосновывающую необходимость рассмотрения «вопроса» на МЭС за 30 дней о возможной дате заседания МЭС.

3.3. Председатель МЭС принимает решение о включении «вопроса» в повестку заседания МЭС или запрашивает дополнительные материалы в течение 10 дней.

3.4. Информация о проведении очередного заседания МЭС и повестка дня рассылается членам МЭС техническим секретарем не позднее, чем за 12 дней до проведения заседания. Материалы к рассматриваемым вопросам рассылаются не позднее, чем за неделю до заседания. При этом члены МЭС, внесшие предложение в повестку дня, должны представить материалы техническому секретарю для рассылки членам МЭС не позднее, чем за 10 дней до заседания МЭС.

3.5. Заседания МЭС проводятся в смешанном очно-заочном режиме участия. Заседания проводятся под руководством Председателя МЭС. При невозможности участия в заседании Председателя МЭС функции председателя МЭС. Заседания считаются правомочными в случае, если на них присутствует (очно и по ВКС) не менее 75% голосов членов МЭС. Голоса могут делегироваться участвующим в заседании членам МЭС.

3.6. Предложения в проекты решений МЭС по обсуждаемым нормативно-методическим документам могут вносить все члены МЭС. По результатам обсуждения предложений окончательное решение по рассматриваемому документу формулируется Председателем МЭС.

3.7. Решения МЭС принимаются простым большинством от числа присутствующих на заседании. В случае равенства голосов Председатель МЭС имеет решающий голос.

3.8. По результатам заседания МЭС оформляется Протокол заседания с отражением списка участников, рассматриваемых вопросов и принятых решений. Протокол подписывается Председателем и техническим секретарем МЭС.

3.9. Результаты рассмотрения проектов нормативно-методических документов оформляются Экспертным заключением, являющимся дополнением к Протоколу заседания МЭС, в которых отражается наименование документа, результаты его обсуждения и принятые решения. Экспертное заключение направляется письмом на бланке МЭС разработчику документа, а также профильным ведомствам и организациям, членам МЭС, за подписью Председателя и технического секретаря МЭС.

3.10. Контроль за исполнением решений МЭС осуществляет Председатель МЭС через технического секретаря МЭС.

### 4. Порядок разработки проектов нормативно-методических документов

4.1. Разработка проектов нормативно-методических документов по безопасности морских подводных трубопроводов проводится на основании обращения в МЭС профильных ведомств и организаций или членов МЭС, после рассмотрения и одобрения на заседаниях МЭС предлагаемых проектов.

4.2. Разработка проектов нормативно-методических документов проводится секцией МЭС или временной группой экспертов по распоряжению Председателя МЭС. Срок проведения разработки определяется Председателем МЭС. Список профильной группы готовится техническим секретарем и утверждается Председателем МЭС.

4.3. Секция или временная группа разрабатывает проект нормативно-методического документа и пояснительную записку к нему в соответствии с требованиями нормативных документов, указанных в п. 1.4, а также требований отраслевых нормативных документов.

4.4. Проект нормативного документа должен содержать следующие элементы и разделы согласно требованиям указанных в п. 1.4 стандартов:

- титульный лист;
- предисловие;
- содержание;
- введение;
- наименование;
- область применения;
- нормативные ссылки;
- термины и определения;
- обозначения и сокращения;
- основные нормативные положения;
- приложения;
- библиографические данные;
- пояснительную записку о гармонизации с международными аналогами (при необходимости).

4.5. Подготовленный проект нормативно-методического документа рассматривается техническим секретарем, Председателем и заместителем председателя МЭС, которые принимают решение о направлении Техническим секретарем подготовленного проекта организации-заказчику или вынесении данного проекта на рассмотрение МЭС.

4.6. Подготовленный проект нормативно-методического документа направляется организации-заказчику на предмет согласования концепции и содержания документа.

4.7. После согласования заказчиком проект документа направляется на рассмотрение профильным ведомствам и организациям. Список организаций готовится профильной группой по согласованию с организацией-заказчиком и представляется на утверждение Председателю МЭС.

4.8. По результатам отзывов ведомств и организаций профильная группа вносит корректировки в проект документа и проводит повторную рассылку согласно п.п. 4.5-4.7.

4.9. По результатам п. 4.9 проект нормативного документа, со сводкой замечаний и предложений, представляется Председателю МЭС для принятия решения о вынесении его для обсуждения на заседании МЭС.

### 5. Порядок проведения экспертизы нормативно-методических документов





- характеристика результатов рассмотрения проекта стандарта другими организациями;
- результаты голосования членов МЭС.

5.8. По результатам обсуждения МЭС принимает одно из следующих решений:

- рекомендовать проект нормативно-методического документа к утверждению или к представлению на принятие;
- отклонить проект нормативно-методического документа и доработать его с учетом указанных в Экспертном заключении замечаний и предложений;
- считать разработку данного нормативно-методического документа нецелесообразной.

5.9. Экспертное заключение МЭС подписывают Председатель МЭС и технический секретарь.

## 6. Финансирование работы

6.1. Участие членов МЭС в заседаниях МЭС, секций и рабочих групп, обсуждение и подготовка оперативных документов осуществляется в рамках служебных обязанностей.

6.2. Источники и порядок финансирования работ по экспертизе и разработке нормативно-методических документов, требующих значительных трудозатрат, определяет/предлагает Председатель МЭС, совместно с заказчиками работ.

6.3. Финансирование разработок проектов нормативно-методических документов может осуществляться из следующих источников: средств заказчика; средств организации-разработчика; средств внебюджетных фондов; средств некоммерческих организаций.

6.4. Финансирование экспертизы может осуществляться из следующих источников: средств заказчика; средств внебюджетных фондов; средств некоммерческих организаций и других источников.

6.5. При государственном заказе работ финансирование может осуществляться как из средств государственного бюджета, так и из других источников, согласно действующим нормативным документам.

6.6. Оплата работ членам рабочих секций и временных рабочих групп проводится по сметам, утвержденным Председателем МЭС, согласно действующему законодательству.

6.7. Сметы затрат на выполнение работ, указанных в разделах 4 и 5 определяются секциями МЭС или временными рабочими группами и утверждаются Председателем МЭС.

## 7. Контроль исполнения решений МЭС

7.1. Контроль исполнения решений МЭС проводится с целью практической реализации требований и положений разрабатываемых документов и реализации обратной связи с профильными и заинтересованными ведомствами и организациями.

7.2. Контроль исполнения решений осуществляют заместитель председателя и технический секретарь (заместитель технического секретаря) МЭС согласно Плану работ МЭС.

7.3. Результаты контроля исполнения решений доводятся до сведения Председателя МЭС, который предпринимает необходимые действия или устанавливает необходимые меры реагирования.

7.4. По итогам года техническим секретарем готовится сводная ведомость контроля исполнения решений МЭС, которая представляется Председателю МЭС и выносится на заседание МЭС. ■

5.1. Экспертиза нормативно-методических документов по безопасности морских подводных трубопроводов проводится на основании обращения в МЭС организации-разработчика или других ведомств и организаций, принимающих, использующих или утверждающих данный нормативно-методический документ.

5.2. Экспертиза проводится секцией МЭС или временной рабочей группой экспертов по распоряжению Председателя МЭС. Срок проведения экспертизы – не более 30 календарных дней.

5.3. Секция МЭС или временная рабочая группа готовит мотивированное решение (проект Экспертного заключения) по нормативно-методическому документу для заседания МЭС и рассылает его для ознакомления всем членам МЭС.

5.4. На заседании МЭС проводится рассмотрение решения рабочей группы и обсуждение нормативно-методического документа по существу содержания.

5.5. Экспертное заключение МЭС составляется по результатам проведения научно-технической экспертизы нормативно-методического документа на заседании МЭС.

5.6. В экспертном заключении должны быть отражены: результаты оценки научно-технического уровня документа;

- степень удовлетворения документом потребностей отрасли, интересы которой представлены мнениями участников МЭС;
- характеристика полноты и достаточности уровня гармонизации разрабатываемого документа с отечественными и международными стандартами, которые использованы в качестве основы для его разработки;
- характеристика взаимосвязи разрабатываемого стандарта с действующими в Российской Федерации национальными и межгосударственными стандартами, сводами правил, правилами стандартизации, рекомендациями по стандартизации;
- выводы о соблюдении в проекте стандарта требований ГОСТ Р 1.5, а при разработке на основе международного стандарта также требований ГОСТ Р 1.7 или ГОСТ 1.3;
- выводы о соблюдении правил разработки стандартов соответствующего уровня, установленных в ГОСТ Р 1.2, ГОСТ Р 1.16, ГОСТ Р 1.8.

5.7. В заключительной части экспертного заключения отражается:

- характеристика результатов публичного обсуждения проекта стандарта;



# ПОЛОЖЕНИЕ О МЕЖВЕДОМСТВЕННОМ ЭКСПЕРТНОМ СОВЕТЕ ПО БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ



## 1. Общие положения

1.1. Межведомственный экспертный совет (МЭС) является независимым научно-консультативным и экспертным межведомственным органом по вопросам обеспечения безопасности и защищенности от аварий морских подводных трубопроводных систем, как стратегически важных объектов экономики России.

1.2. В своей деятельности МЭС руководствуется Конституцией Российской Федерации, федеральными законами, указами и распоряжениями Президента Российской Федерации, постановлениями и распоряжениями Правительства Российской Федерации, положениями Морской доктрины Российской Федерации, рекомендациями Российской академии наук, нормативно-техническими документами Федеральных органов исполнительной власти, настоящим Положением и другими нормативно-правовыми документами, относящимися к его компетенции.

## 2. Цель, основные задачи и полномочия МЭС

2.1. Основной целью деятельности МЭС является обеспечение научно-методологического и технологического суверенитета нормативной базы обеспечения безопасности и повышения защищенности от аварий морских подводных трубопроводных систем Российской Федерации. Суверенитет обеспечивается использованием результатов отечественных фундаментальных научных исследований и концептуальных положений управления сложными техни-

ческими системами в условиях неопределенности и риска, с учетом отечественного и международного опыта.

2.2. В соответствии с указанной целью 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 трубопроводных систем на всех стадиях жизненного цикла, включая проектирование, строительство, эксплуатацию, реконструкцию, консервацию и ликвидацию.

2.3. Основными задачами МЭС являются:

- Консолидация передовых научных разработок и формирование современной научно-методической базы для совершенствования и развития национальной системы стандартизации, разработки и применения национальных стандартов, гармонизированных с международными нормами и стандартами;
- Экспертиза существующих и перспективных методологий, технологий и нормативно-методических документов по обеспечению безопасности и повышению защищенности от аварий морских подводных трубопроводных систем на всех стадиях жизненного цикла;
- Выработка согласованной технической политики обеспечения безопасности и повышения защищенности от аварий морских подводных трубопроводных систем при разработке шельфовых месторождений углеводо-



родов и строительстве подводного трубопроводного транспорта.

- Проведение экспертизы доктринальных и концептуальных документов, стратегий, нормативных правовых актов, научно-технических программ и иных документов по освоению месторождений на континентальных шельфах, на их соответствие целям обеспечения безопасности и повышения защищенности от аварий морских подводных трубопроводных систем;
  - Обеспечение межведомственного взаимодействия и научно-методической поддержки, сопровождения и кооперация деятельности Росстандарта РФ, Ростехнадзора РФ, Российского морского регистра судоходства в части вопросов обоснования безопасности морских подводных трубопроводных систем;
  - Выработка предложений по приоритетным направлениям развития стратегии обеспечения безопасности и повышения защищенности морских подводных трубопроводных систем, а также научно-методических рекомендаций по перспективным научным и практическим направлениям нормативной деятельности Ростехнадзора РФ и Российского морского регистра судоходства;
  - Выработка предложений по совершенствованию нормативно-правового, научно-методического и технологического сопровождения реализации морской политики Российской Федерации, а также предложений по повышению комплексности и эффективности реализации мероприятий, направленных на повышение безопасности подводного трубопроводного транспорта;
  - Выработка рекомендаций по повышению эффективности международного сотрудничества Российской Федерации в области стандартизации методов обоснования безопасности морских подводных трубопроводных систем;
  - Содействие популяризации научно-технических разработок и исследований, связанных с обоснованием безопасности морских подводных трубопроводных систем в научных и научно-популярных изданиях, на выставках, симпозиумах и конференциях.
- 2.4. Для выполнения поставленных задач МЭС:
- Разрабатывает концепции, методологии, научно-методические рекомендации, нормативно-технические документы, технологии и методы обеспечения безопасности и защищенности от аварий морских подводных трубопроводных систем;
  - Проводит экспертизу материалов по морским подводным трубопроводным системам, представленных

федеральными органами власти и органами местного самоуправления субъектов Российской Федерации, а также иными органами и организациями, проектирующими, строящими и эксплуатирующими морские подводные трубопроводные системы, на предмет соответствия их уровня современным требованиям обеспечения безопасности;

- Привлекает для выполнения экспертных работ профильных экспертов и представителей заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, промышленных, научных и иных организаций;

Взаимодействует по вопросам, отнесенным к компетенции МЭС, с Росстандартом РФ, Ростехнадзором РФ, Российским морским регистром судоходства, Российской академией наук, Союзом нефтегазопромышленников РФ, межведомственными комиссиями Морской коллегии, научными и иными организациями по вопросам компетенции МЭС, получения информации и привлечения экспертов для анализа и оценки представляемых на экспертизу нормативно-правовых и нормативно-технических документов.

2.4. При осуществлении деятельности МЭС имеет право:

- разрабатывать концептуальные положения совершенствования нормативно-методической базы обеспечения безопасности и повышения защищенности от аварий морских подводных трубопроводов на всех стадиях жизненного цикла по критериям прочности и риска аварий;
- разрабатывать проекты нормативно-методических документов и нормативно-технических документов по обоснованию безопасности морских подводных трубопроводов по критериям риска аварий;
- разрабатывать научно-методические основы технологий и методов ремонта морских подводных трубопроводов;
- вносить проекты нормативно-методических документов на согласование и утверждение в Межотраслевой Совет по стандартизации и Технические комитеты по стандартизации (Росстандарт).
- проводить экспертизу проектов отраслевых стандартов и стандартов предприятий по обеспечению безопасности морских подводных трубопроводных систем по представлению ведомств, организаций и предприятий;
- обеспечивать научно-методическую поддержку, сопровождение и обеспечение экспертизы научных проектов по обеспечению безопасности морских подводных трубопроводных систем согласно ФЗ №253 от 27 сентября 2013 г.;

- запрашивать необходимые материалы у органов и организаций, разрабатывающих нормативные документы, а также приглашать на заседания МЭС разработчиков нормативно-методических документов;
- участвовать в проведении обследований и проведении/подготовке экспертиз заключений по крупным авариям морских подводных трубопроводных систем;
- вносить рекомендации, направленные на успешное выполнение программ гармонизации и модернизации отечественной нормативно-методической базы обеспечения безопасности морских подводных трубопроводных систем;
- содействовать формированию фундаментальных основ нормативной базы обеспечения безопасности морских подводных трубопроводных систем, как важнейшего элемента системы технического регулирования безопасности стратегически важных объектов экономики России.

### 3. Структура, состав и обеспечение деятельности МЭС

3.1. В структуру МЭС входят: председатель, заместитель председателя, технический секретарь, заместитель технического секретаря и члены МЭС – ведущие ученые и специалисты в области обеспечения прочности и безопасности, экспертизы промышленной безопасности, проектирования, строительства, эксплуатации, технического диагностирования и ремонтов морских подводных трубопроводных систем.

3.2. Состав МЭС формируется из наиболее авторитетных ученых и специалистов, с учетом предложений федеральных органов власти, научных и промышленных организаций и Союза нефтегазопромышленников России. Председатель МЭС, заместитель председателя, ответственный секретарь, заместитель ответственного секретаря избираются большинством голосов на общем заседании МЭС.

3.3. Членство в МЭС является добровольным. Члены МЭС самостоятельно выбирают статус участия в работе МЭС – полноправный член или наблюдатель. Изменение статуса проводится по устному заявлению на заседании МЭС.

#### 3.4. Председатель МЭС:

- планирует деятельность МЭС и руководит им;
- утверждает структуру и состав МЭС;
- утверждает Регламент работы МЭС и Порядок организации и проведения независимой комплексной экспертизы;
- организует аналитическое и экспертное обеспечение деятельности МЭС, работу по предварительному рассмотрению вопросов, выносимых на рассмотрение МЭС, и работу по подготовке проектов протоколов заседаний МЭС;
- обеспечивает взаимодействие по вопросам, отнесенным к компетенции МЭС, с федеральными органами власти и органами власти субъектов Российской Федерации, научными, промышленными и иными организациями;
- участвует в проведении обследований и экспертных работах по крупным авариям и привлекает для этого в установленном порядке профильных экспертов МЭС и представителей заинтересованных органов власти, а также представителей научных и иных организаций.

#### 3.5. Заместитель председателя МЭС:

- организует проведение заседаний МЭС;
- организует процесс разработки проектов нормативно-методических документов;

- организует проведение экспертиз проектов нормативно-методических документов;
- организует подготовку планов работы МЭС.
- 3.6. Технический секретарь МЭС:
- ведет делопроизводство МЭС;
- готовит проекты планов работ;
- готовит проекты решений МЭС;
- готовит проекты Экспертных заключений по проектам нормативно-методических документов.
- 3.7. Члены МЭС имеют право:
- участвовать во всех заседаниях МЭС;
- получать информацию о заседаниях, планах работ и принимаемых решениях;
- получать проекты разрабатываемых и представленных на экспертизу нормативно-методических документов;
- участвовать в обсуждении проектов нормативно-методических документов;
- подавать предложения в планы работ и и предложения о разработке нормативно-методических документов.

3.8. В составе МЭС могут образовываться секции по отдельным направлениям безопасности морских подводных трубопроводов и временные рабочие группы, состав которых подготавливается техническим секретарем и утверждается председателем МЭС. Секции и рабочие группы могут состоять из членов МЭС, а также ученых и специалистов, привлекаемых для проведения экспертизы материалов.

3.9. Секции МЭС работают на постоянной основе. Временные рабочие группы МЭС прекращают свое существование по завершению выполнения работы, для исполнения которых они были созданы.

3.10. Организация подготовки и проведения заседаний МЭС, подготовка рассматриваемых на них документов и проектов протоколов возлагается на технического секретаря МЭС и его заместителя.

3.11. Решения МЭС принимаются простым большинством голосов членов, участвующих в голосовании.

3.12. Заседания МЭС оформляются протоколами. Протоколы заседаний, доклады и отчеты по вопросам, входящим в компетенцию МЭС, по запросам могут направляться в Минпромторг РФ, в Ростехнадзор РФ, в Российский морской регистр судоходства, в Союз нефтегазопромышленников, в комиссию по техногенной безопасности РАН.

3.13. МЭС осуществляет свою деятельность в соответствии с Регламентом МЭС и утвержденными планами работ. Заседания МЭС проводятся по мере необходимости, но не реже одного раза в квартал (полугодие).

3.14. Председатель МЭС, при необходимости, имеет право докладывать о результатах работы МЭС на заседаниях НТС Минпромторга РФ, НТС Ростехнадзора РФ, и экспертных советах Росстандарта, Российского морского регистра судоходства, комиссии по техногенной безопасности РАН, экспертного совета Союза нефтегазопромышленников (СНГП).

3.15. Организационно-техническое и документационное обеспечение деятельности МЭС, а также оформление договоров на проведение разработок и экспертиз возлагается на Научно-промышленный союз «РИСКОМ».

3.16. Оплата работ по разработке и экспертной оценке нормативных документов проводится из выделяемых средств в соответствии с действующим законодательством.

3.17. Информационным ресурсом МЭС является журнал «Морская наука и техника». ■



## ПЛАН РАЗРАБОТКИ НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

Межведомственный экспертный совет по безопасности морских подводных трубопроводов в настоящее время поэтапно проводит первичную аналитику технической регламентирующей документации и подготовил более 20 предложений научно-консультативного характера для внесения их в новую систему стандартизации. При этом успешность этой и других видов работы однозначно зависит от правового и нормативного определения данной структуры как исполнителя задач морской доктрины с целью реализации стратегических государственных инициатив в области морской индустрии России.

| № | Документ   | Сроки              | Координаторы                                 |
|---|--|--------------------|--|
| 1 | Морские подводные трубопроводы. Концепция обоснования безопасности   | II-III кв. 2023 г. | Н.А. Махутов<br>Г.И. Шмаль                   |
| 2 | Морские подводные трубопроводы. Понятийный аппарат обоснования безопасности  | II-III кв. 2023 г. | С.В. Балагура<br>В.В. Лещенко                |
| 3 | Морские подводные трубопроводы. Система нормативных документов обоснования безопасности. Основные положения                      | III-IV кв. 2023 г. | Н.А. Махутов<br>В.А. Надеин                  |
| 4 | Морские подводные трубопроводы. Обоснование конструкционной прочности с учетом уровня безопасности. Общие положения и требования | I-II кв. 2024 г.   | Н.А. Махутов<br>А.М. Лепихин                 |
| 5 | Морские подводные трубопроводы. Обоснование безопасности по критериям риска. Общие положения и требования                        | II-IV кв. 2024 г.  | Н.А. Махутов<br>А.М. Лепихин                 |
| 6 | Морские подводные трубопроводы. Обоснование безопасности. Оценка опасности дефектов и повреждений металла труб                   | II-IV кв. 2024 г.  | А.С. Авдонкин<br>А.М. Лепихин<br>С.П. Марков |
| 7 | Морские подводные трубопроводы. Обоснование безопасности. Анализ риска аварий оборудования. Общие требования и положения         | I-III кв. 2024 г.  | С.В. Балагура<br>А.В. Усенков                |

## ВСЕРОССИЙСКИЕ СОРЕВНОВАНИЯ НА КУБОК РОССИИ ПО ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫМ ПОДВОДНЫМ АППАРАТАМ

В Астрахани 21-27 марта 2023 года прошли шестые соревнования на Кубок России по телеуправляемым подводным аппаратам (ТПА). В соревнованиях приняли участие команды из ведущих городов России — центров сосредоточения компетенций в области морской робототехники.

Первое аналогичное мероприятие регионального масштаба состоялось в Астрахани в 2018 году. В 2019 году были проведены уже Всероссийские соревнования по ТПА – Кубок России.

Выполнение практических упражнений проводилось в бассейне Корпоративного учебного центра, предоставленного соорганизатором соревнований — компанией «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть». На старт вышли команды из Москвы, Санкт-Петербурга, Североморска, Севастополя и Астрахани. На открытии соревнований присутствовали соорганизаторы мероприятия – ректор Астраханского государственного университета Константин Маркелов, генеральный директор АО «Южный центр судостроения и судоремонта» ОСК Анатолий Мишанов, главный конструктор АО «СПМБМ «Малахит» Олег Власов, председатель РО ДОСААФ России Астраханской области Василий Григорьев, заместитель директора департамента продаж и контракции гражданских судов ОСК Наталья Ошикер, генеральный директор ООО МК «КАСКАД» Владимир Шуреков, президент водно-парусного центра «Ривмар» Валерий Прокопенко. В работе соревнований приняли участие представители Межведомственного экспертного совета по безопасности морских подводных трубопроводов.

Соревнования проводились в трех категориях: команды организаций и учреждений, эксплуатирующих ТПА, команды организаций высшего образования и команды старших школьников и учащихся средних образовательных учреждений (15-19 лет).

Согласно положению и регламенту соревнований участники преодолевали полосу препятствий из колец на дне бассейна. Они должны были произвести с помощью манипулятора установку макета коннектора в стакан, прочесть надпись внутри погруженного в воду макета вертолета МИ-8 в натуральных размерах и извлечь на поверхность макет бортового самописца, расположенного внутри кабины. Для выполнения заданий использовались аппараты, большинство из которых были собственными инновационными разработками команд. Судейской бригадой оценивалось быстрота выполнения задания, чистота и правильность прохождения препятствий. Операторам ТПА приходилось выполнять маневры в обстановке, максимально приближенной к выполнению задач на затонувших объектах.



Наименьшее количество штрафных очков получила, а соответственно победителем Кубка России 2023 года стала команда «Трионикс Лаб» ООО «Подводные дроны» (Санкт-Петербург) среди профессионалов, команда «Лемминг» филиала САФУ (г. Северодвинск) — среди вузовских команд и команда Arctic Depth МАОУДО г. Северодвинск – среди старших школьников.

Вторые и третьи места соответственно заняли команды Федерации судомодельного спорта Астраханской области и Регионального отделения ДОСААФ России Астраханской области среди профессионалов. Среди вузовских команд – студенческое конструкторское бюро Санкт-Петербургского



государственного морского технического университета и команда «Полярник» филиала Северного (Арктического) федерального университета в г. Северодвинске. Среди старших школьников – команда «СКАППИ» МАОУДО «Северный кванториум» и команда «Океанавтика-Скат» АНО «Центр подводных исследований Русского географического общества» (Санкт-Петербург).

Судомодельная федерация поблагодарила компанию «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», Агентство по делам молодежи Астраханской области, корпоративный учебный центр, АО «ЮЦСС» за неоценимую помощь в проведении мероприятий.

Редакция журнала «Морская наука и техника» приняла непосредственное участие в проведении соревнований и в информационном обеспечении данного мероприятия. ■



# ВЕДУЩИЕ ЭКСПЕРТЫ МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА ПО БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ



## МАХУТОВ НИКОЛАЙ АНДРЕЕВИЧ

Член-корреспондент РАН, профессор, главный научный сотрудник Института машиноведения им. А.А. Благонравова.

Председатель Рабочей группы при Президенте РАН по анализу риска и проблем безопасности. Председатель Научного совета при Межгосударственном совете по чрезвычайным ситуациям стран СНГ. Автор более 700 научных трудов по прочности и безопасности конструкций, в том числе 30 монографий. Лауреат Премии Совета Министров СССР, лауреат Премий Правительства Российской Федерации, Государственной Премии Российской Федерации.

## МАТВИЕНКО ЮРИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ

Доктор технических наук, профессор, заведующий отделом Института машиноведения им. А.А. Благонравова.

Приглашенный профессор университета Падуа (Италия), университета Брешиа (Италия), университета Меца (Франция), Азиатского университета науки и технологии (Таиланд), Университета Айзу (Япония). Приглашенный эксперт Корейского института атомной энергии (Южная Корея), университета Шеффилда (Англия). Российский представитель в группе экспертов Совета НАТО «Наука ради мира и безопасности». Заместитель сопредседателя Российского отделения Европейского общества конструкционной прочности (ESIS). Член редколлегий журналов «Проблемы машиноведения и надежности машин», «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», «Structural Safety», «Journal of Pipeline Engineering», «Journal of Risk Analysis and Crisis Reduction».

## МОРОЗОВ ЕВГЕНИЙ МИХАЙЛОВИЧ

Доктор технических наук, профессор национального исследовательского ядерного университета МИФИ.

Лауреат премии Совета министров СССР. Заслуженный деятель науки РФ. Один из основоположников Российской школы механики разрушения. Включен в книги «Кто есть кто в России», «Outstanding Scientists of the 21-st Century», а также в номинации книг «Who is who» в Англии и США. Заместитель главного редактора журнала «Проблемы машиностроения и надежности машин», член редколлегии журналов «Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures», «Journal of Civil Engineering and Construction Technology», «Заводская лаборатория. Диагностика материалов».

## МАРКОВ СЕРГЕЙ ПЕТРОВИЧ

Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой сварки судовых конструкций Санкт-Петербургского государственного морского технического университета.

В течение 20 лет работал в федеральном государственном учреждении «Российский морской регистр судоходства». Основная деятельность в это время была связана с техническим наблюдением за проектированием и изготовлением морских нефтегазовых сооружений и нефтегазового оборудования морских стационарных платформ, обеспечением прочности сварных швов и одобрением технологических процессов сварки морских подводных трубопроводов.

## ТИМАШЕВ СВЯТОСЛАВ АНАТОЛЬЕВИЧ

Доктор технических наук, профессор, научный руководитель Научно-инженерного центра «Надежность и ресурс больших систем и машин» Уральского отделения Российской академии наук.

Лауреат Нобелевской премии мира. Член Академии проблем качества РФ, Вашингтонской академии наук (WAS), Фулбрайтской академии наук и технологий (FAST), международных научно-технических обществ и ассоциаций: ASME, SRA, SARMA, ACS, MAA. Член-учредитель Международной ассоциации по конструкционной безопасности IASSAR (США) и Международного института инженеров трубопроводного транспорта (PIPE, Англия). Член рабочей группы по разработке международного стандарта качества внутритрубной дефектоскопии API 1163.

## ХАРЧЕНКО ЮРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ

Доктор технических наук, профессор кафедры освоения морских нефтегазовых сооружений Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина.

В 2001-2005 гг. - зам. начальника управления по развитию месторождений на шельфе СПВ ОАО «Зарубежнефть», 2005-2007 гг. - начальник управления по сопровождению освоения шельфовых месторождений ДОО «Оргэнергогаз», 2007-2013 гг. - начальник управления по обустройству морского добычного комплекса Штокмановского проекта ООО «Газпром добыча шельф», 2013-2015 гг. - начальник управления по перспективному развитию ООО «Газпром добыча шельф Южно-Сахалинск». С 2016 г. - профессор кафедры освоения морских нефтегазовых месторождений.

## ШМАЛЬ ГЕНАДИЙ 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 РАО «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.

## ЛЕПИХИН АНАТОЛИЙ МИХАЙЛОВИЧ

Доктор технических наук, эксперт Российской академии наук, главный научный сотрудник Федерального исследовательского центра информационных и вычислительных технологий, ведущий эксперт Научно-технического центра «Нефтегаздиагностика».

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

## ЛЕЩЕНКО ВИКТОР ВИКТОРОВИЧ

Кандидат технических наук, генеральный директор Научно-технического центра «Нефтегаздиагностика».

Создал основы отечественной индустрии ремонтов морских подводных трубопроводов, разработал и внедрил методы ремонта морских подводных трубопроводов с использованием быстромонтируемых стальных и композитных муфт.



## ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПАО «ЛУКОЙЛ» ПО РАЗВИТИЮ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОРСКИХ СООРУЖЕНИЙ

СТАРШИЙ МЕНЕДЖЕР УПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ И ПРОИЗВОДСТВА СЕРВИСНЫХ РАБОТ  
ПАО «ЛУКОЙЛ» А.А. ЗЕЛЕНИН.

ПЕРВЫЙ ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА — ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ООО «ЛУКОЙЛ-НИЖНЕВОЛЖСКНЕФТЬ» А.В. УСЕНКОВ.  
ГЛАВНЫЙ МЕХАНИК — НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА ГЛАВНОГО МЕХАНИКА ООО «ЛУКОЙЛ-НИЖНЕВОЛЖСКНЕФТЬ» А.В. ЗЕМЦОВ.

Система обеспечения целостности и безаварийной эксплуатации морских подводных трубопроводов содержит большое количество взаимосвязанных, многоуровневых стандартов, «рекомендованных практик» на проектирование, изготовление, эксплуатацию и обслуживания ремонтных конструкций: DNV, API, ASME, ABS и др.

**Глубины-ремонтов** по западной терминологии мелководье заканчивается на глубине 500 метров. Современный отечественный опыт морской добычи ограничен 90 м, а считающееся наиболее сложным в освоении Штокмановское газоконденсатное месторождение в Баренцевом море 280-380 м.

**В России как правило, значительно более сложные природные условия:**

- навигация от 5 мес.;
- шторма;
- подвижные ледовые поля;
- ранимая экология.

**Разные подходы к стандартизации и надзору (концепция регулирования):**

- За рубежом преимущественно страховой механизм регулирования.
- В России — надзорный орган (Ростехнадзор).

**Разветвленные перекрестные ссылки на другие документы, например:** DNV-RP-F101.

### Этап 1.

Анализ действующей российской и зарубежной нормативно-технической документации по ремонту морских подводных трубопроводов, наиболее современными и адекватными были признаны:

- DNV GL-RP-F113 «Pipeline subsea repair».
- ABS Guide for Building and Classing Subsea Pipeline Systems, 2006.
- ASME B31.4-2016 «Pipeline Transportation Systems for Liquids and Slurries».
- API RP 1111 «Design, Construction, Operation, and Maintenance of Offshore Hydrocarbon Pipelines».
- ГОСТ Р 54382-2011 «Нефтяная и газовая промышлен-

ность. Подводные трубопроводные системы. Общие технические требования» (DNV OS-F101, 2013).

- СТО Газпром 2-2.2-334-2009 «Ремонт и строительство магистральных газопроводов в обводненной и заболоченной местности, на подводных переходах с применением обетонированных труб».

В части технологий подводного ремонта и применяемого оборудования наиболее практически значимым и методически проработанным представляется документ DNVGL-RP-F113.

Отдельные документы могут служить базой для российских нормативов, к примеру:

- DNV OS-F101 2005год, ред. 10.2013года.
- ГОСТ Р 54382-2011«Нефтяная и газовая промышленность. Подводные трубопроводные системы. Общие технические требования».

В основном документы для производителей оборудования (как делать, допуски, требования к используемым материалам и т.д.), при этом отсутствует документ регламентирующий какой метод и технологию ремонта применять в том или ином случае.

Вывод этапа 1: Имеющаяся российская нормативная база не в полной мере соответствует имеющимся задачам, а иностранные нормативы практически невозможно использовать без глубокой переработки.

**Скорейшая разработка отечественных нормативных документов представляется крайне актуальным.**

Зарубежные нормативы безусловно требуют изучения и осмысления для учета лучших мировых инженерных практик и отечественных практически освоенных методов, технологий и отраслевых норм.

**Разработка технической базы по ремонту морских подводных трубопроводов – этап 2.**

Изучение лучших мировых практик с посещением производственных площадок мировых лидеров:

- Oil States, OCEANEERENG (Техас, США).
- TD Williamson, Acer Solution, «Cameron» (Норвегия).

### Нормативная база по ремонту морских подводных трубопроводов

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| Компания  | Протяженность действующих МПТ, более 550 км   |  |  |
| Корпоративный документ                                | регламентирующий процедуры выбора технологий и проведения ремонтов МПТ в зависимости от различных условий |  |  |
| Этапы разработки                                      | Этап 1<br>Анализ имеющейся зарубежной и отечественной нормативной базы                                    | Этап 2<br>Анализ лучших мировых практик. Изучение технологий мировых лидеров | Этап 3<br>Разработка и согласование корпоративного нормативного документа по подводным ремонтам МПТ  |
| Разработка корпоративного стандарта включающего этапы | Выбор наиболее оптимальных технических решений, соответствующих условиям безопасной эксплуатации МПТ      | Разработка и утверждение процедур выбора методов и технологий ремонта МПТ    | Стандартизация требований к методам, подрядным компаниям, персоналу, задействованному на ремонте МПТ |

Для сертифицированных морских подводных трубопроводов отдельные ремонтные работы классифицируются как плановые и аварийные, причем существенно много сложных и разнообразных их технологий.

- TMT - Total Marine Technologies (Сингапур, Тайвань).
- SapureKencana (Малайзия).

Пришли к таким выводам:

1. Хорошо отработанные и надежные технические решения.
2. Крайне высокая стоимость импортных ремонтных конструкций, длительные сроки изготовления и поставки (обычно от 6 мес.), санкционный аспект (риски).
3. Невозможность оперативного реагирования, тем более с учетом навигации и тендерных процедур в Компании.
4. Есть ряд отечественных технических решений не уступающих, а по некоторым параметрам превосходящих лучшие зарубежные изделия.

**Разработка нормативного документа по ремонту морских подводных трубопроводов – этап 3.**

Технологический регламент ремонта морских подводных трубопроводов **ООО «ЛУКОЙЛ-НИЖНЕВОЛЖСКНЕФТЬ»:**

Введение

#### ЧАСТЬ I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Область распространения
2. Ссылочные документы
3. Термины и определения
4. Условия эксплуатации и ремонта морских подводных трубопроводов
5. Основные факторы воздействия на морские подводные трубопроводы
6. Оценка технического состояния трубопроводов

#### ЧАСТЬ II. РЕМОНТ ТРУБОПРОВОДОВ

7. Методы ремонта
8. Организационно-техническая подготовка ремонта
9. Привлечение подрядных организаций для ремонта МПТ
10. Требования к МТР для производства ремонта
11. Контроль качества выполнения работ

12. Приемка работ по ремонту МПТ
13. Аварийный запас
14. Мониторинг состояния ремонтных конструкций

Приложение А. Форма плана ремонта дефектов

Приложение Б. Типовая технологическая карта ремонта дефекта...

В 2022 начал свою работу межведомственный Экспертный совет по безопасности морских подводных трубопроводов, в котором активное участие принимает «ЛУКОЙЛ». В ходе работы МЭС обозначены основные проблемные аспекты правового регулирования и нормативно-методического обоснования безопасности МПТ (подготовлен проект Концепции разработки нормативной базы обоснования безопасности).

#### Заключение

С учетом концепции международных норм и стандартов, отраженных в Конвенции ООН по морскому праву:

Ст. 208 «Прибрежные государства принимают законы и правила для предотвращения, сокращения и сохранения под контролем загрязнения морской среды, связанного с деятельностью на морском дне, подпадающих под их юрисдикцию...» Данное направление признано крайне актуальным и важным.

Считаем целесообразным поддержать работу Межведомственного Экспертного Совета по безопасности МПТ как наиболее компетентного органа по данной тематике.

В целях исключения высоких экологических рисков при внедрении новых технологий, Заключение о допуске/тиражировании новых видов оборудования/технологий принимать только после экспертизы и одобрения МЭС как центра компетенции.

Продолжить работу по разработке необходимых нормативных документов в области безопасной эксплуатации и ремонту морских подводных трубопроводов совместно с другими участниками, включая представителей государственных органов. ■

www.ris-com.ru



## 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 производства 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 обследования технологического оборудования, экспертизу промышленной безопасности ОПО.

Цель образования Союза – совершенствование системы промышленной безопасности и предупреждение 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, развитие 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 создание 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

*Одним из важнейших направлений 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. 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, а это в свою очередь позволило обеспечить технологическую независимость Российской Федерации в стратегической отрасли добычи углеводородов на шельфе.*

ческие 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 направлений 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» активно участвует в обучении и сертификации специалистов в области промышленной безопасности, специалистов по неразрушающим методам контроля, сертификации и аккредитации экспертных организаций по промышленной безопасности, а также лабораторий неразрушающего контроля.

За время работы Союза проведены десятки конференций, подготовлены



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 специали-

стов практиков, обмена мнениями и выработке 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-техни-

и сертифицированы несколько тысяч специалистов по неразрушающему контролю

НПС «РИСКОМ» сам принимает 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, а также 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. ■



## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АУДИТА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

ШАХХМЕТОВ А. З., ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР ООО «ИНТЕРПРОМ»

*Компания «ИНТЕРПРОМ» проводит экспертизу промышленной безопасности оборудования и технических устройств, зданий и сооружений, экспертизу проектной документации на реконструкцию, техническое перевооружения, консервацию, ликвидацию опасных производственных объектов.*

Компания «ИНТЕРПРОМ» осуществляет свою деятельность 10 лет на рынке промышленной безопасности.

Мы проводим экспертизу промышленной безопасности оборудования и технических устройств, зданий и сооружений по всей России.

С нами работают более 70 квалифицированных экспертов по промышленной безопасности разных областей аттестации. Наши постоянные заказчики – крупнейшие компании страны.

С каждым годом количество наших заказчиков увеличивается, а с ним и количество успешно закрытых проектов.

За качество работ отвечает сплоченный коллектив с многолетним стажем. Среди нас специалисты неразрушающего контроля, геодезисты, инженеры сварочного производства, инженеры ПГС и архитекторы

Все работы проводятся исключительно в рамках законодательства с соблюдением норм техники безопасности по следующим направлениям:

- Комплексный диагностический мониторинг;
- Программы подготовки установок, цехов, производств к переводу на увеличенный межремонтный пробег;
- Изыскательские работы;
- Аудит промышленной безопасности, на котором сегодня подробно остановимся.

Вопросам аудита и его классификации в отечественной и зарубежной литературе посвящено множество работ.

Под понятием промышленный аудит понимается независимая оценка деятельности предприятия с целью оптимизации расходов производства и себестоимости, направленная на повышение эффективности системы организации производством, в том числе системы контроля производственно-хозяйственной деятельности, системы управления качеством, применяемых технических и технологических решений.

Очень часто технический аудит сопоставляют с технологическим аудитом, используют эти понятия как синонимы. В сущности, они действительно связаны, однако имеют разные направления исследования и методику. Понятия технического и технологического аудитов определяют, исходя из сопоставляющих эти понятия элементов: техники и технологии.

Технический аудит представляет собой совокупность экспертных, профессионально-технических, контрольных и учетно-денежных мероприятий, позволяющих детально исследовать объекты производства, в том числе и технологии производства с целью повышения их эффективности и привлекательности.

Технологический аудит представляет собой процедуру получения экспертной оценки действующих технологических решений целого производства, его отдельных подразделений, отдельных технологических решений и рекомендаций по комплексу технологических решений, направленных на повышение конкурентоспособности конкретного предприятия. Технологический аудит часто связывают с понятием трансфера технологий - передачей результатов исследований и разработок, знаний для коммерческого или некоммерческого использования.

К основным методам технико-технологического аудита относят: анализ документации; технический и технологический анализ; SWOT-анализ, сбор информации и составление баз данных через проведение собеседования; диагностику и тестирование производственных процессов и технологии; комплексный анализ технологии и системы управления производственным процессом; мониторинг действующего оборудования.

Технический анализ является первичным и наиболее важным методом ТТА.

Технико-технологический аудит проводится, как правило, внешними консультантами, но в тесном сотрудничестве с руководством и персоналом компании. Заинтересованность руководства организации заказчика – одно из основных условий успешного проведения технико-технологического

аудита. Второе условие – сотрудники организации должны быть проинформированы о целях и методах аудита, поскольку на первых стадиях их участие и поддержка обязательны.

Упрощенная схематичная структура проведения технико-технологического аудита состоит из пяти основных блоков:

- Подготовительный (формирование технического задания, поиск подрядчика, заключение договорных отношений, создание рабочей группы, обсуждение первоочередных задач и целей, установление временных границ этапов);
- Документарный (анализ проектной документации, анализ исполнительной документации, анализ эксплуатационной документации, оформление чек-листов, анализ предписаний РТН и ТН, выявление «узких» мест);
- Инструментарный (проведение неразрушающего контроля, проведение разрушающего контроля, ранжирование, оформление отчета по контролям);
- Расчетный (выполнение проверочных расчетов на прочность и остаточный ресурс, выполнение тепловых и материальных балансов, пинч-анализ, расчет анализа риска);
- Отчетный (разработка мер по приведению объекта в соответствие с ФНП, разработка компенсирующих мероприятий, выдача технических решений и рекомендаций по эксплуатации и модернизации).

Глубина и назначение технико-технологического аудита (ТТА) может быть различна и в зависимости от поставленных целей аудита могут применяться дополнительные блоки помимо основных.

Например, для рекогносцировки направления аудита применяют SWOT-анализ.

SWOT-анализ – метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней

среды организации и разделении их на четыре категории: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности), Threats (угрозы).

Сильные (S) и слабые (W) стороны являются факторами внутренней среды объекта анализа (то есть тем, на что сам объект способен повлиять); возможности (O) и угрозы (T) являются факторами внешней среды (то есть тем, что может повлиять на объект извне и при этом не контролируется объектом).

SWOT-анализ эффективен при осуществлении начальной оценки текущей ситуации, однако он не может заменить выработку стратегии или качественный анализ динамики.

### Преимущества:

Это универсальный метод, который применим в самых разнообразных сферах экономики и управления. Его можно адаптировать к объекту исследования любого уровня.

Это гибкий метод со свободным выбором анализируемых элементов в зависимости от поставленных целей. Может использоваться как для оперативной оценки, так и для стратегического планирования на длительный период.

Использование метода, как правило, не требует специальных знаний и наличия узкопрофильного образования.

### Недостатки:

SWOT-анализ показывает только общие факторы. Конкретные мероприятия для достижения поставленных целей надо разрабатывать отдельно.

Зачастую при SWOT-анализе происходит лишь перечисление факторов без выявления основных и второстепенных, без детального анализа взаимосвязей между ними.

Анализ даёт в большей степени статичную картинку, чем видение развития в динамике.

Результаты SWOT-анализа, как правило, представлены в виде качественного описания, в то время как для оценки си-

### АУДИТ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Проверка независимыми специалистами системы организации производства, системы контроля и управления качеством, применяемых технических и технологических решений, а также проверку технического состояния машин, оборудования, механизмов, зданий и сооружений, инженерных коммуникаций, систем и сетей, также проверку технической, эксплуатационной и проектной документации с выражением мнения относительно обоснованности применяемых технических/технологических решений, способов управления производством и соответствия технического состояния инженерно-сложных систем и оборудования требованиям нормативных актов.

### ТЕХНИЧЕСКИЙ АУДИТ

Совокупность экспертных, профессионально-технических, контрольных и учетно-денежных мероприятий, позволяющих детально исследовать объекты производства, в том числе и технологии производства, с целью повышения их эффективности и привлекательности.

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ

Процедура получения экспертной оценки действующих технологических решений целого производства, его отдельных подразделений, отдельных технологических решений и рекомендаций по комплексу технологических решений, направленных на повышение конкурентоспособности конкретного предприятия.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ АУДИТА



туации часто требуются количественные параметры.

SWOT-анализ является довольно субъективным и чрезвычайно зависит от позиции и знаний того кто его проводит.

Для качественного SWOT-анализа необходимо привлечение больших массивов информации из самых разных сфер, что требует значительных усилий и затрат.

Дополнительным блоком для решения сложных математических задач в области промышленной безопасности в рамках аудита может быть применен метод конечных элементов.

Метод конечных элементов (МКЭ) - основной подход к анализу напряженно-деформированного состояния, лежащий в основе подавляющего большинства современных CAE-систем, предназначенных для выполнения расчетов на прочность различных конструкций посредством численных алгоритмов на ЭВМ.

МКЭ используется не только в области прочностных расчетов, но и для решения задач во многих других сферах, например, решения задач теплопроводности, гидродинамики, электромагнетизма и др.

Метод конечных элементов позволяет практически полностью автоматизировать расчет механических систем, хотя, как правило, требует выполнения значительно большего числа вычислительных операций по сравнению с классическими методами механики деформируемого твердого тела.

**Преимущества МКЭ:**

1. МКЭ позволяет рассчитать приближённые значения искомой величины не только в узлах, но и в любой произвольной точке области (в отличие от метода разностных схем).
2. МКЭ позволяет задать аппроксимацию области с помощью криволинейных элементов, поэтому возможен расчёт областей сложной геометрической формы.
3. МКЭ позволяет задавать неравномерную сетку разбиения области на элементы, т.е. варьировать размеры элементов при необходимости.

*Методы HAZID/HAZOP направлены не только на обеспечение промышленной безопасности, но и затрагивают вопросы механической, пожарной и экологической безопасности, охраны труда, что позволяет решать задачи экспертизы и рассматривать вопросы безопасности комплексно.*

4. Свойства материалов и толщина соседних элементов не должны быть одинаковыми, поэтому возможен расчёт сложных конструкций, составленных из разных материалов.
5. Возможно использование граничных условий с разрывной поверхностной нагрузкой.

**Недостатки МКЭ:**

1. Сложность математического обоснования.
2. Большое количество математических выкладок для получения конечного результата.
3. МКЭ предназначен для решения главным образом стационарных задач; решение нестационарных задач с помощью МКЭ представляет собой отдельную сложность.

Одним из обязательных этапов при проведении аудитов следует рассматривать риск-ориентированный подход (РОП).

РОП представляет собой методологию, обеспечивающую целевое воздействие надзорных функций на объекты контроля, основанные на анализе состояния технических

**STRENGTHS (сильные стороны)**

- Квалифицированный персонал
- Многолетний опыт
- Низкая текучесть персонала
- Инновационные разработки

**WEAKNESSES (слабые стороны)**

- Нарушения в области ПБ
- Устаревшее оборудование
- Недостаток финансирования

**OPPORTUNITIES (возможности)**

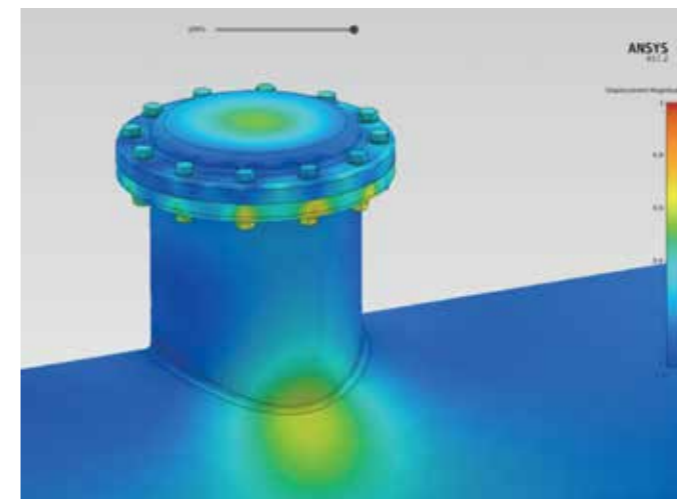
- Повышение квалификации специалистов
- Внешние аудиты
- Модернизация оборудования

**THREATS (угрозы)**

- Отсутствие финансирования проекта
- Увольнения квалифицированных работников
- Риск аварий и инцидентов



SWOT АНАЛИЗ

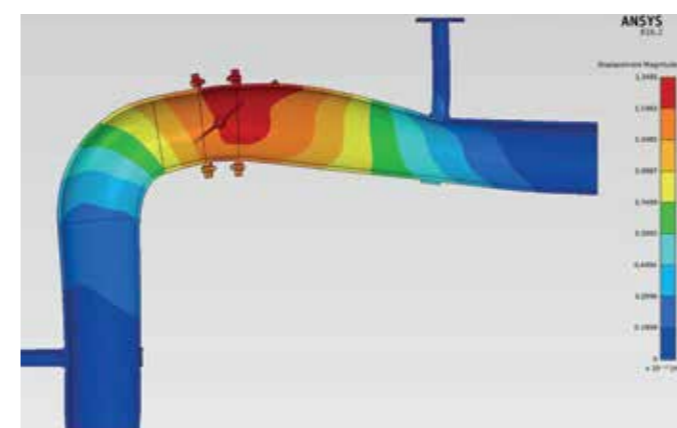


устройств, риска их аварий и инцидентов в соответствии с значимостью последствий таких аварий и инцидентов для безопасности и здоровья населения.

Анализ известных опасностей аварий на ОПО указывает на предпочтительность исполнения действующих правил безопасности, полученных эмпирическим путем из трагического опыта прошлых промышленных аварий. Исполнение правил безопасности в прошлом и настоящем давало и дает удовлетворительные результаты по безопасному функционированию наблюдаемых ОПО. Как раз неисполнение правил безопасности – причина подавляющего большинства регистрируемых российских промышленных аварий.

В качестве основных методов анализа опасностей технологических процессов выделяются: метод идентификации опасностей (или предварительный анализ опасностей), именуемый HAZID; анализ опасностей и работоспособности HAZOP.

Анализ опасностей технологических процессов с применением методов HAZID/HAZOP, несмотря на отдельные методические вариации в разных документах, предназначен для наиболее детального анализа опасностей инцидентов и аварий, а также получения объективной оценки принимаемых мер безопасности, оптимальности разработанных инженерных, проектно-конструкторских решений по строительству, реконструкции, техническому перевооружению ОПО.



Методы HAZID/HAZOP направлены не только на обеспечение промышленной безопасности, но и затрагивают вопросы механической, пожарной и экологической безопасности, охраны труда, что позволяет решать задачи экспертизы и рассматривать вопросы безопасности комплексно.

Одним из оптимальных решений в период модернизации служит пинч-анализ.

Пинч-анализ – математический метод, нашедший применение в промышленности более 20 лет назад, позволяет улучшить эффективное использование энергии, воды и сырья, сократить потоки, направляемые на очистку и соответствующие затраты в различных отраслях промышленности, включая нефтепереработку.

За время его использования метод получил значительное развитие и стал предпочтительным для определения экономически эффективных способов наибольшего извлечения тепла и уменьшения спроса на внешние его источники (пар и охлаждающая вода). Он применим для определения экономии энергии как для самого процесса производства, так и для систем его обслуживания. Достижение экономии во многом зависит от задач, предусматриваемых проектом. Однако следует отметить, что усовершенствование энергетической эффективности требует некоторых инвестиций. И в этом случае пинч-анализ может быть специально направлен на максимизацию возврата капиталовложений. Пинч-анализ позволяет оценивать все идеи нового проекта одновременно и избегать «двойного счета», а также возможных противоречий.

Пинч-технология (или пинч-анализ) является надежным, структурированным подходом для решения широкого ряда проблем, связанных с повышением эффективности основного технологического процесса и вспомогательных систем обслуживания.

Поскольку пинч-анализ высокоструктурированный метод, то он приводит к оценке всех практических и выбранных усовершенствований, как для отдельных процессов, так и их комбинаций. Затем предложения собираются в так называемой дорожной карте стратегических инвестиций, которая детализирует размеры экономии, капиталовложений и снижения эмиссии. Но более существенно то, что метод позволяет определять совместимость проектов друг с другом и с имеющейся системой энергоснабжения.

Вариантами экономии энергоресурсов в поставленных задачах промышленного аудита может стать энергоаудит, так как большинство производств характеризуются высокой (в сравнении с западными показателями) энергоемкостью выпускаемой продукции, что обусловлено:

- консервативными технологиями и подходами к проектированию установок, многие из которых построены 20-40 лет назад;
- широким использованием морально устаревшего оборудования;
- отсутствием систем мониторинга за использованием энергоносителей.

**Цели энергоаудита**

- Выявление источников нерациональных энергозатрат и неоправданных потерь энергии;
- Определение показателей энергетической эффективности;
- Определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- Разработка целевой, комплексной программы энергосбережения.



*Основной задачей технико-технологического аудита является проверка технологии, технического состояния оборудования, машин, механизмов, объектов инфраструктуры, инженерных коммуникаций, производственных зданий и сооружений, организации производственной системы, наличия и состояния проектной, конструкторской, технологической, эксплуатационной документации с выражением мнения об эффективности управленческих решений в области производства продукции, в том числе производства товаров и оказания услуг в минимальные сроки с минимально возможными затратами и гарантированным качеством.*

В рамках энергоаудита необходимо опираться на проведенный пинч-анализ, позволяющий максимально оптимизировать затраты и получить максимальную производительность.

Возможной целью промышленного аудита является увеличение межремонтного пробега, ведь современные экономические условия диктуют необходимость более эффективного управления основными фондами. Увеличение межремонтных пробегов (УМРП) является одним из способов достижения указанной цели, обеспечивая повышение эффективности производства за счет сокращения простоев, увеличения коэффициента загрузки оборудования, повышения фондоотдачи. Однако переход на УМРП накладывает

повышенные требования к обеспечению надежности оборудования и должен исключать потерю управляемости его техническим состоянием, чреватую ростом вероятности инцидентов и аварий.

Отмеченное вызывает необходимость совершенствования мероприятий и процедур по контролю технического состояния оборудования и его ремонтному обслуживанию, а также всех других направлений деятельности по снижению риска. Меры по повышению надежности и безопасности эксплуатации оборудования, выполняемые в рамках работ по переводу технологических установок на УМРП, должны также учитывать происходящие изменения в принципах контрольно-надзорной деятельности (внедрение Ростехнадзором риск-ориентированного подхода).

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА

ВЫВОДЫ О ВОЗМОЖНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ИНТЕРВАЛА

ВОЗМОЖНО

НЕВОЗМОЖНО

ПРОГРАММА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПЕРЕВОДУ

УТВЕРЖДЕНИЕ ПРОГРАММЫ

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

УВЕЛИЧЕНИЕ МЕЖРЕМОНТНОГО ПЕРИОДА

Основными этапами реализации мероприятий по УМРП являются:

1. Ранжирование (категорирование) оборудования по уровню значимости и последствиям отказов. Ранги (категории) оборудования в дальнейшем учитываются при:
  - определении сроков выполнения или периодичности контрольных процедур по каждой единице оборудования;
  - разработке и оптимизации планов контрольных и ремонтных мероприятий по всему массиву оборудования с привязкой к новым срокам капитального ремонта.
2. Идентификация вероятных видов деградации по каждой единице оборудования.
3. Систематизация оборудования с выделением в составе технологической схемы «контуров деградации», объединяющих технологически связанные сосуды, аппараты, трубопроводы и т.п. с идентичными материальным исполнением, рабочими средами, условиями эксплуатации и видами возможной деградации.
4. Определение зон и точек контроля оборудования, параметров и методик контроля, критериев отбраковки, параметров привязки точек контроля по месту, обеспечивающих достаточную воспроизводимость и сопоставимость результатов при последующем контроле.
5. Организация мониторинга технического состояния наиболее ответственного оборудования с высоким уровнем риска. При этом функция мониторинга, как инструмента контроля, состоит в дополнении систем контроля и защиты (АСУ ТП, КИПиА, АСБ, ПАЗ), пред-

усмотренных проектом, а также типовых процедур периодического контроля технического состояния оборудования, предписанных нормативно-технической документацией и реализуемых на практике.

#### Заключение

Подчеркну, что взаимодействие блоков закладывается в техническом задании, однако могут быть также добавлены в ходе работы, так как осуществляется прямое взаимодействие основных и дополнительных блоков аудита.

Комплекс методов и инструментов технического и технологического аудитов содействует развитию и модернизации производственных систем предприятий, повышению эффективности бизнеса, позволяя производить товары и оказывать услуги в минимальные сроки с минимально возможными затратами и гарантированным качеством.

Основной задачей технико-технологического аудита является проверка технологии, технического состояния оборудования, машин, механизмов, объектов инфраструктуры, инженерных коммуникаций, производственных зданий и сооружений, организации производственной системы, наличия и состояния проектной, конструкторской, технологической, эксплуатационной документации с выражением мнения об эффективности управленческих решений в области производства продукции, в том числе производства товаров и оказания услуг в минимальные сроки с минимально возможными затратами и гарантированным качеством.

Технико-технологический аудит помогает найти "узкие" места в технологии, работе оборудования и объектов производственной инфраструктуры, может рекомендовать направления использования имеющихся технических средств предприятия с большей производительностью и меньшими трудовыми затратами. ■



## СОВМЕСТНОЕ СОВЕЩАНИЕ РОССИЙСКОГО МОРСКОГО РЕГИСТРА СУДОХОДСТВА РФ И МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА ПО БЕЗОПАСНОСТИ МПТ

**15** февраля 2023 года на площадке Российского морского регистра судоходства (РМРС) в Санкт-Петербурге состоялось совещание ведущих отечественных экспертов в области безопасного регламентирования проектирования, строительства и эксплуатации морских подводных трубопроводов.

На совещании обсуждались «Первоочередные задачи нормативно-методического обоснования безопасности морских подводных трубопроводов».

В совещании приняли участие:

- Авдонкин Андрей Сергеевич - ФАУ Российский морской регистр судоходства, начальник отдела организации экспертизы проектов морских нефтегазовых сооружений;
- Балагура Сергей Викторович - ФАУ Российский морской регистр судоходства, начальник Управления организации технического наблюдения за морскими нефтегазовыми сооружениями;

- Зеленин Алексей Анатольевич - ПАО «ЛУКОЙЛ» старший менеджер Управления добычи нефти и производства сервисных работ;
- Камшуков Андрей Викторович - Редакция журнала «Морская наука и техника», главный редактор;
- Лещенко Виктор Викторович - НТЦ «Нетфегаздиагностика», генеральный директор;
- Лепихин Анатолий Михайлович - НТЦ «Нетфегаздиагностика», ведущий эксперт;
- Махутов Николай Андреевич, член-корреспондент РАН ИМАШ имени А.А. Благонравова, главный научный сотрудник;



- Матвиенко Юрий Григорьевич - ИМАШ имени А.А. Благонравова, заведующий отделом;
- Марков Сергей Петрович - СПбГМТУ, профессор;
- Надеин Владимир Александрович - «НГБ-Энергодиагностика», генеральный директор;
- Помылев Илья Васильевич - МинПромТорг РФ, начальник отдела Департамента судостроительной промышленности и морской техники;
- Тимашев Святослав Анатольевич - НИЦ «Надежность и ресурс больших систем» УРО РАН, Директор НИЦ;
- Бондаренко Григорий Евгеньевич - ПАО НК «РОСНЕФТЬ», первый заместитель директора Департамента развития, управления зарубежными и шельфовыми проектами;
- Новодержкин Андрей Ростиславович - ПАО НК «РОСНЕФТЬ», заместитель начальника Управления техники и технологий на шельфе Департамента развития, управления зарубежными и шельфовыми проектами;

В результате обсуждения накопившихся актуальных проблем член-корреспондентом РАН ИМАШ имени А.А. Благонравова Махутовым Николаем Андреевичем совместно с руководством ФАУ РМРС предложено ряд существенно важных направлений в работе данных профильных структур исходя из сложившегося положения в результате проведения СВО.

В выступлении генерального директора НТЦ «НЕФТЕГАЗ-ДИАГНОСТИКА» Виктора Викторовича Лещенко была обо-

значена задача создания отдельного отраслевого направления по безопасности МПТ и привлечения к этой работе значимых государственных и научно-технических структур, например, таких, как Агентство Стратегических Инициатив.

Активное обсуждение и предложения своих решений у участников совещания вызвал доклад эксперта Российской Академии Наук Анатолия Михайловича Лепихина о научно-техническом обосновании допустимых критериев прочности труб в подводных условиях и в связи с этим созданием первоочередных нормативных документов, определяющих их степень безопасности.

Важнейшей рабочей частью совещания стал доклад ведущего специалиста ФАУ РМРС Авдонкина Андрея Сергеевича о нормативно-правовом состоянии регламентов трубопроводного транспорта, и был предоставлен анализ реализации систем МПТ в России.

По итогам совещания было принято решение активизировать разработку нормативно-правовых документов в соответствии с предложенным планом РМРС, подготовить информационно-аналитическую справку по основным аспектам работы совета с целью предоставления её в компетентные государственные органы, приступить к изданию второй части специального выпуска журнала «МОРСКАЯ НАУКА И ТЕХНИКА» о деятельности МЭС по безопасности морских подводных трубопроводов.

В рамках проводимой встречи прошла интереснейшая экскурсия при посещении Музея истории Российского морского регистра судоходства. ■

## ИНФОРМАЦИЯ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РОССИЙСКОГО МОРСКОГО РЕГИСТРА СУДОХОДСТВА



*Российский морской регистр судоходства (РС, Регистр) – международно признанное классификационное общество. Основан в 1913 году. Деятельность РС направлена на повышение стандартов безопасности морского транспорта и предотвращение загрязнения окружающей среды.*

РС разрабатывает правила классификации для судов и морских сооружений различных типов и назначения, включая объекты обустройства нефтегазовых месторождений на шельфе, осуществляет рассмотрение проектной и рабочей документации, техническое наблюдение за изготовлением материалов и оборудования морского назначения, признание предприятий-изготовителей и проверку предприятий-подрядчиков. Штат специалистов Регистра составляет 1100 человек, в т.ч. 700 высококлассных инспекторов. В настоящий момент услуги клиентам оказывают 30 подразделений РС в России и за рубежом.

В сфере классификации и освидетельствования морских объектов нефтегазовой отрасли РС имеет более чем 50-летний опыт. РС проводит работы по техническому наблюдению на всех этапах обустройства морских нефтегазовых месторождений, включая стадии проектирования, строительства, эксплуатации и утилизации объектов, осуществляет верификацию проектной технической документации объектов обустройства морских нефтегазовых месторождений, в том числе на соответствие принятой для проекта нормативно-технической базе.

*В сфере классификации и освидетельствования морских объектов нефтегазовой отрасли РС имеет более чем 50-летний опыт.*

При участии Регистра сегодня реализуются практически все проекты по морской добыче и отгрузке углеводородного сырья на морском шельфе Российской Федерации и Каспии. Среди них месторождения «Кравцовское» в Балтийском море, им. Ю. Корчагина, им. В. Филановского и им. В. Грайфера в северной части Каспийского моря, «Приразломное» в Баренцевом море, уникальный с технической точки зрения проект – стационарный морской ледостойкий отгрузочный причал «Варандей» в Баренцевом море. В классе РС находятся 5 морских стационарных платформ, в том числе предназначенных для эксплуатации в арктическом регионе (еще 11 единиц находятся в постройке и освидетельствовании на класс, а 3 – на стадии проектирования), 18 самоподъемных и 4 полупогружные плавучие буровые установки.

Техническое наблюдение за постройкой морских подводных трубопроводов РС развивает с 2007 года. К настоящему моменту в организации наработан значительный опыт





в этой сфере. С классом Регистра в настоящий момент эксплуатируются 17 различных магистральных, межпромысловых, внутрипромысловых, отгрузочных морских подводных трубопроводов (нефтепроводы, газопроводы, мультифазные трубопроводы, поддержания пластового давления и др.) общей протяженностью свыше 600 км. На различной стадии проектирования и постройки под техническим наблюдением РС находятся еще 6 морских подводных трубопроводов. В общей сложности в рамках проектов по строительству морских подводных трубопроводов Регистром сертифицировано более 130 000 тонн трубной продукции, 2 500 единиц изделий, 80 000 тонн листового проката.

Большое влияние на развитие компетенций РС в этой сфере оказал опыт технического наблюдения за производством труб для МПТ месторождения им. В. Филановского. Специалисты РС осуществляли круглосуточный мониторинг на всех стадиях изготовления труб DN 500 (559 x 15,9 мм) для транспортировки нефти и DN 700 (711 x 25,4 мм) для транспортировки газа из стали повышенной прочности с антикоррозийным наружным трехслойным покрытием толщиной 2,5 мм. Комплекс работ включил изготовление листового проката и сварных труб, приемо-сдаточные испытания в тестовой лаборатории, нанесение на трубы бетонного покрытия, необходимого для обеспечения их отрицательной плавучести и т.д. Наряду с этим одобрение РС прошли процедуры автоматической сварки в среде защитных газов, ручной сварки для ремонта сварных швов, были выполнены соответствующие испытания образцов. Работы по монтажу нефтяной и газовой нитей МПТ протяженностью около 120 км каждая также выполнены под техническим наблюдением специалистов РС. Вместе с тем Регистр проводил



освидетельствование трубоукладочного судна на предмет готовности к постройке МПТ, участвовал в испытаниях на прочность и герметичность по окончании постройки МПТ, разрабатывал требования и осуществлял признание предприятий, проводящих внутритрубную диагностику и подводные осмотры МПТ.

Сегодня специалисты РС выполняют периодические освидетельствования в процессе эксплуатации морского газопровода «Джубга – Лазаревское – Сочи» общей протяженностью 170 км, 90 % которой проходит по дну Черного

*Сегодня специалисты РС выполняют периодические освидетельствования в процессе эксплуатации морского газопровода «Джубга – Лазаревское – Сочи» общей протяженностью 170 км, 90 % которой проходит по дну Черного моря.*

моря. Кроме того, РС освидетельствует три МПТ Морского нефтеналивного терминала Каспийского трубопроводного консорциума-Р (КТК-Р), которые соединяют береговой магистральный трубопровод и резервуарный парк с выносными причальными устройствами, выполняющими загрузку танкеров на удалении от берега около 5 км.

Уникальные компетенции в сфере технического наблюдения за объектами морского транспорта, предназначенных для работы в условиях низких температур, позволяют РС активно участвовать в реализации высокоширотных проектов. Так, под техническим наблюдением РС построен и находится в эксплуатации двухниточный морской подводный трубопровод терминала «Ворота Арктики» в акватории Обской губы, предназначенный для круглогодичной отгрузки углеводородного сырья на танкеры с Новопортовского нефтегазоконденсатного месторождения. Протяженность МПТ составляет 3 780 метров, диаметр труб - 720 мм, толщина стенки - 18 мм, толщина бетонного покрытия - 74 мм. Глубина моря в районе укладки составляет 11,5 метра, максимальное заглубление труб в донный грунт - 4,9 метра.

Наряду с этим Регистр активно вовлечен в проект по обустройству нового арктического морского газового месторождения «Каменномыское-море»: под техническим наблюдением РС ведется строительство ледостойкой стационарной платформы ЛСП «А». Одобренный Регистром проект помимо это включает строительство на класс РС трех платформ блок-кондукторов, а также магистральных и внутрипромысловых морских подводных трубопроводов различного назначения.

Кроме того, при участии РС в настоящее время реализуется проект по обустройству месторождения D33 в Балтийском море: Регистр рассматривает документацию для постройки платформы блок-кондуктора и мультифазного морского подводного трубопровода и осуществляет техническое наблюдение за их строительством. В 2021 – 2022 гг. для этого проекта РС выполнял техническое наблюдение за сложным комплексом последовательных технологических операций по изготовлению стальных бесшовных труб с защитным антикоррозионным покрытием и нанесению на них наружного балластного покрытия для подводной части МПТ, протяженность которых составит около 70 км. В ходе работ произведено 58 322 метров труб Ø406,4×14,3 мм и 15 169 метров труб Ø406,4×15,9 мм. По результатам технического наблюдения за их изготовлением оформлено и выдано 543 сертификата РС.

На основе практического опыта, наработанного в ходе сопровождения шельфовых проектов, РС сформировал и постоянно совершенствует свою нормативно-техническую базу. Правила РС распространяются как на сами морские подводные трубопроводы, так и на специфические элементы МПТ (фланцы и отводы, арматуру, трубные вставки и гальванические подводные аноды и т.д.), содержит требования к материалам, сварке, защите от коррозии, теплоизоляции



и балластировке труб, а также требования по определению расчетных нагрузок, действующих трубопроводов, расчету их прочности, монтажу, испытаниям, ремонту и оценке риска. Применение Правил и Руководств РС дают возможность проектантам, строительным подрядным организациям и эксплуатирующим компаниям гарантировать высокий уровень безопасности МПТ.

В нормативных документах РС находят отражение применимые национальные и международные требования, а также результаты научно-исследовательских работ, выполняемых по заказу Регистра ведущими научными центрами. Так, в 2022 году по инициативе и при участии РС завершено исследование допустимых уровней дефектности стальных МПТ в эксплуатации для транспортировки жидких (многофазных) и газообразных сред. По его результатам в 2023 году в Руководство по техническому наблюдению за постройкой и эксплуатацией морских подводных трубопроводов будет внедрена методика для определения уровней дефектности металла стальных труб и сварных швов МПТ, транспортирующих нефть и газ с морских месторождений. Методика позволяет контролировать критерии предельного технического состояния трубопроводов и своевременно применять ремонтные технологии, позволяющие продлить их эксплуатационный ресурс.

Большой практический опыт РС в области наблюдения за проектированием, строительством и эксплуатацией морских подводных трубопроводов, а также в области разработки технических нормативов для этих транспортных систем Регистр успешно применяет в ходе сотрудничества с ведущими представителями отрасли в рамках Межведомственного экспертного совета по безопасности МПТ и активно содействует поиску совместных нормативно-технических и практических решений для успешного развития подводных трубопроводных систем, имеющих стратегическое значение для внутреннего потребления и внешнеэкономической деятельности РФ. От имени РС в состав совета входят начальник управления организации технического наблюдения и сертификации Сергей Балагура и начальник отдела технического наблюдения за морскими нефтегазовыми сооружениями Андрей Авдонкин. ■

## СОВЕЩАНИЕ МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА ПО БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ



**16** марта 2023 года в Аналитическом центре при Правительстве Российской Федерации состоялось рабочее совещание «Межведомственного Экспертного совета по безопасности морских подводных трубопроводов» (МЭС).

Совещание открыл Николай Андреевич Махутов, председатель МЭС, член-корреспондент РАН докладом «Задачи совещания и функции МЭС», в котором, определяя функции совета, обозначил важность создания нормативно-технической документации и постоянное участие экспертов в реальных производственных процессах, дающих значимый опыт и направление решений задач по безопасности МПТ. Отчетом о проделанной работе стало выступление В. В. Лещенко, генерального директора НТЦ «Нефтегаздиагностика» о результатах выездного совещания рабочей группы МЭС в Российском морском регистре судоходства в г. Санкт-Петербург в феврале 2023 г.

Актуальным, наполненным множеством практических примеров и реальных расчетов стал доклад «Анализ акту-

альных угроз и рисков целостности и безопасной эксплуатации морских подводных трубопроводов применительно к деятельности МЭС», подготовленный научным координатором совета Виктором Викторовичем Лещенко. Развернувшаяся на его основании дискуссия подтвердила максимальную важность и своевременность затронутых тем.

«О применении современной отечественной морской техники в обеспечении безопасности МПТ и строительстве профильных судов специального назначения» – так была обозначена тема доклада Ильи Васильевича Помылева, начальника отдела Департамента судостроительной промышленности и морской техники Минпромторга России, в котором определилось целое новое направление в развитии морской техники для поставленных задач по без-



опасности МПТ. Содокладчиком выступил главный инженер ЦНИИ «КУРС» Дмитрий Владимирович Вавилов, обозначив методы и способы использования современных разработок робототехники в решении задач по обеспечению эксплуатации, ремонта и аварийных работ на подводных морских трубопроводах.

Председатель Союза Нефтегазопромышленников России Геннадий Иосифович Шмаль, поприветствовав от имени союза участников совещания, в своем выступлении определил работу совета как очень важный этап развития отечественной нефтегазовой науки и промышленности, при этом призвал экспертов быть максимально объективными в своей деятельности и определять её соответственно с реальными задачами всей профильной промышленности.

О безопасном восстановлении и эксплуатации МПТ в пределах акватории Черного моря в своем докладе рассказал Роман Ростиславович Лупырь, ведущий эксперт совета, непосредственно участвовавший в создании МПТ «Джубга-Лазаревское». В настоящее время данный опыт становится востребованным в связи с реконструкцией морских трубопроводов в присоединенных акваториях Черного моря.

О важности поставленных перед советом задач отметил в своем выступлении советник руководителя Федерального агентства по морскому и речному транспорту Алексей Андреевич Кравченко, обозначив, что магистральные трубопроводы являются частью отечественной транспортной системы и обеспечение их безопасности действительно задача межведомственных структур. Обсуждались наиболее эффективные пути её решения совместными возможностями.

В основном докладе Анатолия Михайловича Лепихина, эксперта РАН, – «Особенности разработки норм обоснования безопасности морских подводных трубопроводов» определились этапы этой трудоемкой и важной работы, и

было предложено принять план разработки нормативно-методических документов на ближайшее время.

Сообщение Надеина В.А., генерального директора «НГБ-Энергодиагностика», о взаимодействии с Ростехнадзором РФ было принято, как руководство к дальнейшей плановой работе в этом направлении.

В обсуждении большинства вопросов приняли участие группа коллег по видео-конференц-связи из Сибирского государственного университета водного транспорта под руководством профессора Палагушкина Бориса Владимировича, представители экспертных групп ПАО «ЛУКОЙЛ» С интересным предложением по созданию специального судна выступил морской инженер из Севастополя, представитель совета директоров компании «ЮГРЕФТРАНСФЛОТ» Виктор Павлович Кот.

О создании информационного портала МЭС и информационной политике в работе совета рассказал главный редактор журнала «МОРСКАЯ НАУКА И ТЕХНИКА» А. В. Камшуков, представив специальный выпуск «БЕЗОПАСНОСТЬ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ».

В рамках совещания состоялась фотовыставка фонда «АРИСТОКРАТЫ МОРЕЙ», представившая эксклюзивные работы мастеров Алякринского Александра Леонидовича и Руис Роситы Энрикеевны.

Открывшийся в столице новый Музей водолазного дела ярко и интересно представила его создательница, главный редактор журнала «НЕПТУН», Ирина Николаевна Кочергина.

Совещание провело процедуры утверждение Положения и Регламента МЭС, утверждение Плана разработки нормативно-методических документов и приняло за основу план работы совета на 2023 год. ■





## АНАЛИЗ АКТУАЛЬНЫХ УГРОЗ И РИСКОВ ЦЕЛОСТНОСТИ И БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МПТ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЭС

ВИКТОР ВИКТОРОВИЧ ЛЕЩЕНКО, К.Т.Н., ОТВЕТСТВЕННЫЙ КООРДИНАТОР МЭС, ДИРЕКТОР НТЦ «НЕФТЕГАЗДИАГНОСТИКА»

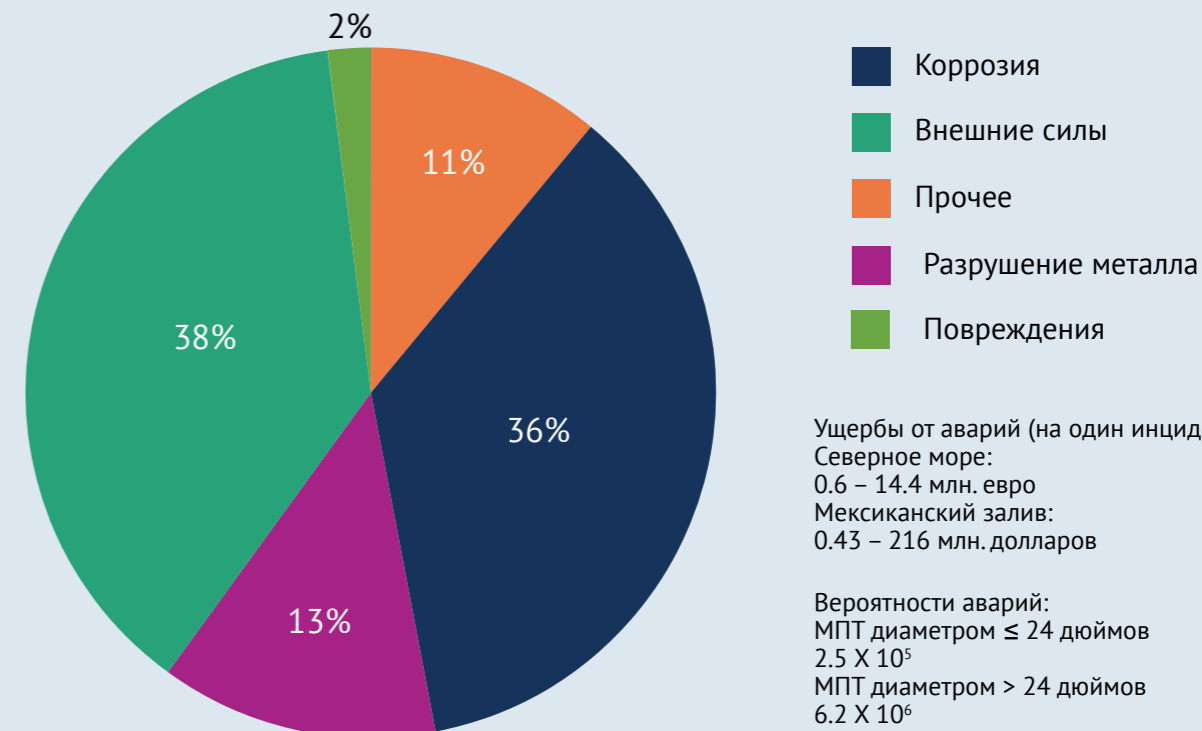
Публикация подготовлена по материалам выступления автора на совещании МЭС 16.03.2023 г.

**Л**ещенко Виктор Викторович, председатель правления научно-промышленного Союза мониторинга рисков промышленной безопасности «РИСКОМ» и генеральный директор компании НТЦ «Нефтегаздиагностика», 25 лет занимается подводно-техническими работами (диагностика и ремонт морских подводных трубопроводов).

### О безопасности

Основные принципы безопасности нашего государства определены в ряде основополагающих нормативных документов, изданных в более чем шестидесяти томах под общим названием «БЕЗОПАСНОСТЬ РОССИИ». В этих изданиях рассмотрены аспекты, определяющие предотвращение внешних воздействий, террористических угроз и техногенных катастроф.

Безопасность морских подводных трубопроводов (МПТ) представлена структурой, с раскрытием причин аварий и предполагаемого ущерба. Существуют различные виды поражения МПТ: коррозия, падение, зацепы якорями, землетрясения и другие природные явления. Статистика показана в диаграмме и представлена на основании данных из иностранных источников, поскольку за рубежом обеспечение безопасности МПТ, как отрасли развивается уже более 50 лет.



ПРИЧИНЫ И УЩЕРБЫ ОТ АВАРИЙ МПТ

Ущерб от аварий представлен в диаграмме на 2012 год, сегодня к этим цифрам можно уверенно добавить 30%. Любая авария, даже на небольшом морском подводном трубопроводе, в силу повышенной потенциальной опасности, является крайне дорогим по ликвидационным затратам событием. Чем больше диаметр трубопровода, тем ниже вероятность аварии, потому что трубы толстые, бетонированные, усиленные.

При самом минимальном порыве или аварии затраты на ремонт МПТ будут исчисляться десятками миллионов долларов, в рублях это будет, в юанях, в чём угодно, меньше не получится. Фрахт судна для ликвидации аварии будет стоить минимум миллион рублей в сутки, кроме того, должны быть средства и технологии ремонта.

Алгоритм решения этой задачи нам понятен, необходимо её разложить на части и разбираться с каждой.

Безопасность МПТ определяется тремя основными факторами. **Техногенная безопасность** и всё, что связано непосредственно с железом, с объектом, то, как он живёт в среде. **Технологическая безопасность** — это уже больше о безопасности страны - то есть утрата технологии, доступности средств. **Террористическая угроза** - несанкционированное воздействие.

Аспекты техногенной безопасности — это ошибки проектирования, дефекты изготовления, строительства, проката, дефекты листа, сварки, дефекты, допущенные при нарушении изоляции.

Следующий аспект — это этап аварийной эксплуатации: непроецируемые скачки давления, несоответствие коррозионной защиты перекачиваемого продукта или применение неправильного ингибитора.

Этап внешнего воздействия — это внешние зацепы якорями, размывы грунта течением, образования фриспанов, свободные провисы, оползни, землетрясения. И всегда есть риск недооценки потенциальной опасности того или иного фактора.

Что нам нужно? Нужна полноценная система нормативно-технического регулирования отрасли по всему жизненному циклу от строительства до эксплуатации, от ремонта и до последующей ликвидации.

У нас должны быть аппараты, технологии и собственные элементы подводной инфраструктуры. Самое главное, должна быть инженерная школа, восполняемость кадров. В блоке технологической безопасности сохраняется угроза неконтролируемого использования вредных стандартов и технологий, потому что они просто могут не соответствовать нашим условиям. Арктика — это наша история, нигде в мире нет таких условий работы. Соответственно, за рубежом нет таких документов, которые регламентировали бы те или иные действия на шельфовых разработках. Уровень имеющихся зарубежных нормативных документов зачастую противоречит нашим требованиям к безопасности МПТ.

Террористическая опасность — это, прежде всего, целенаправленное воздействие на наиболее уязвимый и потенци-

ально опасный элемент. Как правило, это скрытность действий, маскировка под стандартную операцию, разнесение этапов воздействия. Обязательным условием является ограниченный круг непосредственных участников и исполнителей, безусловный профессионализм, осведомлённость и знание специфики конкретной конструкции. Это сужает круг подозреваемых и этим надо пользоваться.

**О работе МЭС**

Во-первых, МЭС собрал ключевых специалистов по безопасности морских подводных трубопроводов и продолжает работу по объединению наиболее компетентных экспертов данного профиля.

Во-вторых, имеющейся компетентной командой проводится всесторонний анализ действующих и иностранных нормативных баз, практически всех имеющихся профильных документов. Решено, как выстраивать собственную систему, в каких направлениях идти. На сегодня разработан план работы совета и предложена передовая концепция оценки нашего объекта по критериям риска. Созданы рабочие версии первоочередных документов.

Состояние отечественной технологической безопасности вызывает сдержанный оптимизм. Уже понятно каких отечественных технологий хватает, каких не хватает, ведутся НИОКРы по созданию отечественной техники. Созданы рабочие варианты российских подводных автономных аппаратов. Да, они многократно дороже импортных, но ведь это уже отечественная техника.



Разработана база технических решений по ремонту МПТ. Имеются серьёзные наработки по магнитным, ультразвуковым диагностическим комплексам и даже появился новый аппарат.

По аспектам террористической безопасности важно то,

| ОПЕРАЦИЯ  | ЕДИНИЦА СТОИМОСТИ | ВРЕМЯ ОПЕРАЦИИ                           | ОБЩИЕ ЗАТРАТЫ  |
|---|-------------------|--|----------------|
| Подготовка оборудования в море                      | От 35.000\$/день  | 2-4 дня                                  | От 70.000\$    |
| Оценка дефекта (ВТД, ROW, водолазы)                 | От 500.000\$      | 2-30                                     | От 1000.000\$  |
| Подъем трубы и вырезка дефектного участка (катушки) | 75.000\$/день     | От 28 дней, с учетом водолазных операций | От 2.100.000\$ |
| Укладка новой трубы                                 | 300.000\$/день    | 2 суток                                  | 600.000\$      |
| Фрахт судна-трубоукладчика                          | 1.000.000 \$      | -  | От 1.000.000\$ |
| Общие затраты                                       |                   |  | От 5.500.000\$ |
| Ущерб от аварии                                     |                   |  | 4.000.000\$    |
| Общий ущерб   |                   |  | От 9.500.000\$ |

СТРУКТУРА ЗАТРАТ НА РЕМОНТ МПТ

| Техногенная безопасность   | Технологическая безопасность (санкционная)   | Террористическая безопасность  |
|--|--|--|
| Собраны ключевые специалисты   | Проведён предварительный анализ недостающих отечественных критических технологий   | Глубокое понимание конструкции, уязвимостей и всего жизненного цикла МПТ   |
| Проведён глубокий всесторонний анализ отечественных и мировых решений по нормативно - техническому обеспечению                       | Ведутся активные НИОКР по созданию отечественных технологий (ROW, ПДК, шлангокабели, системы управления и т.д.)                  | Имеется научная база для моделирования и анализа террористических угроз  |
| Заложена основа отечественной системы НТД обеспечения безопасности МПТ   | Разработана база технических решений и инфраструктура ремонта МПТ, обеспечивающая большинство потребностей                       | Опыт расследований аварий в рамках конкретных уголовных дел. Проработка сценариев и деревьев событий   |
| Имеется понимание направлений создания и развития отечественной системы нормативно-технического обеспечения техногенной безопасности | Имеются серьёзные наработки в области создания отечественных диагностических комплексов для обследования МПТ (MFL, UT/WM, G-MAP) | Оценка рисков, в том числе рисков диверсий и несанкционированных воздействий на КВО и СВО проработана в «Комиссии по техногенной безопасности РАН» (многотомное издание «Безопасность России» под редакцией Н.А. Махутова) |
| Разработан план работы МЭС   |  |  |
| Предложена передовая концепция оценки по критериям риска   |  |  |
| Созданы первые документы   |  |  |

**ВОЗМОЖНОСТИ МЭС**

что у экспертов совета есть глубокие знания конструкции трубопровода, его уязвимости на всём жизненном цикле, есть научная база. Большинство экспертов принимали участие в расследованиях аварий различной степени сложности, в том числе, при внешнем воздействии.

В настоящее время надо адаптировать наши технологии к ремонту на больших глубинах, разработать технологию замены дефектных секций. Это сразу даст спектр работ по модернизации, в том числе, и продолжение работ по совершенствованию диагностических комплексов.

По технологической безопасности, совет может формировать единые подходы к разработке средств диагностики ремонта, обслуживания. МЭС определит нужно ли строить специализированное судно, а может и не нужно. Если

строить-то какое? Если создавать средства диагностики, то обозначать их специфику и профильную необходимость.

По террористической безопасности совет может представить научно - обоснованные рекомендации необходимых и достаточных технических решений. Деятельность экспертов позволяет сформулировать взаимоувязанную отечественную нормативно-техническую систему документов по всему жизненному циклу, которая будет учитывать и природно - климатическую специфику России, и уровень технологического развития и специфику государственного регулирования.

Это позволит обеспечить достаточную обоснованную позицию по безопасности отечественных МПТ. И при этом существенно сократит сроки и затраты. ■





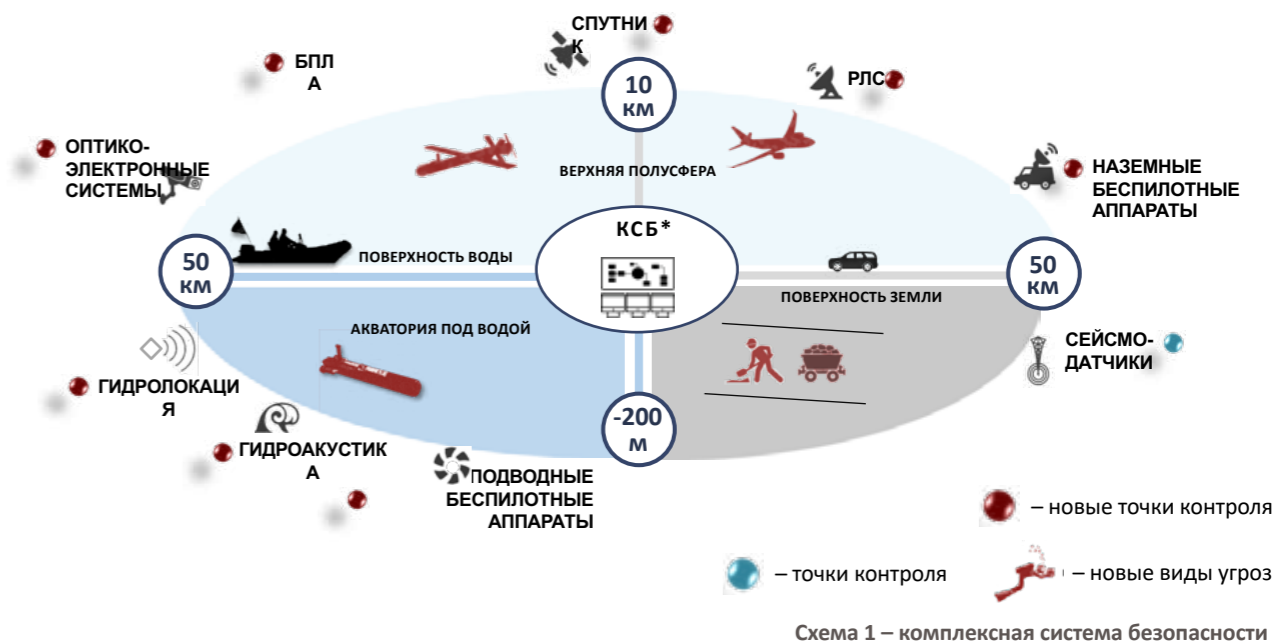
## О ПРИМЕНЕНИИ СОВРЕМЕННОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ МПТ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРОФИЛЬНЫХ СУДОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ПОМЫЛЕВ И.В., НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА УЧЕТА И УПРАВЛЕНИЯ РИД, ДЕПАРТАМЕНТ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МОРСКОЙ ТЕХНИКИ

**16** марта 2023 года в Аналитическом центре при Правительстве Российской Федерации состоялось рабочее совещание «Межведомственного Экспертного совета по безопасности морских подводных трубопроводов» (МЭС). В работе МЭС приняли участие ведущие отечественные ученые и специалисты по проблемам техногенной безопасности, руководители экспертных организаций, государственных структур, научных и инженерных сообществ.

Хотелось бы вкратце поговорить на тему применения современной отечественной морской техники и обеспечения безопасности, в частности, по направлению морских подводных трубопроводов и о строительстве профильных судов специального назначения.

Наша страна обладает богатейшими запасами нефти и газа, а также разветвленной сетью трубопроводов, часть из которых проходит под водой. Одной из составляющих реализации программы энергетической стратегии России на период до 2030 года является создание морской инфра-



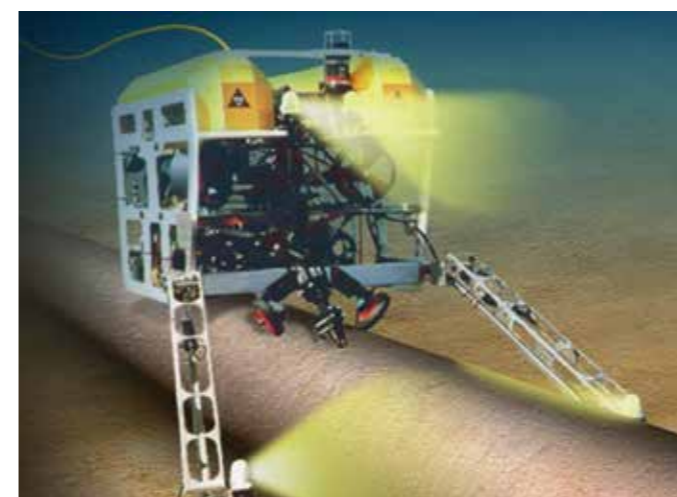
структуры, включающей морские трубопроводы, в том числе промышленные. В России на сегодняшний день реализованы крупномасштабные проекты и сооружения морских трубопроводов, в том числе и на континентальном шельфе. Текущие и перспективные потребности науки и практической морской деятельности требуют существенного повышения эффективности технических средств, обеспечивающих выполнение широкого спектра работ, в том числе и по обеспечению безопасности морских подводных трубопроводов. Хотелось бы на этом остановиться.

В настоящее время существуют проблемы внедрения комплексных систем безопасности морских подводных трубопроводов. Это связано с тем, что длительное время владельцы и эксплуатанты морских подводных трубопроводов использовали коммерческие методы защиты от возможных угроз, осуществляя только страхование различных рисков. Но 2020-2022 годы показали, что это не соответствует масштабу угроз и что необходимо внедрять системы безопасности, которые могут реагировать на все виды угроз. Российская промышленность имеет все необходимые элементы и готова при необходимости разрабатывать и внедрять систему безопасности морских подводных трубопроводов.

При этом необходима консолидированная работа владельцев морских подводных трубопроводов, эксплуатантов, проектных и производственных организаций по формированию технических заданий, проектированию, производству и вводу в эксплуатацию систем комплексной безопасности морских подводных трубопроводов.

Хотелось бы остановиться на некоторых российских разработках и поговорить подробнее. Для контроля верхней полусферы и водных средств (схеме 1) требуются различные системы обнаружения, а также автоматизированные комплексы, решающие задачи как управления средствами контроля обстановки, так и системами поражения или другого активного воздействия на нарушителей и их боевые ударные средства либо комплексы. В настоящий момент угрозы существуют в различных средах. Для верхней полусферы поверхности воды и под водой необходимо иметь средства обнаружения и противодействия. При этом модель угроз должна включать все возможные средства: воздушные, надводные и подводные.

Основные решаемые задачи комплексной системы безопасности – автоматический сбор и накопление информации об обстановке и от средств контроля обстановки, автоматизи-



Принцип работы: то, что плохо видит одна подсистема, хорошо видит другая, таким образом объединённая информация с разных подсистем даёт «полную 3D картину»



- Информация на АРМ-ы системы безопасности
- Иная управляющая информация (например, на системы поражения)
- Полная 3D модель пространства вокруг объекта, включая воздушную сферу, водную поверхность, подводную обстановку, дальние подступы и обстановку за физическими препятствиями



Схема 2 – варианты компоновки по подсистемам.

рованное отождествление и классификация наблюдаемых целей, оценка обстановки, автоматизированное управление средствами контроля обстановки, предоставление инструментария для подготовки отечественного отчётного информационного документа для руководства.

Современное использование различных видов датчиков позволяет решить задачу обнаружения более эффективно. То, что плохо видит одна подсистема, хорошо видит другая. Таким образом, объединённая информация с различных подсистем даёт полную 3D-картинку. Основные датчики

Схема 3 – информация об акустических подсистемах, предназначенных для обнаружения подводных и надводных целей, воздействия на аквалангистов



**Гидроакустическая станция освещения подводной обстановки** предназначена для круглогодичного мониторинга и обнаружения подводных нарушителей

**Система акустического предупреждения и оповещения** предназначена для предупреждения и оповещения подводных пловцов на ластах и на средствах движения

**Звуковизор** предназначен для обнаружения, сопровождения, определения координат и параметров движения подводных нарушителей в автоматическом режиме

**Гидроакустический комплекс нелетальной защиты** предназначен для осуществления травматического воздействия на подводных нарушителей



Комплекс телеуправляемого необитаемого подводного аппарата ТНПА



Образец-прототип ММТ-3500



Система акустического позиционирования «ПИКЕТ-USBL», специализированного программного обеспечения «Афалина-USBL», маяков-ответчиков

являются радиолокационные, гидроакустические, гидролокация, оптико-электронные, сейсмические, а также использование воздушных и подводных роботов для обнаружения угроз. Для противодействия угроз необходимы средства воздействия.

Основные характеристики комплекса системы безопасности, основные параметры которого включают в себя различные задачи, а именно: максимальное число одновременно обрабатываемых целей, время выдачи цели указания средствами противодействия объекту по внезапно появившимся целям, периодичность решения задач управления средствами противодействия объекту, время выработки решения и перенацеливания средствами противодействия объекту на более опасную цель, максимальное время задержки информации в комплексе при трансляции данных средствами противодействия объекту и периодичность решения задач управления использованием средствами

противодействия объекту. Для современных систем безопасности данные временные параметры определяются до 20 секунд.

На схеме 2 представлены варианты компоновки по подсистемам. Здесь приведена информация о различных видах датчиков радиоконтроля, которые предназначены для обнаружения воздушных целей, контроля поверхности воды, наземных объектов на значительном расстоянии. В зависимости от частотного датчика, имеются различные характеристики по зоне обзора, дальности и обнаружении целей.

На схеме 3 приведена информация об акустических подсистемах, предназначенных для обнаружения подводных и надводных целей, воздействия на аквалангистов. Оборудование производится российскими предприятиями промышленности. В частности, пример приведен на рубежную гидроакустическую станцию «Талисман», зональную гидроакустическую станцию «Талисман», гидроакустические сред-

Дальность обнаружения и классификации

950/700\*

метров

Дальность передачи речевых сигналов

> 500

метров

Дальность обнаружения и классификации

100/50\*

метров

Расстояние защиты

до 100

метров

ГИДРОАКУСТИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ ОСВЕЩЕНИЯ ПОДВОДНОЙ ОБСТАНОВКИ «СИВУЧ»

- автоматическое обнаружение, сопровождение и определение координат и параметров движения подводных целей;
- выдача данных целеуказания на средства защиты;
- технические характеристики соответствуют зарубежным аналогам: Cerberus Mod2 (Atlas Elektronik, Германия);

\* энергетическая дальность обнаружения подводных пловцов: 950 метров в пресной воде, 700 метров в морской воде.



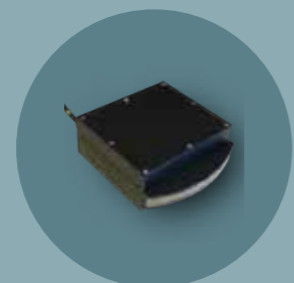
СИСТЕМА АКУСТИЧЕСКОГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ОПОВЕЩЕНИЯ «РЕВ-А»

- в режиме «Тон» излучается синусоидальный сигнал наибольшей мощности, с частотой, близкой к частоте наивысшей чувствительности человеческого слухового аппарата в воде;
- в режиме «ЛЧМ» ощущение дискомфорта создается за счет изменения частоты звука во времени (модуляция);
- комплекс «Рев-А» является улучшенным аналогом подводного громкоговорителя Scylla компании Sonar-Dyne (США).



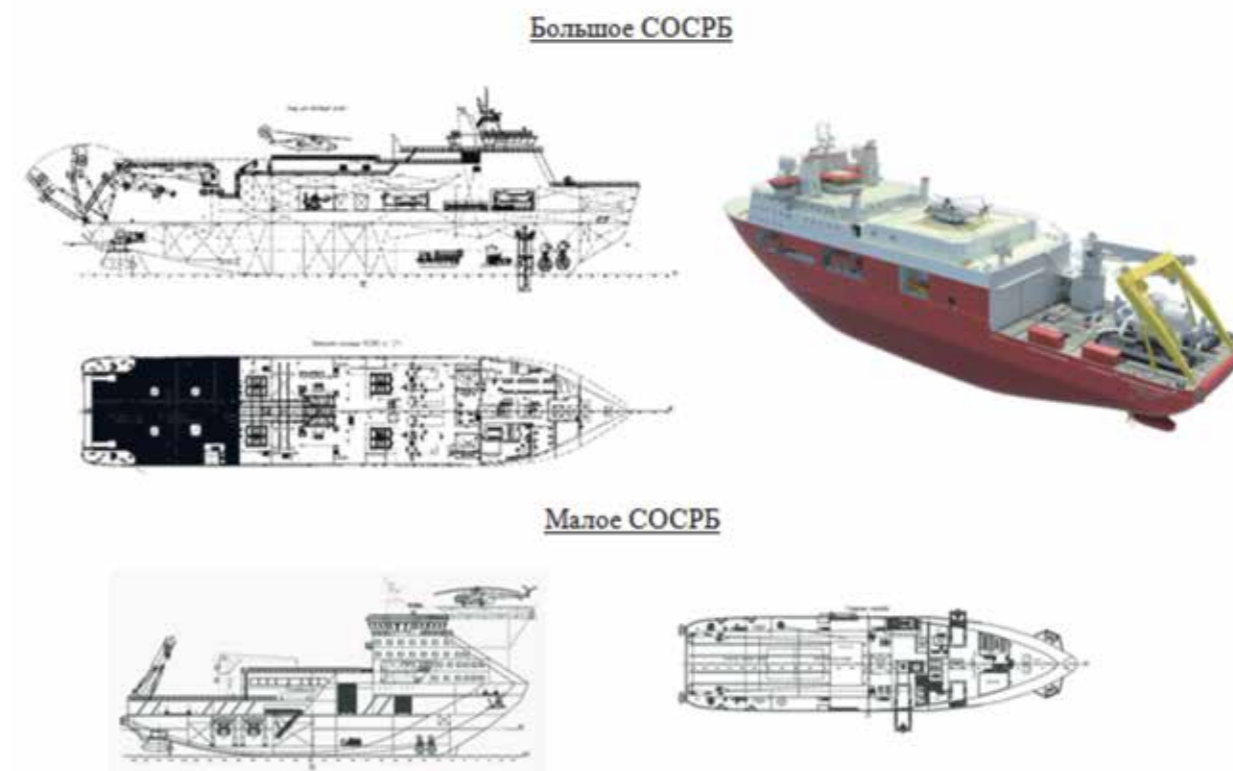
ЗВУКОВИЗОР

- автоматическое обнаружение движущихся подводных объектов;
- подача звукового и светового сигнала предупреждения;
- воспроизведение акустического изображения подводных объектов с целью их распознавания;
- является современным российским аналогом BlueView P-900 (США);
- дальность действия: обнаружение - 100 метров, звуковидение - 50 метров.



ГИДРОАКУСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС НЕЛЕТАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ «КЕРБЕР»

- Использование электродинамического излучателя, создающего в воде направленный мощный гидроакустический импульс;
- Узкая характеристика направленности гидроакустического импульса в заданном направлении;
- возможность применения без специального разрешения;
- возможность регулировки амплитуды акустического импульса;
- не имеет известных зарубежных аналогов гражданской продукции.



Разработка концептуального проекта судов для строительства, ремонта и обеспечения безопасности морских магистральных трубопроводов и сооружений на нефтяных и газовых месторождениях арктического континентального шельфа ФГУП «Крыловский государственный научный центр»

ства предупреждения «Талисман». На слайде видны диапазоны зоны обзора и дальности.

На схеме 4 представлена комплексная система защиты подводных объектов, которая должна включать в себя гидроакустическую станцию, оповещение подводной обстановки, систему акустического предупреждения, звуковизоры, а также комплекс нелетальной защиты. Здесь приведены характеристики российских гидроакустических средств защиты подводных объектов, акватории и береговых сооружений. Приведены, в частности, гидроакустическая станция оповещения подводной обстановки «Сивуч», система акустического предупреждения, оповещение рев «А», звуковизор, гидроакустический комплекс нелетальной защиты «Кербер», который также может применяться на безопасности морских подводных трубопроводов.

Приведена информация о выпускаемых российской промышленностью системах подводного позиционирования, которые необходимы для проведения подводных работ и комплексных системах безопасности для обеспечения подводной навигации. На примере представлена система акустического позиционирования пикет USB-L, специализированное программное обеспечение «Афалина» USB-L и также маяков-ответчиков.

Что касается комплекса телеуправляемых российских необитаемых подводных аппаратов ТНПА, в данном случае представлен аппарат, выпускаемый российской промышленностью, который предназначен для выполнения осмотровых задач. Данный аппарат был разработан корпорацией морского приборостроения совместно с Акустиче-

ским институтом имени академика Андреева. Назначение аппарата – проведение подводно-поисковых спасательных операций по затонувшим объектам, по аварийным гидроакустическим маякам, выполнение различных подводных инженерных работ и прочих работ. Характеристики и значения также можно увидеть на фото.

Представлены разработки Акустического института имени академика Андреева, в частности, это заякоренный профилирующий аппарат, который является роботизированным носителем океанологической измерительной аппаратуры, а также автономный подводный разведывательный бой. На данном слайде приведен состав российского образца комплекса освещения донной обстановки «Галтель-Э», что является разработкой Института проблемных морских технологий. Комплекс предназначен для поиска, обнаружения, определения классификационных признаков, обследования протяженности, в частности, подводных каменных линий, морских трубопроводов, линий связи, стационарных подводных объектов, удаленных морских акваторий с борта, обеспечивающих судно. Данный комплекс прошел апробацию в боевых условиях в Сирии.

Другим ярким примером является российский аппарат ММТ-3500, который применялся в 2022 году для обследования подводного трубопровода «Голубой поток». Также данный аппарат может применяться для разведывания поиска мин, вскрытия донной обстановки в местах базирования ВМФ, военно-морских судов, инспекционных подводных кабелей, систем подводных стационаров, морских трубопроводов. ■

## РАЗРАБОТКА СУДОВОЙ АППАРАТУРЫ КОМПЛЕКСА СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

**ВАВИЛОВ ДМИТРИЙ ВИКТОРОВИЧ**, ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР АО «ЦНИИ «КУРС».  
**АФОНИН АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ**, ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР НИЦ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ МФТИ.

**РОССОХАТЫЙ АЛЕКСАНДР ВИКТОРОВИЧ**, НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА РАЗРАБОТКИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ, НИЦ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ МФТИ.

**МЕЛЬНИКОВ РОМАН АЛЕКСЕЕВИЧ**, ВЕДУЩИЙ ОТДЕЛА ИНЖИНИРИНГА И ПРОИЗВОДСТВА ГРАЖДАНСКОЙ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ АО «ЦНИИ «КУРС».



**Аннотация:** в статье рассмотрены технологии спутниковой связи типа VSAT, приведена информация о разработке типоряда судовых комплексов спутниковой связи в ОКР «BCAT 2022» и ОКР «Замещение мостик».

**Ключевые слова:** спутниковая связь, геостационарные спутники, судовая связь, продукция гражданского назначения, морская робототехника, автономное судовождение, диверсификация.

**В** рамках проекта «Автономное судовождение», разработанного в рамках инициативы «Маяки развития технологий», реализуемой во исполнение Указа Президента РФ от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» и предусматривающего создание инфраструктуры обеспечения автономного судовождения, судового и берегового оборудования автономного судовождения, средств автономного портового флота и тренажеров для подготовки специалистов по а-Навигации и е-Навигации, в том числе создание судовых комплексов спутниковой связи, АО «ЦНИИ «Курс» совместно с МФТИ разрабатывают типоряд судовых комплексов спутниковой связи типа VSAT.

Целью выполнения ОКР являются создание судовой аппаратуры комплекса спутниковой связи основанном на технологии VSAT.

Технология VSAT (Very Small Aperture Terminal) – технология широкополосной спутниковой связи, в основе которой используется абонентский терминал с антенной малого диаметра, находящийся под управлением центральной земной станции спутниковой связи (ЦЗСС).

Взаимодействие между ЦЗСС и VSAT происходит в Ku-диапазоне частот 11/14 ГГц через спутник связи находящийся на геостационарной орбите (ГСО). Данные спутники, как правило, используют антенные системы с широкой диаграммой направленности, позволяющие принимать и передавать радиосигналы со значительной части поверхности земли (радиус 700-1500км) в пределах одного транспондера шириной от 36 -72МГц. Общее количество транспондеров шириной 36МГц (либо эквивалент) в среднем 100, что эквива-

лентно 5-7Гбит/с общей пропускной способности полезной информации.

Тенденции развития мирового флота способствуют все более широкому распространению морских VSAT-установок. Во-первых, на современных судах уменьшилось количество членов экипажа, что привело к увеличению нагрузки на командный состав. Во-вторых, значительно увеличилось количество обрабатываемой на судне документации, так что теперь на борту практически каждого судна есть своя «серверная часть», Интернет на судне и судовая база данных. К тому же, если судовладелец оснащает все суда своего флота морскими VSAT-установками, появляется возможность объединить все суда одной компании в корпоративную сеть с общей базой данных и возможностью обмена информацией.

Основная функция морских VSAT – организация полноценной высоко скоростной связи на морских и речных судах через спутниковый канал. Использование оборудования

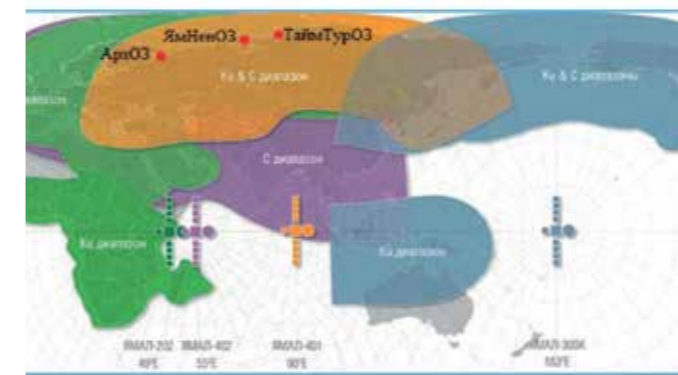


Рис.1 Зона обслуживания ГП КС в Ku-диапазоне

широкополосной спутниковой связи, основанной на технологии VSAT, в настоящий момент соответствует всем требованиям, предъявляемым к современной, высокоскоростной, постоянной связи с судами и плавучими сооружениями:

- базируется на протоколе IP;
- обеспечивает высокую скорость передачи информации;
- предоставляет возможность интеграции услуг связи;
- использует частотный спектр С- или Ku-диапазонов;
- обеспечивает быструю окупаемость расходов на оборудование;
- позволяет снизить эксплуатационные расходы;
- обеспечивает непрерывную, надежную и качественную связь с судами.

В настоящее время российские компании ФГУП ГПКС и ОАО «ГазКом» имеют собственную группировку геостационарных спутников для обеспечения связи. Схемы покрытия территории приведены на рисунках 1 и 2.

Оснащение судов морского и речного флота VSAT станциями позволяет объединять суда компании в единую частную корпоративную сеть с возможностью оперативного обмена информацией между головным офисом, диспетчерскими пультами и судами. Реализовать оперативное управление всем флотом, и каждым судном отдельно: к примеру, постоянный мониторинг, оказание консультаций в режиме реального времени, передача метеорологической, коммерческой, административной информации и т.д.

Говоря о возможных вариантах использования проектируемых изделий, в первую очередь необходимо оценить, какие потребительские задачи могла бы решать каждая модификация, и в чем преимущество ее использования в сравнении с другими способами решения этих задач.

Судовая аппаратура комплекса спутниковой связи (САКС) на судне позволяет реализовать широкополосный Интернет-доступ, передачу пользовательских данных, телефонию, конференцсвязь, мониторинг параметров судов, дистанционное подключение, управление. Возможно, к примеру:

- оперативно получать актуальные электронные карты, данные ДЗЗ, навигационную корректирующую информацию для обеспечения безопасности навигации и высокоточного позиционирования;
- обеспечить пассажиров, экипаж судна связью, доступом к Интернету, телефонией, возможностью просмотра ТВ программ;
- получать информацию для пассажиров, экипажа судна;
- проводить экспериментальные исследования, обмениваясь необходимыми научными данными с удаленными центрами принятия решений и т.д.



Рис.2 Зона покрытия ОАО «ГазКом» спутниками «Ямал» в Ku и С диапазонах

Все эти задачи могут решаться с использованием САКС. В рамках ОКР разрабатывается:

Документация на унифицированный ряд терминалов спутниковой связи с диаметром антенн 60 см (ТСС-60), 100 см (ТСС-100), 120 см (ТСС-120) и 130 см (ТСС-130);

Опытный образец САКС, в состав которого входят:

а) два терминала спутниковой связи (ТСС), каждый из которых включает:

- гиростабилизированный антенный пост с радиопрозрачным укрытием антенны, антенной системой апертурного типа, параболической формы эквивалентным диаметром 60 см;
- усилитель мощностью не менее 16 Вт;
- блок управления антенной;
- комплект спутниковых модемов (для обеспечения возможности работы с различными операторами спутниковой связи);

б) арбитратор (для обеспечения работы в двух постовой конфигурации);

в) коммутатор модемов (для выбора рабочего модема из комплекта модемов в зависимости от текущего оператора спутниковой связи);

г) коммутатор Ethernet;

д) источники бесперебойного питания.

Условно состав ТСС можно разделить на антенный блок, устанавливаемый на открытом воздухе, и на оборудование внутренней установки, размещаемое в помещении судна. Высокочастотная часть радиоэлектронного оборудования антенного блока имеет классическую структуру земной станции спутниковой связи. Антенная система (рефлектор и облучатель) осуществляют преобразование электромагнитных волн в электрические токи и напряжения на прием и обратное преобразование на передачу. Малошумящий усилитель (МШУ) с понижающим конвертером обеспечивает прием и выделение полезного сигнала на фоне помех (шума), усиление и перенос его спектра из одной частотной области в другую (на промежуточную частоту). Усилитель мощности с повышающим конвертером осуществляет перенос спектра сигнала из частотной области промежуточной частоты в частотную область излучаемого сигнала, производит усиление этого сигнала до требуемой мощности.

МШУ с понижающим конвертером и усилитель мощности с повышающим конвертером являются покупными изделиями. Номинальная мощность усилителя мощности, входящего в состав ТСС, выбирается при заказе изделия исходя из линейки выходных мощностей – 2, 4, 6, 8, 16 Вт.

Особенностями построения ТСС являются:

- применение в составе антенного блока трехосевой ги-

| Параметр ТСС  | Характеристики САКСС                                     |
|---|--|
| Количество поддерживаемых антенных постов   | 2  |
| Функция переключения на новый рабочий ТСС при ухудшении или пропадании связи по старому рабочему ТСС  | +  |
| Назначение ТСС признака «основной-резервный» при конфигурировании   | +  |
| Функция переключения рабочих модемов ТСС в зависимости от выбранного оператора спутниковой связи  | +  |
| Сопряжение с локальной сетью судна  | +  |
| Тип поляризации   | линейная, круговая                                       |
| Диапазон частот на прием, ГГц   | 10,95 - 12,75  |
| Диапазон частот на передачу, ГГц  | 13,75 - 14,50  |
| Коэффициент усиления антенны на прием   | 36-42  |
| Коэффициент усиления антенны на передачу  | 38-44  |
| Выходная мощность передающего тракта, Вт  | 2; 4; 6; 8; 16<br>(в зависимости от варианта исполнения) |
| Максимальная скорость приема, Мбит/с  | до 150   |
| Максимальная скорость передачи, Мбит/с  | до 12,8  |
| Бортовая качка с периодом 8 с, градусы  | от -30 до +30  |
| Килевая качка с периодом 6 с, градусы   | от -25 до +25  |
| Рысканье по курсу с периодом 15 с, градусы  | от -8 до +8  |
| Скорость корабля, узлы  | до 50  |
| Ускорение по взмаху, G  | 0,5  |
| Ускорение по нырянию и качанию, G   | 0,2  |
| Период качки амплитудой ±45 град, секунды   | 7 - 17   |
| Пакетная передача данных с использованием стека протоколов TCP/IP и качеством обслуживания, позволяющим предоставлять сервисы доступа в сеть Интернет, IP-телефонии, видеоконференцсвязи, приема спутникового телевидения и передачи трафика телеметрии | +  |
| Дистанционный контроль состояния станции  | +  |
| Устойчивый информационный обмен при отклонении плоскости крепления опоры антенного блока от горизонтальной плоскости при крене ±25°, дифференте ±10°  | +  |
| Диапазон, в котором ошибка наведения не превышает 0,2°, градусы   | ± (20°/10°)  |

- ростабилизированной платформы;
- обеспечение автоматической подстройки угла поляризации;
- реализация функции быстрого наведения на спутник-ретранслятор;
- поддержание требуемых климатических условий во внутреннем пространстве антенного блока.

Применение гиростабилизированной платформы обеспечивает сохранение направления оси диаграммы направленности антенны при отклонениях положения основания антенного блока по одной из осей или по нескольким осям одновременно из-за изменения положения судна при крене, качке, разворотах и др. Стабилизация обеспечивается механическим наведением антенны с помощью электрических двигателей, управляемых контроллером управления.

Автоматическая подстройка поляризации осуществляется с переменным углом поляризации, входящим в состав облучателя. Изменение угла поляризации производится с помощью электрического двигателя, управляемого контроллером управления.

Реализация функции быстрого наведения на спутник-ретранслятор осуществляется с использованием навигационных данных, получаемых от модуля GPS/ГЛОНАСС, от судового гироскопа или вводимых пользователем с графической панели блока управления антенным блоком.

Управление гиростабилизированной платформой и реализация функций, являющихся особенностью построения ТСС, обеспечивается совместно блоком управления антенным блоком и контроллером управления с соответствующим программным обеспечением (ПО) управления.

Поддержание требуемых климатических условий во внутреннем пространстве антенного блока обеспечивается нагревателем с вентилятором, который управляется терморегулятором. При падении температуры внутри антенного блока ниже заданной температуры производится включение нагревателя, устанавливаемого на основании антенного блока. Применение оборудования терморегулирования обеспечивает оптимальную температуру функционирования радиоэлектронной аппаратуры, исключает изменение точности поверхности рефлектора и снижение характеристик стабилизированной гироплатформы из-за температурной деформации материалов и затвердевания смазок во вращающихся элементах.

Оборудование внутренней установки включает в себя блок управления антенным блоком, RF сплиттер и вторичные источники питания. Блок управления антенным блоком осуществляет через контроллер управление наведение антенны на спутник-ретранслятор. RF сплиттер позволяет несколько опциональных устройств потребителя к одному источнику сигнала на промежуточной частоте. Например, спутниковый модем и анализатор спектра или спутниковый модем и ресивер цифрового спутникового телевидения. Вторичные источники питания представляют собой комплект покупных устройств – блоков питания постоянного тока и инжектор питания усилителя мощности. В качестве блоков питания используются преобразователи на AC/DC на 24 В для питания блока управления антенным блоком и маломощными усилителями мощности, на 48 В для питания усилителя мощности 6 Вт и более. Питающее напряжение подается на усилитель мощности по радиочастотному кабелю через инжектор питания.

Одним из требований руководящих документов по автономному судовождению является наличие резервного канала связи. В качестве резервного канала были рассмотрены:

1. Система спутниковой связи «Иридиум» (Iridium).



Рис.3 Возможное размещение оборудования

2. Система спутниковой связи «Гонец».
3. Использование дополнительного канала VSAT.

Система «Иридиум» принадлежит компании из США и использование этой системы имеет риски прекращения возможности использования из-за санкций.

Система спутниковой связи «Гонец» в настоящее время не может обеспечить необходимую скорость передачи информации для автономных судов.

Использование дополнительного канала VSAT позволяет обеспечить резервный канал связи и выполнить требования руководящих документов.

Одним из важных вопросов является размещение оборудования на судне. Как правило, монтаж надпалубного оборудования на мачте является привычным решением для достаточного возвышения оборудования над различными препятствиями, затеняющими сигнал, иногда наиболее удачной позицией для монтажа можно считать размещение на палубе или на верхней части палубной рубки. Эти сооружения в своей основе более устойчивы, чем мачтовые. Согласно конструктивным нормам для палубы/палубной рубки, во избежание местных колебаний широкого диапазона, предпочтительны минимальная обшивка и усиливающие элементы конструкции.

Для большей части сооружений на палубе или палубной рубке требуются стойки в целях возведения оборудования над палубой для доступа к люку обтекателя и обеспечения полного возвышения. Необходимо убедиться, что стойка для монтажа совпадает с усиливающими элементами под настилом палубы.

Предварительные испытания опытных образцов для антенн 60 см проведены в декабре 2022 года, а приемочные испытания завершены в феврале 2023 года.

В 2023 году будут разработаны опытные образцы для антенн 100 см, 120 см и 130 см, а в 2024 году проведены испытания и организовано серийное производство.

Разработанный в ходе ОКР типоряд оборудования судовождения спутниковой связи может быть использован на речных и морских судах, в том числе автономных для обеспечения надежного широкополосного канала связи.

**Список литературы**

1. Отчетные материалы по этапам работы ОКР «BCAT 2022».
2. План мероприятий («дорожная карта») «Маринет» Национальной технологической инициативы. Москва – 2020 г. ■

# БЕЗОПАСНОСТЬ МОРСКИХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ



ЛУПЫРЬ Р. Р., ИНЖЕНЕР, ГЕОФИЗИК

Публикация подготовлена по материалам выступления автора на совещании МЭС 16.03.2023 г.

## 16 марта 2023 года в Аналитическом центре при Правительстве Российской Федерации состоялось рабочее совещание «Межведомственного Экспертного совета по безопасности морских подводных трубопроводов» (МЭС)

Добрый день! Меня зовут Роман Лупырь. Я инженер, геофизик. Моя специальность разведка нефти и газа. Но так сложилось, что я работаю где-то рядом, когда уже месторождения обустроиваются. И я работаю только на офшорных объектах, в подавляющем большинстве это трубопроводы.

Я хотел представить взгляд людей, которые принимают производственные решения, выполняют возникшие задачи, как мы сталкиваемся с безопасностью морских трубопроводов. Для начала я бы хотел просто вспомнить, как мы вообще создаём трубопроводы. Первое – это проектирование. Первый этап – обоснование инвестиций. Это полностью камеральный, бумажный период. На этом этапе, во-первых, мы определяем, что мы вообще делаем, где будем брать газ, куда его транспортировать, кто будет потреблять, параметр трубы, компрессорных станций и технические решения. Также на этом этапе определяется возможные опасности, которые могут возникнуть при эксплуатации и их пути решения. Естественно, плюс экономический блок, поскольку это обоснование инвестиций. Следующий этап у нас – проект. Вот на этом этапе как раз начинаются изыскания. Результатом этих изысканий должна стать информация для проектировщиков, а именно – коридор, в котором будет проходить трасса, план, профиль, свойства грунтов. На этом этапе происходит выбор

трассы и те опасности, которые там есть, и ищутся пути их обхода, то есть они проявляются более детально. Последний этап – это рабочая документация. Изыскания также продолжают. Результатом становится готовый комплект документов для строителей. При этом если говорить об опасностях на этом этапе, то все они должны быть сняты, а те, которые остались должны поддаваться контролю. Затем начинается стройка. Первое – это авторский надзор, обычно его делают проектировщики, затем делается исполнительная съёмка и оценивается насколько наша труба, допустим, отклонилась от проекта. Работаем над ошибками и дальше смотрим, что нужно делать. Оставить как есть, поправить или вообще взять и переделать при эксплуатации. Когда эксплуатируется какой-нибудь подводный объект: газопровод, трубопровод, все опасности можно грубо поделить на две части – это геологические и антропогенные.

Геологические – не всегда получается выбрать трассу по самому устойчивым участкам рельефа. Например, ДЛС (МГ «Джубга-Лазаревское-Сочи») пришлось обходить каньон палеорула реки Шахе. И до сих пор достоверно не известно, что же именно там происходит.

Антропогенные 90% – это какое-нибудь судно бросило

### СТРОИТЕЛЬСТВО

#### 4 АВТОРСКИЙ НАДЗОР

Осуществляет компания-проектировщик

#### 5 ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ СЪЕМКА

Оценка отклонения от проекта

#### 6 РАБОТА НАД ОШИБКАМИ

Принятие решений при отклонении от проекта

якорь, если вдруг у моряков что-то случилось, они остались без хода (плохая погода и другие стечения обстоятельств). И в том числе, конечно, диверсия. То есть до сих пор их не было у нас, но теперь случилась. Далее, когда мы какой-нибудь объект построили, мы всегда его вспоминаем таким образом, так как будто все наши решения находились в логической цепочке. При этом немного забывается сколько у нас было сомнений, вариантов, как перейти береговую линию, как обойти тот или иной объект. Но всегда находился какой-нибудь человек, который имел этот опыт и предлагал свои решения. Но естественно именно в этом случае у нас всё равно последней инстанцией были нормативные документы. И если вспомнить какие у нас есть для этих целей Российские документы, то их достаточно мало. Это наши СНиПы, СП некоторые наши ГОСТы и там один военный документ. По большому счёту всё. В основном при изысканиях, изыскатель опирается на документы DNV. Что касается проектировщиков, то у них вообще ничего нет. Они используют внутренние документы Total, Statoil. Если посмотреть на иностранные документы, то они в такой эпической повествовательной форме просто вам сообщают, вот здесь будете делать вот это. ЭХЗ будете делать раз в три года. InTube там раз 6 лет. Здесь возьмите такой сонар, здесь вот с таким масштабом съёмки снимите и так далее. Ну и сразу возникает вопрос откуда они это взяли. Если посмотреть на Total и Statoil, тут вроде бы понятно – у них большой опыт. Они, по всей видимости, взяли весь свой опыт и знания систематизировали их и создали документацию. А о DNV такого не скажешь. Во-первых, это не добывающая компания, у них нет такого опыта, как у Total и Statoil. Но документов у них больше всех. Кроме того что у них есть документация, они предлагают услуги по верификации, по сертификации. Эти

услуги стоят довольно больших денег. Total, Statoil свои внутренние документы дают желающим бесплатно. Ими могут пользоваться все кому угодно.

Если взять текущую ситуацию, когда мир резко разделился, и у нас с вами возник допустим какой-нибудь новый проект, стройка. Либо взять задачу попроще – отремонтировать тот же самый взорванный Nordstream. Как в этом случае мы с вами поступим? Например, возьмём трубоукладчик, поднимем трубу отремонтируем, сделаем захлест? Либо позовём норвежцев, которые, собственно, участвовали в подрыве этого газопровода (надо отметить, что по тому как непрофессионально взорвали Nordstream, видно это дело рук военных, если бы норвежцы это делали одни, то так топорно они бы этого не сделали), чтобы они нам сварили несколько десятков секций на 80-ти метровой глубине. А ещё позовём DNV, которое ушло с середины этого проекта? Сама мысль моего небольшого доклада заключается в том, что эти компании, они наверняка хорошие, но они живут в другом мире, не в нашем и пользоваться их услугами становится невозможно. Например, DNV. Они себя всегда позиционировали таким законодателем мод. Они этот же Nordstream и первый и второй верифицировали. Всё: людей, проект, аппаратуру, суда, само производство работ, но они взяли и ушли с середины проекта. Они себя позиционировали, как эксперты, но эксперт всегда предполагает независимость, и для нас, наверное, DNV потеряли статус эксперта. Поэтому создание своей собственной нормативной базы – оно как бы даже и не обсуждается. Это нужно сделать. Ничего страшного в этом нет. Да, это очень большая работа. Но в ней нет ничего такого невозможного, «что вот поди туда не знаю куда...» в ней нет. Здесь надо брать и делать. Собственно, это есть не сложная мысль моего небольшого доклада. ■

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ

#### 1 ОБОСНОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИЙ

Технические решения, возможные опасности, экономические решения

#### 2 ПРОЕКТ

Информация для проектировщиков, детали безопасности

#### 3 РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Документация для строителей, полный контроль безопасности

### СТРОИТЕЛЬСТВО

#### 7 ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

Факторы опасности:

- Геологические
- Антропогенные



# ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

АНАТОЛИЙ МИХАЙЛОВИЧ ЛЕПИХИН, Д.Т.Н., НТЦ «НЕТФЕГАЗДИАГНОСТИКА»



**Аннотация.** Рассмотрены особенности разработки современной нормативной базы обоснования безопасности морских подводных трубопроводов. Отмечены недостатки существующей законодательной базы и несовершенства действующих норм проектирования морских подводных трубопроводов. Предложена трехуровневая схема создания норм обоснования безопасности трубопроводов, основанная на современных достижениях теорий прочности, надежности и риска. Выделены ситуации, требующие проведения обоснований безопасности морских подводных трубопроводов.

**Ключевые слова:** ТРУБОПРОВОДЫ, ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ, НОРМАТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ, КОНСТРУКЦИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ, РИСК.

Согласно положениям Морской доктрины Российской Федерации морские трубопроводные системы относятся к стратегически важным объектам экономики. Эти системы являются производственно-технологическим комплексом, предназначенным для сбора жидких или газообразных углеводородов с морских месторождений, обустроенных системами подводной добычи, и транспортировки углеводородов до пунктов передачи на иной вид транспорта или хранения. Важно отметить, что указанные трубопроводные системы состоят из конструктивно и технологически взаимосвязанных объектов, расположенных ниже уровня воды. Проектирование, строительство и эксплуатация морских трубопроводных систем в настоящее время выполняется в соответствии с требованиями ряда норм и правил [1-3]. Особенность заключается в том, указанные нормы являются результатом процесса «гармонизации» норм, начало которому было положено принятием Закона «О техническом регулировании» 184-ФЗ.

Отечественная система нормативно-технического регулирования проектирования, строительства и эксплуатации промышленных и транспортных объектов была одной из лучших в мире и поддерживалась государством до середины 90-х годов прошлого века. На рубеже XX-XXI веков отечественная система стандартизации стала разрушаться, что неизбежно привело к снижению технического уровня во многих отраслях промышленности, включая трубопроводный транспорт. Закон 184-ФЗ предполагал преодоление наметившихся негативных тенденций за счет ускоренной «гармонизации» отечественных стандартов с зарубежными нормативными документами (рис. 1). На первом этапе это сыграло положительную роль. Переход на зарубежные нормы позволил перевести ряд отраслей, включая отрасль морского трубопроводного транспорта, на современный уровень проектирования и строительства. Одна из целей «гармонизации» и применения евростандартов заключалась в сокращении затрат на международную сертифика-

цию материалов, изделий и технологий. Полагалось, что на базе международных стандартов Россия сможет оказывать инженеринговые услуги на зарубежных рынках, привлекать зарубежных специалистов и упростить выход отечественной продукции на международные рынки. Однако со временем стали очевидными существенные изъяны принятой формы «гармонизации» нормативной базы. Реализация требований указанного закона привела к нарушению целостности и согласованности национальной системы стандартизации. Более поздние корректировки закона позволили перезапустить некоторые механизмы разработки национальной системы стандартизации. Тем не менее, в законе сохранились требования применимости международных стандартов к техническим объектам, товарам и услугам. При этом не учитывается, что стандарты иностранных государств являются составными частями их нормативно-правовых систем. Переход на зарубежные нормы неизбежно влечет за собой риски замещения отечественных технологий, материалов и оборудования их зарубежными аналогами, с утратой научно-методического и технологического суверенитета России.

Помимо этого, зарубежными партнерами ставилось условие недопустимости ревизий используемых норм и стандартов. Фактически это означало необходимость отказа от отечественного опыта и невозможность самостоятельного развития нормативной базы. В сочетании с необходимостью аттестации отечественных специалистов для работы с западными нормами и стандартами это способствовало экспансии зарубежных организаций на отечественном рынке. Введенные в последнее время санкционные ограничения практически закрыли возможность развития отечественной нормативной базы в рамках указанной концепции «гармонизации». В этих условиях перед всеми отраслями промышленности встала многоаспектная проблема ускоренного формирования отечественной нормативно-методической базы.

Проблема формирования отечественной нормативно-методической базы особо актуальна для отрасли добычи углеводородов на континентальном шельфе. Возможность развития отрасли во многом определяются наличием современных стандартов, регламентирующих вопросы обоснования безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации морских подводных сооружений и трубопроводных систем. Законодательной базой для формирования такой системы стандартов являются уже упоминавшийся закон 184-ФЗ, а также законы «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» 384-ФЗ и «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» 123-ФЗ. Согласно этим документам, соответствие требованиям безопасности должно быть установлено одним из следующих способов:

- специальными исследованиями;
- расчетами и испытаниями по сертифицированным методикам;
- моделированием сценариев опасных ситуаций;
- оценками риска возникновения опасных ситуаций.

В настоящее время ни один из указанных способов не имеет регламентирующих нормативно-методических документов. Сложные задачи обоснования безопасности морских подводных трубопроводных систем решаются в каждом конкретном случае отдельно, на основе накопленного опыта с использованием зарубежных норм, переформулируемых как стандарты предприятий. Следует отметить, что используемые зарубежные нормы не содержат прямых рекомендаций по обоснованию безопасности на основе современных концепций риска, а используют косвенные или

опосредованные нормативные процедуры, основанные на классах безопасности трубопроводов [4, 5].

Принимая во внимание изложенное, рассмотрим возможности разработки отечественной нормативной базы обоснования безопасности морских подводных трубопроводов. Под обоснованием безопасности будем понимать определение и реализацию требований к эксплуатации, ремонту, модернизации, консервации и демонтажу морских подводных трубопроводов и технологического оборудования, обеспечивающих заданный уровень безопасности, подтвержденный оценками риска аварий.

Основной работоспособности морских подводных трубопроводов является конструкционная прочность – исходная комплексная характеристика, описываемая сочетанием показателей статической, циклической и динамической прочности. Современный подход к обоснованию конструкционной прочности трубопроводов основан на анализе предельных состояний с использованием модели отказа «нагрузка – прочность» [6-8]. Важно отметить, что задачи конструкционной прочности приходится решать в условиях неопределенности (случайной вариативности) проектных переменных: нагрузок, прочностных характеристик материалов, геометрических параметров и т.п. В классических детерминированных подходах неопределенности учитываются системой частных коэффициентов запаса. С позиций этого подхода условие прочности задается как достижение суммой расчетных нагрузок  $F_i$  расчетной предельной нагрузки  $F_d$ , определяемой прочностными характеристиками материала:

$$\sum_{i=1}^n F_i \gamma_i \leq F_d, F_d = A (R_n \gamma_m) / (\gamma_s \gamma_n), \quad (1)$$

где  $F_i, \gamma_i$  – компоненты нагрузок и соответствующие им частные коэффициенты запаса;  $A$  – характерная площадь сечения;  $R_n$  – нормативная характеристика материала;  $\gamma_m, \gamma_s, \gamma_n$  – частные коэффициенты запаса по материалу, условиям работы и надежности.

Нормативные характеристики материала задаются с учетом рассматриваемого вида предельного состояния конструкции. Согласно ГОСТ 27.002-2015 под предельным состоянием конструкции понимается такое состояние, при котором её дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление её работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно. При расчетах конструкционной прочности трубопроводов обычно рассматриваются следующие предельные состояния: предельное состояние разрушения при статических и динамических нагрузках; предельное состояние образования недопустимых пластических деформаций; предельное состояние разрушения при циклических нагрузках (усталость); аварийное предельное состояние – разрушение или возникновение недопустимых пластических деформаций при аварийных нагрузках. При анализе безопасности используется несколько иная классификация предельных состояний (табл.), существенно расширяющая область расчетно-экспериментальных оценок.

Отмеченные выше коэффициенты запаса обычно задаются на основе анализа статистических данных и практического опыта. Комбинации этих коэффициентов позволяют получать нагрузки и расчетные характеристики материала с заданной вероятностью обеспеченности (рис. 2). В стандарте DNV-OS-F101 и указанном ГОСТ Р 54382-2011 коэффициенты запаса опосредовано связаны с классом без-

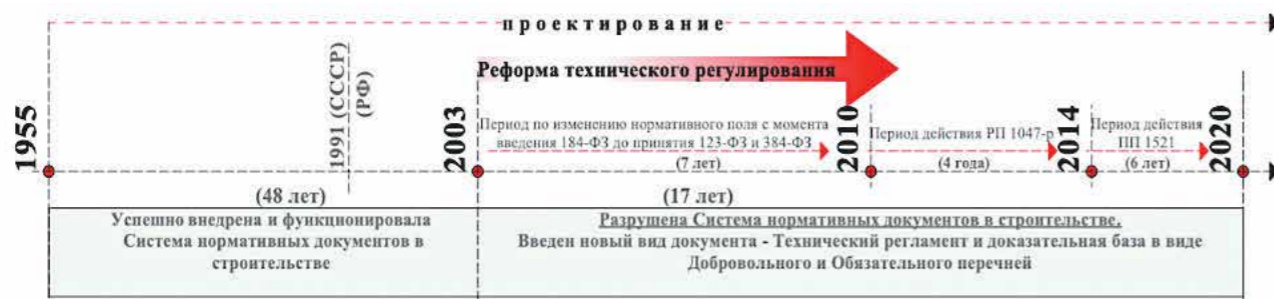


Рисунок 1 – Схема реформирования системы нормативно-технического регулирования

опасности трубопровода. Здесь важно отметить, что они не обеспечивают заданный уровень безопасности, а относятся к некоторому заданному классу безопасности трубопровода. Собственно расчет по условию (1) не обосновывает и не определяет уровень безопасности трубопровода, а лишь обеспечивает конструкционную прочность для трубопровода заданного класса безопасности. Поэтому расчет по ГОСТ Р 54382-2011 можно считать проектным расчетом прочности, но нельзя рассматривать как обоснование безопасности.

С учетом изложенного, если рассматривать обоснование безопасности с позиций обеспечения конструкционной прочности, первая задача совершенствования нормативной базы морских подводных трубопроводов заключается в обосновании значений коэффициентов запаса таким образом, чтобы они обеспечивали заданные уровни безопасности. Решить эту задачу можно на основе классического статистического анализа вариаций переменных и методов вероятностной калибровки. Следует особо подчеркнуть, что использование значений коэффициентов запаса из ГОСТ Р 54382-2011 не является решением данной задачи, поскольку они не имеют прямой связи с уровнем безопасности трубопроводов и отражают иные условия эксплуатации, иные сортаменты труб и конструкционные материалы.

Другой подход к обоснованию безопасности может рассматриваться в форме риск-анализа предельных состояний, основанного на анализе вероятностей разрушений. Научно-методические основы такого подхода обоснованы в работах [9, 10]. В рамках вероятностных подходов конструкционная прочность считается обеспеченной, если расчетная вероят-

ность разрушения  $P_f$  по заданному критерию предельного состояния не превышает заданной вероятности разрушения  $[P_f]$ :

$$P_f = P \left\{ \sum_{i=1}^n F_i \gamma_i > F_d \right\} \leq [P_f] \quad (2)$$

Дополнение вероятностной задачи (2) оценками ущербов  $U_f$  от реализаций предельных состояний, фактически означающих переход трубопровода в неработоспособное состояние или разрушение, приводит к оценкам риска  $R$  аварий трубопроводов в виде:

$$R = P \left\{ \sum_{i=1}^n F_i \gamma_i > F_d \right\} \times U_f \leq [R] \quad (3)$$

В общем случае ущербы  $U_f$  могут иметь стоимостное, натуральное или иное измерение.

Обобщение формулы (3) на разные виды предельных состояний ( $j = 1, k$ ) приводит к общему выражению для риска  $R_k$  аварий трубопроводов:

$$R_k = \sum_{j=1}^k P_j \left\{ \sum_{i=1}^n F_i \gamma_i > F_d \right\} \times U_{fj} \leq [R_k] \quad (4)$$

Следует отметить, что задачи вероятностного риск-анализа (2) – (4) возникают тогда, когда нарушены условия

| Предельное состояние         | Уровни напряжений       | Дефекты и повреждения | Аналитический аппарат                    |
|------------------------------|-------------------------|-----------------------|--|
| Проектные                    | $\sigma < R_d < R_y$    | $0 < d < d_n$         | Механика деформируемого твердого тела    |
| Запроектные                  | $\sigma \geq R_d < R_y$ | $0 < d \leq d_n$      | Механика деформируемого твердого тела    |
| Проектные аварийные          | $\sigma \geq R_d < R_y$ | $d_n < d \leq d_d$    | Механика разрушения                      |
| Запроектные аварийные        | $\sigma \geq R_y < R_u$ | $d_d \leq d < d_f$    | Механика разрушения и механика катастроф |
| Запроектные катастрофические | $\sigma > R_y \geq R_u$ | $d \geq d_f$          | Механика разрушения и механика катастроф |

$\sigma$  – напряжения;  $R_d$  – расчетное сопротивление;  $R_y$  – нормативное сопротивление по пределу текучести;  $R_u$  – нормативное сопротивление по пределу прочности;  $d$  – размер дефекта;  $d_n$  – нормативно допустимый размер дефекта;  $d_d$  – расчетный допустимый размер дефекта;  $d_f$  – критический размер дефекта

Таблица – Рассматриваемые виды предельных состояний

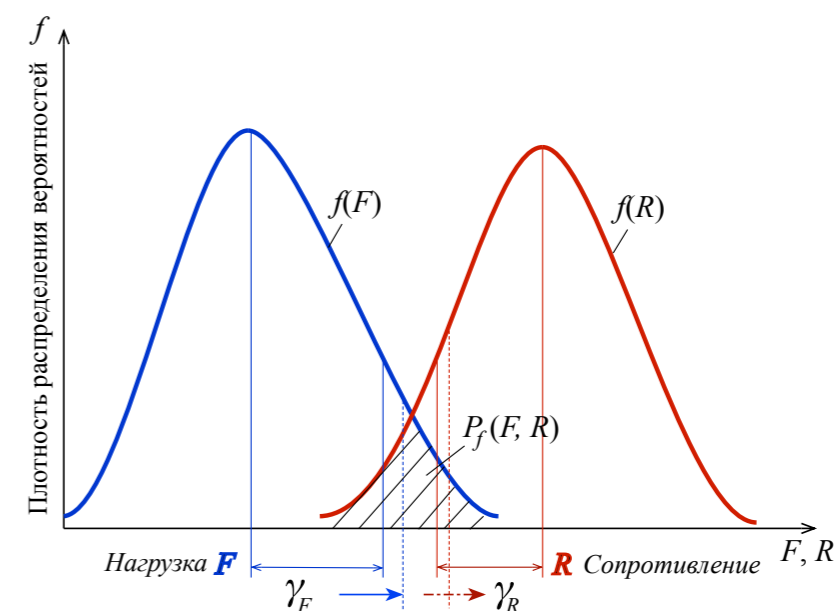


Рисунок 2 – Схема обоснования коэффициентов запаса

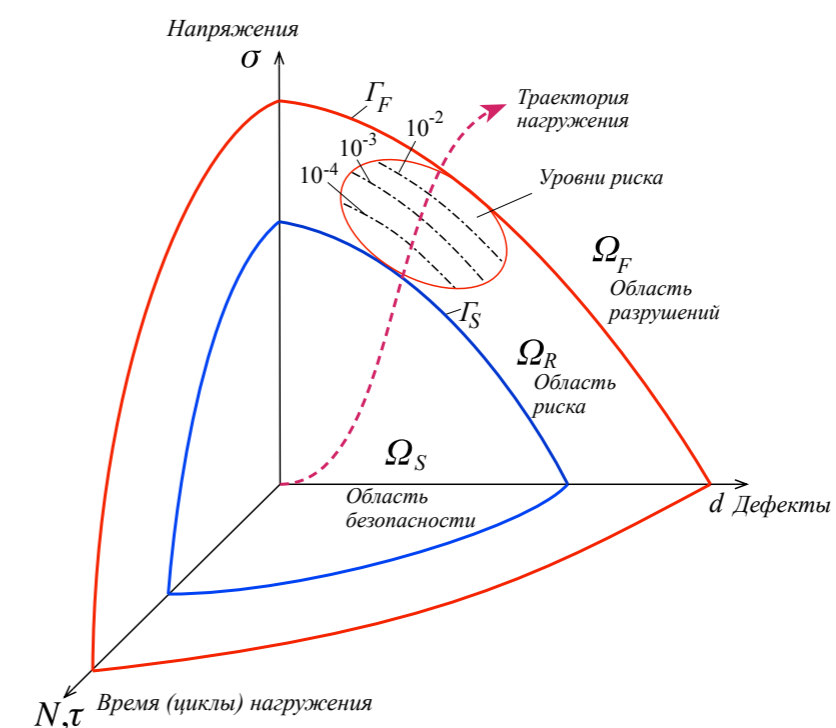


Рисунок 3 – Схема вероятностного риск-анализа предельных состояний

конструкционной прочности (1) и требуется оценить возможность кратковременной или длительной эксплуатации трубопроводов при нештатных нагрузках, воздействиях, наличии повреждений и прочего (рис. 3). Эти задачи должны решаться и в случаях обоснований проведения ремонтов трубопроводов или их консервации и демонтажа.

Таким образом, задача обоснования безопасности морских подводных трубопроводов может рассматриваться в следующих формах:

- как обоснование конструкционной прочности в форме (1);

- как риск-анализ предельных состояний в форме (2);
- как риск-анализ в форме (3) или (4).

В первом случае задача заключается в обосновании классов безопасности трубопроводов и определении (назначении) соответствующих этим классам коэффициентов запаса. Данная задача нетривиальна, поскольку требует системного анализа спектров нагрузок и воздействий для разных акваторий и районов континентального шельфа, где ведется или планируется добыча углеводородов. Рабочие нагрузки (рабочие давления) в настоящее время регистрируются непрерывно системами автоматического контроля и управления.





Рисунок 4 – Информационная база риск-информированных решений

Системный анализ характеристик механических свойств отечественных трубных сталей проводится в различных организациях на протяжении длительного времени. Но в обоих случаях потребуется специальная систематизация и статистический анализ большого массива данных.

Нормативно-методическое обеспечение риск-анализа предельных состояний заключается в обосновании используемых моделей, вероятностных функций распределения переменных этих моделей и процедур вычисления вероятностей достижения предельных состояний. Для этих обоснований потребуется детальная статистическая информация о диапазонах случайных вариаций переменных, описание процедур статистического анализа и построения моделей вероятностных функций распределения. Очевидно, что данная задача может быть решена при условии решения задачи обоснования конструкционной прочности, как основы конструкционной безопасности. Помимо указанного здесь должна быть решена задача обоснования допустимых вероятностей достижения предельных состояний. В первом приближении для этого можно использовать указанные в ГОСТ Р 54382-2011 классы безопасности трубопроводов с заданными вероятностями отказов.

Нормативно-методическое обоснование безопасности по критериям риска в форме (3) и (4) представляется наиболее сложной задачей, поскольку включает не только научные, технические, но и экономические, экологические, социальные и политические аспекты. Эта задача может рассматриваться как перспективная и должна решаться после создания нормативно-методической базы решения задач обоснования конструкционной прочности (1) и риск-анализа предельных состояний (2).

Кратко остановимся на обосновании безопасности компонентов оборудования морских подводных трубопроводных систем: насосов, компрессоров, манифольдов и др. Указанное оборудование представляет собой многоэлементные машинные системы, отказы которых могут происходить по различным причинам и сценариям. Наиболее подходящим алгоритмом обоснования безопасности таких систем можно считать построение деревьев событий и отказов [11]. В связи с этим нормативно-методическое обоснование безопасности оборудования морских подводных

трубопроводных систем следует вынести в отдельный блок нормативных документов. В качестве основы для этого можно использовать положения ГОСТ Р 54142-2010 и ГОСТ Р 51903.13-2010.

Следует отметить, что решение указанных задач обоснования безопасности морских подводных трубопроводов должно выполняться на всех стадиях жизненного цикла при наличии не предусмотренных проектными расчетами ситуаций, таких как:

- недопустимые дефекты положения (локальные отклонения от проектного положения в горизонтальной плоскости с недопустимыми радиусами изгиба, провисание трубопровода с недопустимыми радиусами изгиба, колебания динамические);
- недопустимые дефекты формы (овальность, вмятины, «колена», гофры, несоосность и др.);
- недопустимые дефекты металла (коррозионная потеря металла, трещины, расслоения, дефекты сварных швов, эрозия металла, задиры и риски);
- непроектные и аварийные нагрузки, диверсии;
- модернизация трубопроводов;
- ремонт трубопроводов;
- консервация и демонтаж трубопроводов.

В настоящее время в зарубежных и ряде отечественных источников [12, 13] обоснование безопасности рассматривается как риск-ориентированное или как риск-информированное принятие решений (Risk based decision management – RBDM, Risk informed decision management – RIDM). В последнем случае риск является важной, но не единственной компонентой для принятия решения. С технической точки зрения риск-информированный подход принимает во внимание результаты как классических детерминированных методов обоснования конструкционной прочности, так и результаты вероятностных методов анализа риска. Помимо этого, учитываются требования действующих законов, норм и стандартов, также требования проектной и иной технической документации, определяющей условия работы безопасной объекта (Рис. 4). Принимая во внимание указанные обстоятельства разработку норма-



тивной базы обоснования безопасности морских подводных трубопроводов предпочтительнее выполнять в рамках риск-информированного подхода, как более рационального и обеспечивающего всесторонний анализ и учет всей информации о техническом состоянии трубопроводов и условиях их эксплуатации.

В заключении можно констатировать следующее. Обоснование безопасности морских подводных трубопроводов является новой областью нормативного обеспечения, не охваченной действующими нормами и стандартами, формирование которой требует решения сложных научных и методических задач, реализующих риск-информированный подход к управлению жизненным циклом трубопроводов. Приведенный выше анализ показывает, что эти задачи могут быть решены на основе современных достижений отечественной науки и отечественного и зарубежного опыта. Причем по некоторым направлениям уже имеется некоторый нормативно-методический задел. Важно подчеркнуть, что создание нормативно-методической базы обоснования безопасности морских подводных трубопроводов не нарушает действующие процедуры отечественной системы стандартизации, не требует замены или отмены действующих норм, и не противоречит им. В то же время такая база позволит расширить границы работоспособности морских подводных трубопроводов, как в проектных, так и в запроектных и аварийных условиях нагружения, а также обеспечит возможность повышения защищенности трубопроводов от аварий и катастроф по критериям рисков.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. ГОСТ Р 54382-2011 Подводные трубопроводные системы. Общие технические требования. – М.: Стандартинформ, 2012. – 270 с.
2. НД №2-020301-005 Правила классификации и по-

- стройки морских подводных трубопроводов. – СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2017. 178 с.
3. СП 378.1325800.2017 Свод правил. Морские трубопроводы. Правила проектирования и строительства – М.: Стандартинформ, 2018. – 36 с.
4. DNV-OS-F101 Submarine pipeline systems. Det Norske Veritas AS, 2013. – 372 p.
5. API 579-1/ASME FFS-1 Fitness for service. ASME/API, 2016. – 1320 p.
6. Antaki G.A., Piping and pipeline engineering: design, construction, maintenance, integrity, and repair. CRC Press, 2003. – 555 p.
7. Bay Y., Bay Q. Subsea pipeline integrity and risk management. New York: Elsevier, 2014. – 405 p. ISBN: 978-0-12-394432-0.
8. DNV-OS-C105 Structural design of TLPS (LRFD method). Det Norske Veritas. 2011. – 43 p.
9. Лепихин А.М., Махутов Н.А., Москвичев В.В., Черняев А.П. Вероятностный риск-анализ конструкций технических систем. Новосибирск: Наука. 2003. – 174 с.
10. Махутов Н.А., Лепихин А.М., Лещенко В.В. Научно-методическое обеспечение безопасности морских подводных трубопроводов с дефектами по критериям риска // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2021. Т. 87. № 6. С. 46-53.
11. Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных трубопроводах. М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2002. – 120 с.
12. Risk-Based Structural Integrity Management of Offshore Jacket Structures. Guidance Note NI 624 DT R00 E. 2017. – 46 p.
13. Det Norske Veritas, RP-G101, Risk-Based Inspection of Offshore Topside Static Mechanical Equipment, October 2010. ■

# РАСЧЕТЫ ОПАСНОСТИ ДЕФЕКТОВ МЕТАЛЛА ТРУБ И СВАРНЫХ ШВОВ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

МАРКОВ С.П., К.Т.Н., ПРОФЕССОР, ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ СВАРКИ СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО МОРСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

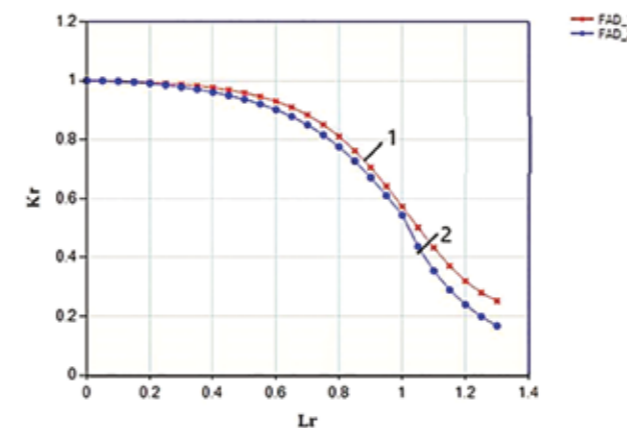


Рис.1. Кривые диаграммы оценки разрушения FAD согласно 1) BS 7910[3] и API 579-1 [12], 2) SINTAP[6] и R6 [9]

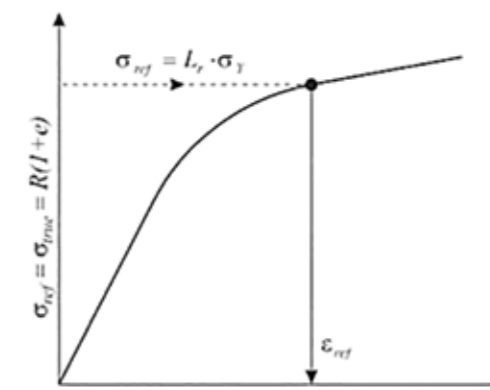


Рис. 2. Кривая напряжение-деформация в осях  $\sigma_{ref}$  -  $\epsilon_{ref}$  R и  $\epsilon$  - инженерные напряжения и деформации

На основании анализа существующих отечественных и зарубежных методов расчета прочности и долговечности труб с дефектами в статье представлена часть результатов НИР для оценки степени опасности допустимых дефектов кольцевых сварных швов при укладке, а также находящихся в эксплуатации морских подводных трубопроводов (МПП) с трещиноподобными дефектами с учетом свойств металла, геометрических параметров труб и внешних воздействий. Оценка допустимых размеров трещин и трещиноподобных дефектов труб основана на диаграмме разрушения - FAD (Failure Assessment Diagram) и двухпараметрическом критерии, сочетающем условия чисто хрупкого и чисто вязкого разрушения. Двухпараметрические критерии оценки опасности дефектов применялись для действующих в настоящее время МПП без учета негативных последствий аварий МПП. Учет вероятности негативных последствий аварий подводного трубопровода в эксплуатации, масштаб которых определяется классом опасности МПП, возможен, если уже при проектировании и укладке проведен анализ и выбран класс опасности. Результаты компьютерных расчетов представлены графически в виде диаграмм оценки разрушений при наличии трещиноподобного дефекта, которые для практических целей преобразовываются в зависимости допустимой глубины дефекта от его длины.

**Ключевые слова:** дефекты металла труб, коэффициент интенсивности напряжений, двухпараметрические критерии разрушения, диаграмма оценки разрушения (FAD).

С увеличением сроков эксплуатации морских подводных трубопроводов (МПП) транспортировки нефти и газа возрастает актуальность вопросов выявления и определения уровней дефектности металла труб МПП и сварных швов для оценки их технического состояния и своевременного применения ремонтных технологий, позволяющих продлить ресурс эксплуатируемых МПП, обеспечить их длительную работоспособность в эксплуатационных условиях.

Сложность адекватной оценки степени опасности дефектов труб МПП на сегодняшний день связана с наличием нескольких подходов и расчетных методик, учитывающих специфику эксплуатации МПП. Однозначное решение вышеупомянутой задачи осложнено отсутствием единообразия в нормативно-технических документах, регламентирующих порядок оценки технического состояния труб с дефектами, в методиках оценки прочности и долговечности труб с дефектами, которые могут развиваться в процессе эксплуатации. Таким образом, научно обоснованная оценка и

прогноз технического состояния труб с дефектами позволяют осуществлять планирование ремонтных работ на линейной части МПП.

Статья подготовлена на основании некоторых результатов выполненной Санкт-Петербургским морским техническим университетом НИР, инициированной Российским морским регистром судоходства для разработки рекомендаций и дополнений в Правила классификации и постройки морских подводных трубопроводов (Правила МПП) [1] и Руководство по техническому наблюдению за постройкой и эксплуатацией морских подводных трубопроводов (Руководство МПП) [2].

За последние несколько десятилетий большой интерес для оценки равновесия трещин в хрупко-вязком состоянии вызывают двухпараметрические критерии, сочетающие условия чисто хрупкого и чисто вязкого разрушения. Большое количество книг, статей, диссертаций на эту тему, а также широкое применение в нормативных документах в различных

вариантах структурной связи между критериями показывают возможность реальной оценки допустимости дефекта при постройке и в эксплуатации.

Инженерная оценка опасности дефекта, обнаруженного в период эксплуатации МПП, применима для плоских дефектов, подобных трещинам. К ним можно отнести также непровары и отсутствие глубины провара, подрезы, корневые подрезы, наплавы, риски и задиры, расслоение металла. К объемным дефектам относятся такие как, пористость, неметаллические включения, локальная коррозия по площади, дефекты «канавочного типа» и др. В большинстве случаев рассмотрение объемных дефектов в виде плоских дефектов признано консервативным и, во многих случаях, целесообразно.

Следует обратить внимание, что расчеты опасности дефектов относятся к постепенным отказам, обусловленным естественными процессами старения, изнашивания, коррозии и усталости и протекают при соблюдении всех установленных правил и (или) норм проектирования, изготовления и эксплуатации. Внезапный отказ не может быть предсказан предварительным контролем или диагностированием и связан с действием непроектных нагрузок и воздействий, в том числе вызванных непреодолимыми причинами природного и техногенного характера

Оценка допустимых размеров трещин и трещиноподобных дефектов труб основана на диаграмме разрушения - FAD (Failure Assessment Diagram) [3], [6], [7], [9], [10], [11].

Горизонтальная ось FAD ( $L_r$ ) - отношение прикладываемой нагрузки или напряжений к максимальной нагрузке или напряжению, при которых происходит пластическое разрушение

$$L_r = \sigma_{ref} / \sigma_f, \text{ где}$$

$\sigma_f$  - напряжения пластического течения равные среднему значению предела текучести и пределу прочности с максимальной величиной  $1,2 \sigma_y$ , где  $\sigma_y$  - предел текучести.

$\sigma_{ref}$  - напряжения в трубе с дефектом для оценки разрушения в локальном или нетто сечении для различных типов дефектов и конструкций. Формулы для определения  $\sigma_{ref}$  и  $L_r$  приведены в [3], [6], [7], [9], [10], [11], [12].

Вертикальная ось FAD ( $K_r$ ) - отношение коэффициента интенсивности напряжений  $K_I$  для рассматриваемого дефекта и растягивающих напряжений перпендикулярно трещине к максимальному параметру трещиностойкости  $K_{mat}$ , вызывающего разрушения, измеряемых в тех же единицах.

$$K_r = K_I / K_{mat}$$

Если полученная точка, определяемая подсчитанными ( $L_r, K_r$ ) находится внутри области FAD, ограниченной осями и кривой оценки разрушения, дефект приемлем.

В настоящее время имеет место большое количество источников литературы, где представлены методики и формулы для определения  $K_I$  при различном расположении трещины и условий нагрузки применительно к МПП [3], [6], [7], [10], [11].

Обычно рассматривается 3 уровня оценки разрушения металла, а именно: на уровне 1 осуществляется упрощенная оценка при ограниченных данных о материале, на уровне 2 используют обобщенные кривые диаграммы разрушения FAD, а уровень 3 соответствует вязким материалам и требует проведение испытаний на разрыв (кривая деформирования  $\sigma$ - $\epsilon$ ) и трещиностойкость (JR-кривая).

Если полученная точка, определяемая подсчитанными ( $L_r, K_r$ ) находится внутри области FAD, ограниченной осями и кривой оценки FAD, дефект приемлем.

Принимая во внимание, что все действующие МПП, как показывает практика, при укладке оценивались на допускаемые дефекты по уровню 3 классификации [3], экспертная оценка допустимости дефектов при эксплуатации должна проводиться также на уровне 3. При этом следует иметь в виду, что такая оценка наименее консервативна и максимально использует свойства стали, обладающей высокой пластичностью и вязкостью разрушения.

Рекомендуемые кривые в FAD, принятые в британском стандарте BS 7910 [3] и американском институте нефти API 579-1 [12] отличаются от аналогичных кривых в европейских нормативных документах SINTAP[6] и R6 [9]. Ниже изображены на рис. 6 кривые из этих документов для сталей, не имеющих площадки текучести в кривой деформирования «напряжения-деформация»

Принимая во внимание, что кривая 2 расположена ниже кривой 1, то применение именно кривой 2 приводит к чуть более консервативным оценкам. В последнее время именно кривую 2 чаще рекомендуют для FAD.

Если получена экспериментально кривая деформирования «напряжения-деформация», то безразмерные оси FAD приобретают вид:

$$K_r(L_r) = [(\epsilon_{ref}) / \sigma_{ref} + 1/2 (L_r^2) / ((\epsilon_{ref}) / \sigma_{ref})]^{-1/2} = [(\epsilon_{ref}) / \sigma_{ref}]^{-1/2}$$

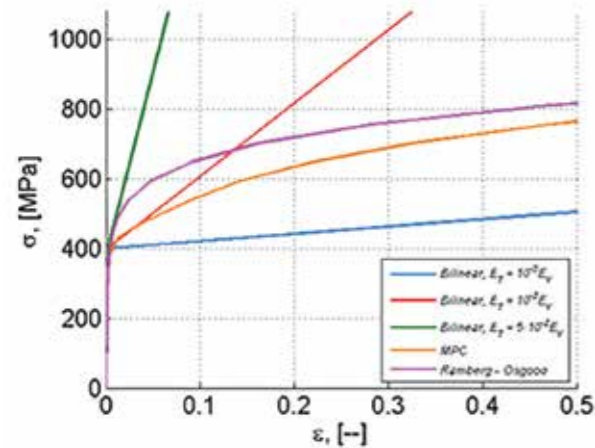


Рис.3 Модели кривых деформирования

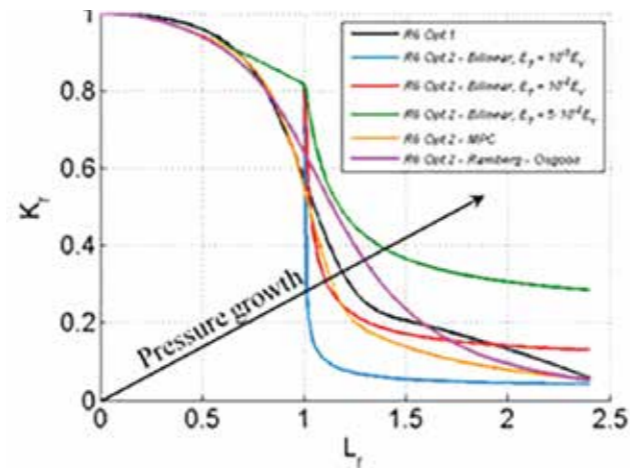


Рис. 4. Кривые FAD, соответствующие кривым деформирования на рис. 3

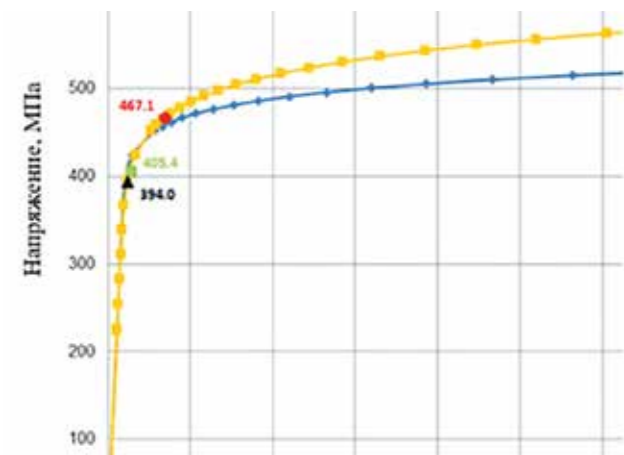


Рис. 5. Опытная минимальная кривая деформирования (синяя линия) и истинная кривая деформирования (желтая линия) стали X65 с указанием точек напряжений при укладке, при испытательном и рабочем давлении (цвет точек нагрузки соответствует рис. 7)

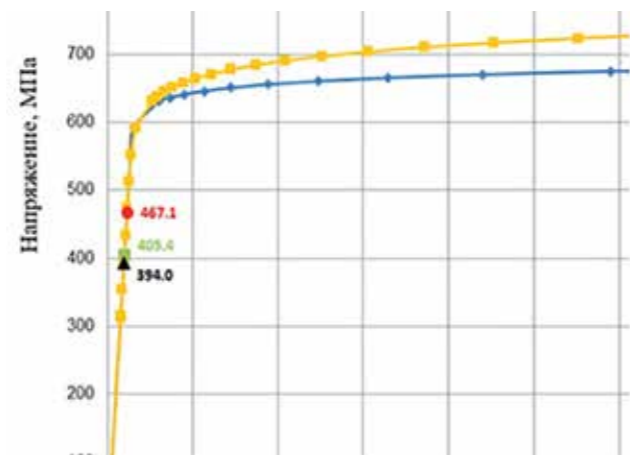


Рис. 6. Опытная максимальная кривая деформирования стали X65 (синяя линия) и истинная кривая деформирования (желтая линия) с указанием точек напряжений при укладке, при испытательном и рабочем давлении (цвет точек нагрузки соответствует рис. 7)

$$(L_r \sigma_y) + (L_r^3 \sigma_y) / (2E \epsilon_{ref})]^{-1/2}, L_r > L_r^{max}$$

$$K_T(L_r) = 0, L_r > L_r^{max},$$

где  $\epsilon_{ref}$  – деформации по кривой  $\sigma$ - $\epsilon$  материала при напряжениях  $\sigma_{ref} = L_r \sigma_y$  (см. рис.2).

Для оценки влияния кривой деформирования рассмотрены следующие модели материалов, изображенные на рис. 3:

- Билинейная модель с кинематическим упрочнением для трех различных модулей упрочнения 1)  $E_2 = 10^{-3} E_1$ , 2)  $E_2 = 10^{-2} E_1$ , 3)  $E_2 = 5 \cdot 10^{-3} E_1$ ;
- Model Predictive Control (MPC) см. API 579-1/ASME FFS-1[12];
- Model Ramberg-Osgood (модель Рамберга-Осгуда).

Для вышеуказанных моделей на рис.3 перерасчетом получены кривые FAD (см. рис.4) [14], анализ которых показывает, что кривые существенно различаются для различных диаграмм деформирования. Часто используемая кривая деформирования Рамберга-Осгуда ближе всего к обобщенным кривым на рис. 1.

Для снижения числа возможных ремонтов кольцевых

швов во время укладки и сокращения сроков работ допускаются увеличенные дефекты согласно инженерной оценке их критичности, основанной на подробном изучении механических свойств металла труб. На действующих МПТ перед укладкой МПТ был проведен комплекс экспериментальных исследований на образцах из трубных сталей X52 и X65.

В связи с достаточно большим разбросом механических свойств стали X65 на рис. 5 и рис. 6 показаны для сравнения минимальная и максимальная диаграммы деформирования металла. В дальнейшем следует применять минимальную кривую деформирования.

Экспериментальные данные показали превосходство механических свойств металла шва по сравнению с основным металлом. Поэтому механические характеристики металла сварного шва принимались равными характеристикам основного материала МПТ.

В качестве примера для МПТ диаметром  $D = 711$  мм и толщиной стенки  $t = 25,4$  из стали X65 рассчитаны абсолютные размеры высоты и длины допустимых дефектов в кольцевом шве на основе диаграммы FAD, определенной по экспериментальным данным. Причем в безопасную сторону в качестве исходных данных принималась меньшая толщ-

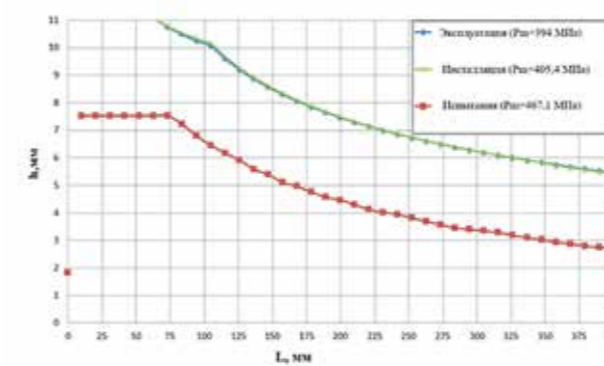


Рис. 7. Показатели критичности дефектов, принимающие во внимание минимальную кривую деформирования и нагрузки при укладке (мембранные напряжения  $P_m = 405,4$  и изгибные напряжения  $P_b = 39,0$  МПа, испытательном ( $P_m = 467,1$  МПа и  $P_b = 27,0$  МПа) и рабочем давлении ( $P_m = 394,0$  МПа и  $P_b = 41,4$  МПа).

на 24,4 мм с учетом допуска на толщину труб, учитывалась возможная несоосность стыковки труб 2,5 мм, которая вызывает дополнительные изгибные напряжения кольцевого шва. Также учитываются остаточные сварочные напряжения равные пределу текучести с учетом их релаксации согласно [3]. Такое представление на рис. 7 для трех случаев нагрузки задает допустимый уровень дефектности в абсолютных размерах и удобно для практического использования. Расчет выполняется методом итераций. Задается высота дефекта и подбирается его длина, при которой максимально допустим размер дефекта по диаграмме FAD. В любом варианте не допускается длина дефекта более 1/3 длины окружности трубы. Видно, что при испытаниях МПТ допустимые размеры дефектов должны быть меньше, чем при эксплуатации при рабочем давлении МПТ.

На рис. 8 показано влияние толщины стенки на критичность размеров дефектов. Наиболее безопасную кривую получаем при толщине 22,5 мм, т.е. при вычитании 3 мм от номинальной толщины стенки трубы, предусмотренных на коррозию. Именно эту кривую следует использовать для оценок трещиноподобных дефектов при эксплуатации для кольцевых дефектов. В этом случае предполагается отсутствие существенной деградации свойств металла и используются данные о механических характеристиках конструкционных материалов труб, полученных на момент поставки изделий и строительства МПТ без учета изменения этих характеристик в процессе эксплуатации.

Для продольных дефектов в основном металле следует провести аналогичные расчеты, т.к. изменяются коэффициент интенсивности напряжений в силу другого расположения трещины, увеличиваются в два раза действующие мембранные внешние напряжения, но отсутствуют остаточные сварочные напряжения, поэтому получаемая величина внешнего воздействия будет ниже. Для продольных сварных (заводских) швов вдоль трубы в зоне остаточных пластических деформаций укорочения при обычной операции расширения сварных труб с продольным швом остаточные сварочные напряжения в значительной степени снимаются за счет вытягивания металла и принимаются равными нулю.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила классификации и постройки морских подводных трубопроводов. НД № 2-020301-006. Россий-

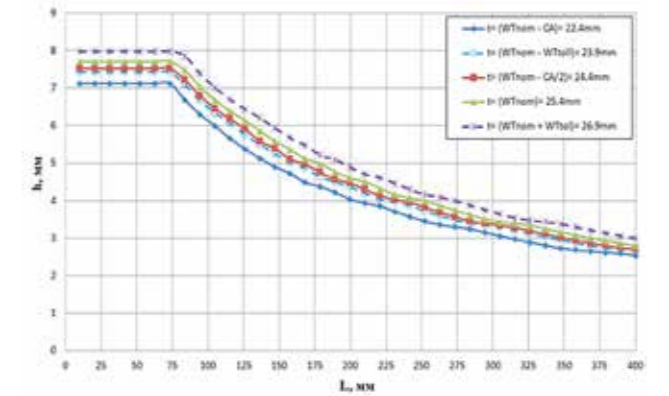


Рис. 8. Влияние допустимого изменения толщины стенки трубы на показатели критичности дефектов

ский морской регистр судоходства, Санкт-Петербург, 2020. – 274 с.

2. Руководство по техническому наблюдению за постройкой и эксплуатацией морских подводных трубопроводов. НД № 2-030301-002. Российский морской регистр судоходства, Санкт-Петербург, 2017. – 87 с.
3. BS 7910. Guide to Methods for Assessing the Acceptability of Flaws in Metallic Structures. British Standards Institution, 2007. – 297 p.
4. Инструкция по оценке дефектов труб и соединительных деталей при ремонте и диагностировании магистральных трубопроводов. ОАО «Газпром». 2006–100 с.
5. ГОСТ 34027–2016. Магистральная трубопроводная транспортировка газа. Механическая безопасность. Назначение срока безопасной эксплуатации линейной части магистрального газопровода. М.: Стандартинформ, 2017 – 77 с.
6. SINTAP: structural integrity assessment procedure. Final report. EU-project BE 95. Brussels: BriteEuramProgramme, 1999 –1462.
7. Procedure for Safety Assessment of Components with Defects –Handbook. Edition 5. KiwaInspecta Technology AB, Stockholm, 2018. – 217 p.
8. Offshore standard DNV OS-F-101. Submarine pipeline systems. Det Norske Veritas, October 2010. – 238p.
9. Assessment of the integrity of structures containing defects, British Energy Generation report R6, Rev. 4, British Energy Generation Limited (BEG): Gloucester, 2001. –114 p.
10. Методические рекомендации. МР-02-95. Правила составления расчетных схем и определение параметров нагруженности элементов конструкций с выявленными дефектами, М.: ЦНИИТМАШ, 1995 – 52 с.
11. СТО Газпром 2-2.4-715-2013. Методика оценки работоспособности кольцевых сварных соединений магистральных газопроводов. Газпром ВНИИГАЗ, М.: Газпром экспо, 2012– 391 с.
12. Fitness-For-Service. API 579-1/ASME FFS-1, June, 2016– 865 p.
13. Журавлёв Д.Н., Данюшевский И.А. Применение двухпараметрической диаграммы оценки разрушения и энергетического подхода на основе упругопластического J-интеграла для оценки трещиноподобных дефектов в прямых трубах, ...Международный научно-исследовательский журнал, Екатеринбург, № 10 (52) • 2016 часть 2 • октябрь, DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.162 ■

# ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ МОРСКИХ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

ХАРЧЕНКО Ю.А., Д.Т.Н., ПРОФЕССОР КАФЕДРЫ ОСВОЕНИЯ МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РГУ НЕФТИ И ГАЗА ИМЕНИ И.М. ГУБКИНА



**Н**ачало интенсивного освоения углеводородных ресурсов шельфа требует углубления исследований, направленных на обеспечение безопасной эксплуатации объектов обустройства морских нефтегазовых месторождений. Одной из важных составляющих проблемы безопасности является надежность этих объектов, которая определяется как свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, которые характеризуют его способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения.

Для трубопроводных систем такой функцией является транспортировка продукции скважин при заданных объемах и энергозатратах. Отклонение этих параметров от установленных пределов изменения должен рассматриваться как отказ, приводящий к снижению показателей надежности и, следовательно, безопасности этой системы.

В работе [1], проведен анализ природных и техногенных факторов, которые могут оказывать негативное влияние

на работоспособность и техническое состояние подводных промысловых трубопроводов при их эксплуатации на арктическом шельфе. Отмечено, что наряду с факторами, которые могут приводить к нарушению герметичности трубопроводов т.е. к полному отказу, существуют причины, которые могут приводить к росту энергозатрат на транспорт заданного объема углеводородов или к частичному отказу в терминах теории надежности.



Рис. 1 Система внутрипромыслового транспорта морского месторождения

Основными причинами или факторами, которые приводят к таким частичным отказам промысловых трубопроводов являются:

1. Пробкообразование (формирование жидких скоплений на восходящих участках трассы газопровода или газовых скоплений на нисходящих участках трассы нефтепровода);
2. Гидратообразование в трубопроводах;
3. Формирование асфальтосмолопарафинистых отложений (АСПО) в нефтепроводах;
4. Образование эмульсий в газожидкостном потоке.

Если в системах магистрального транспорта перед подачей углеводородной продукции в трубопровод в обязательном порядке проводится ее подготовка, с целью минимизации влияния отмеченных факторов, то в промысловых условиях это выполнить зачастую невозможно. Для морских месторождений (Рис 1.) характерно значительное удлинение промысловых трубопроводных систем по сравнению с их сухопутными аналогами. Поэтому роль перечисленных эксплуатационных факторов, которые могут снижать показатели надежности морских промысловых трубопроводных систем, также существенно возрастает. К сожалению, данный факт до настоящего времени не нашел отражения в нормативной документации.

Рассмотрим более подробно каждый из отмеченных выше эксплуатационных факторов.

1. Пробкообразование. В системах внутрипромыслового транспорта на нефтегазовых месторождения продукция скважин находится во многофазном состоянии и неравномерное распределение газа и жидкости по трассе рельефных трубопроводов (Рис 2) связано с особенностями гидродинамики газожидкостных смесей в них [2]. Помимо повышенных энергозатрат на транспорт таких многофазных смесей возникают дополнительные вибрационные нагрузки на трубопровод и его арматуру при прохождении жидких пробок и необходимость сооружения крупногабаритных сепараторов (пробкоуловителей) [3], для предотвращения попадания жидкости в газовые линии системы подготовки газа к транспорту.

В качестве барьеров безопасности [4] для минимизации негативного воздействия этого фактора на надежность трубопроводной системы рекомендуется:

- Регулирование соотношения газ-жидкость в потоке путем частичной сепарации продукции скважин;
- Разрушение жидких пробок периодическим повышением расхода газа;
- Периодический пропуск поршней;
- Поддержание расхода газа выше критического уровня, ниже которого наблюдается интенсивное накопление жидкости в восходящих участках трассы;
- Сооружение крупногабаритных пробкоуловителей на входе в УКПГ (Рис 3).

2. Гидратообразование. Возникновение гидратов происходит при определенных давлениях и температурах при насыщении газа парами воды. Гидраты представляют собой кристаллические вещества, образованные ассоциированными молекулами углеводородов и воды и имеют кристаллическую структуру.

Свойства гидратов газов позволяют рассматривать их как твердые растворы. Гидраты распадаются после того, как упругость паров воды будет ниже парциальной упругости паров образовавшегося гидрата.

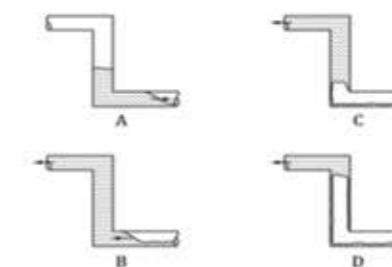


Рис. 2 Стадии пробкообразования в рельефном трубопроводе:

- A - блокирование основания райзера и накопление жидкости;
- B - генерация жидкой пробки (выход жидкости из райзера);
- C - проникновение газовой фазы в райзер;
- D - выход газожидкостной смеси из райзера.

Гидраты природных газов внешне похожи на мокрый спрессованный снег, переходящий в лед. (Рис.4) Скапливаясь в трубопроводах, они могут вызвать частичную или полную закупорку и тем самым нарушить нормальный режим работы трубопровода. [1]

В 1 м<sup>3</sup> газового гидрата может удерживаться до 164 м<sup>3</sup> газа. В качестве основных методов предупреждения гидратообразования (барьеров безопасности) используют:

- Обеспечение безгидратных термобарических условий эксплуатации систем добычи и транспорта газа, которая может достигаться путем дополнительной теплоизоляции трубопровода, снижением рабочего давления или организацией обогрева потока вдоль трассы. Все перечисленные методы приводят к дополнительным капитальным затратам или эксплуатационным расходам и не нашли широкого применения в нефтегазовой отрасли.
- Осушку газа в установках подготовки газа к транспорту. В условиях морской нефтегазодобычи при комбинированном и подводном видах обустройства для защиты внутрипромысловых трубопроводов оборудованные по осушке газа должно быть размещено в подводном исполнении рядом со скважинами. Традиционные технологии осушки газа, такие как абсорбционная, адсорбционная или мембранная не могут использоваться в подводном исполнении. В этом случае наиболее перспективными являются низкотемпературная сепарация (НТС) и 3S технология. [5]. Однако аппаратное оформление этих технологий в подводном исполнении дело будущего и связано с созданием новых направлений в нескольких отраслях промышленности.
- Ввод в поток газа ингибиторов гидратообразования. Данный метод получил широкое распространение при организации работы систем добычи и сбора газа на сухопутных месторождениях. На морских месторождениях в зависимости от вида обустройства месторождения ингибиторы гидратообразования могут использоваться как в трубопроводах системы сбора на месторождении, так и в системах внутрипромыслового транспорта углеводородов от месторождения до берега. В первую очередь это относится к морским месторождениям с подводным видом обустройства. Одним из основных недостатков такой технологии является большой удельный расход ингибитора и необходимость сооружения дополнительных технологических узлов для его доставки к скважинам. Это увеличивает эксплуатационные расходы на добычу углеводородов и, следовательно, снижает экономическую эффективность проекта в



Рис. 3 Пробкоуловитель в системе многофазного транспорта



Рис. 4 Гидраты в трубопроводах

целом.

- В настоящее время в мировой нефтегазовой промышленности предложены новые технологии, обеспечивающие внутрипромысловый транспорт продукции скважин в сложных условиях без предварительной осушки газа и постоянного применения термодинамических ингибиторов для предотвращения образования гидратных отложений на стенках трубопровода и коагуляции мелких гидратов в крупные частицы, способные существенно сузить или перекрыть сечение трубопровода. [2]
- Все эти технологии объединяются под общим названием «холодный поток». Реализация «холодного потока» может осуществляться различными способами: от добавления антиагломерантов до механического удаления гидратных отложений путем пропуска механических поршней. [6]

3. Эмульсии. При реализации технологии многофазного потока, жидкостная часть смеси в большинстве случаев состоит из водной и углеводородной фаз, при интенсивном перемешивании которых образуются эмульсии. В реальных условиях эксплуатации промышленного оборудования и трубопроводов образуются эмульсии, обладающие высокой устойчивостью к разрушению и высокой вязкостью. (Рис.5)

Устойчивость эмульсий зависит от дисперсности воды, плотности и вязкости жидких углеводородов, содержания в них легких фракций углеводородов, эмульгаторов и стабилизаторов эмульсий, а так же от состава и свойств водной фазы.

К основным характеристикам эмульсии относят степень разрушения за период времени, эффективную вязкость, средний диаметр эмульгированных капель водной фазы.

Интенсивность разрушения эмульсии определяется по разности значений плотности воды и нефти  $\Delta\rho$ . Данный параметр определяет интенсивность гравитационного разделения эмульсий. Другой параметр жидких углеводородов ( $k$ ) – отношение содержания асфальтенов ( $a$ ) и смол ( $c$ ) к содержанию парафинов ( $p$ )  $(a+c)/p = k$ , определяет способ диемульгирования эмульсии. Установлено, что газовая фаза способствует диспергированию эмульсии. Однако для эффективного течения этого процесса необходимы большие скорости газового потока, при которых реализуется дисперсно – кольцевой поток. [2]

Необходимо отметить, что проблема образования эмульсий наиболее актуальна для газо – нефтяных месторождений. Для газо – конденсатных месторождений, очевидно

возникновение условий для образования эмульсий маловероятно. Это подтверждается высоким значением параметра  $\Delta\rho \approx 0,3 \div 0,4$  и фактическим отсутствием в конденсате асфальтеновых смол  $k \rightarrow 0$ .

Для борьбы с этим видом осложнений в условиях морской добычи могут быть использованы следующие технологии (барьеры безопасности):

- ГХР-гравитационное холодное разделение (отстаивание);
- фильтрация;
- центрифугирование;
- электрическое воздействие;
- термическое воздействие;
- воздействие магнитного поля;
- внутритрубная диемульгация.

4. Следующим серьезным осложнением в работе систем добычи, сбора, подготовки и внутрипромыслового транспорта углеводородов являются асфальтосмоло-парафинистые отложения (АСПО) на внутренних стенках трубопроводов [2]. Их появления приводит к снижению энергоэффективности, сокращению межремонтного периода и, следовательно, к уменьшению надежности всего морского добычного комплекса.

АСПО представляют сложную углеводородную смесь, состоящую из парафинов (20 – 70%), асфальто – смолистых веществ АСВ (20 – 40%) масел, воды и механических примесей. (Рис.6). В пластовых условиях при высоких температурах и давлении находятся в растворенном состоянии.

В состав АСВ, обладающих высокой молекулярной массой, входят азот, сера и кислород. Они не летучи и имеют значительную неоднородность структуры. Свойства АСВ определяются не элементарным свойством, а степенью межмолекулярного взаимодействия компонентов.

Как показывает опыт, компонентный состав АСПО изменяется в широких пределах даже на отдельном месторождении, не говоря уже о целом нефтедобывающем регионе. Поэтому знание состава АСПО необходимо для определения оптимальных методов борьбы с ними.

Причинами образования АСПО являются:

- снижение давления и температуры, нарушения, в связи с этим термодинамического равновесия, которое сопровождается интенсивным выделением газа из нефти;
- изменение скорости движения газожидкостной смеси, расходных и истинных концентрации фаз в потоке;
- состояние поверхности труб.

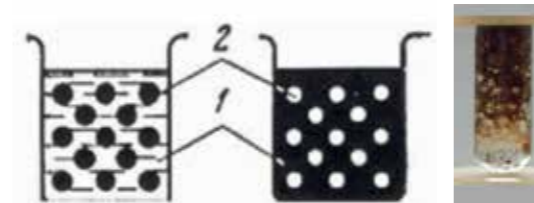


Рис. 5 Водонефтяные эмульсии  
1 - Дисперсная среда  
2 - Дисперсная фаза

При понижении температуры и давления ниже точки насыщения начинается процесс выпадения парафинов, т.е. образования кристаллической фазы и нефть становится свободно – дисперсной системой.

При этом эффективная вязкость такой среды изменяется и зависит как от температуры, так и от приложенных напряжений в процессе ее движения – т.е. является неньютоновской жидкостью.

Интенсивность образования АСПО во многом зависит от приложенных напряжений т.е. от скорости потока. При ламинарном течении, когда величина напряжений, действующих на поток невелика, АСПО формируется достаточно медленно. С ростом напряжений в потоке и переходом к турбулентному потоку интенсивность отложений вначале возрастает.

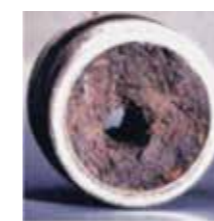
Однако дальнейший рост скорости движения газожидкостной смеси (ГЖС) ведет к уменьшению интенсивности отложений, т.к. большая скорость смеси позволяет удерживать кристаллы парафина во взвешенном состоянии и выносить их из трубопровода.

Методы борьбы с АСПО предусматривают мероприятия как по предупреждению их отложения, так и по удалению уже образовавшихся АСПО и по природе их действия разделяются на физические, механические и химические.

К физическим методам предотвращения АСПО относят – вибрационные, магнитные, электрические, ультразвуковые воздействия на транспортируемую продукцию в результате, которых у кристаллов парафина, разрушается структура и прекращается осаждение парафинов на стенках труб.

Химические методы предотвращения выпадения АСПО включают применение составов различного назначения – смачивающих поверхности труб, модификаторы и диспергаторы, препятствующие укрупнению кристаллов парафинов. Это обеспечивает поддержание кристаллов во взвешенном состоянии в процессе их движения в потоке.

В составы, которые абсорбируются на кристаллах парафина и снижают способность этих кристаллов к коагуляции и отложению на стенках труб получили название депрессаторов.



Парафины – 10 - 75%  
Асфальтены – 2 - 5%  
Смолы – 11 - 30%  
Нефть – до 60%  
Механические примеси – 1 - 5%

Рис. 6 Асфальто-смоло-парафинистые отложения в трубопроводах

Механические методы основаны на использовании поршней различных конструкций, прохождение которых по трубопроводу приводит к срыву АСПО с поверхности трубопровода с последующим удалением. Для более эффективного применения рекомендуется использовать комплексные технологии, которые включают предварительную обработку АСПО химическими реагентами, для их размягчения и пропуск поршней для срыва АСПО с поверхности трубы и их перемещение по трубопроводу перед поршнем.

### Заключение

Обеспечение безопасной эксплуатации морских промысловых трубопроводов, по которым транспортируется продукция скважин в многофазном состоянии, требует мониторинга ряда природных и техногенных факторов, оказывающих негативное влияние на показатели надежности транспортной системы. Наряду с факторами, которые приводят в полному отказу трубопровода т.е. к нарушению его целостности, важную роль в определении его общей надежности играют технологические причины, которые во многом определяются правильным выбором режимов эксплуатации трубопровода с учетом компонентного и фазового состава транспортируемого потока термобарических условий транспорта, профиля трассы и т.д. Неучет технологических факторов может привести к существенному увеличению энергозатрат на перекачку требуемого объема углеводородов вплоть до полной ее остановки, т.е. привести к частичному отказу трубопровода. В ближайшие годы следует ожидать рост протяженности трубопроводных систем на шельфовых месторождениях и, следовательно, увеличение рисков возникновения таких частичных отказов.

Поэтому, при рассмотрении проблемы надежности морских трубопроводов наряду с «конструктивными» факторами, которые оказывают влияние на целостность трубопровода, необходимо учитывать «технологические» факторы, определяющие вероятность возникновения частичного отказа этого трубопровода с учетом состава транспортируемой продукции, термобарических режимов его эксплуатации, профиля трассы и его диаметра.

### Литература

1. Харченко Ю.А., Чехлов А.Н. Морские трубопроводы на шельфе Арктики. Идентификация опасностей и барьеры безопасности. Журнал Морская наука и техника; М., №5, 2022 г. стр. 38-45
2. Харченко Ю.А., Гриценко А.И. Гидродинамика газожидкостных смесей в скважинах и трубопроводах и ее применение при освоении месторождений континентального шельфа, М. изд. РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2016 г. 296 с.
3. Харченко Ю.А., Артемьев Н.А. Пробкоуловители для морских трубопроводных систем. Журнал Проектирование и разработка нефтегазовых месторождений. № 2 2020 г. стр. 25-32
4. Жуков И.С. Барьеры безопасности: понятие, классификация, концепции / Журнал Безопасность Труда в Промышленности. – 2017. – № 5. – С. 49–56.
5. Харченко Ю.А., Ямаев И.З. Перспективные технологии подготовки углеводородов при подводном обустройстве глубоководных месторождений Журнал Проектирование и разработка нефтегазовых месторождений -2021.- №2.- С. 14-20
6. Харченко Ю.А., Григорьев О.Е. Внутрипромысловый транспорт углеводородов на морских месторождениях с использованием технологий холодного потока. Журнал Проектирование и разработка нефтегазовых месторождений -2023.- №1.- С. 3-10

# МОРСКАЯ ТЕХНИКА В БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

КАНДИДАТ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПОЧЕТНЫЙ ПРЕДСЕДАТЕЛЬ  
СЕВАСТОПОЛЬСКОГО МОРСКОГО СОБРАНИЯ  
КОТ ВИКТОР ПАВЛОВИЧ



В последние два десятилетия в нашей стране были спроектированы и освоены новые конструкции и технологии магистрального трубопроводного транспорта. Это относится к известным трубопроводным системам «Голубой поток», «Южный поток», «Северный поток (СП – 1, СП – 2)», с протяженностью до 1200 – 1500 км, с ограниченным числом компрессорных и перекачивающих станций. Глубина прокладки трубопроводов составляет от 5- до 2500 м., общая протяженность морских подводных технологических и магистральных трубопроводов составляет более 5000 км. Эффективное безопасное функционирование и развитие морских трубопроводных систем по транспортировке углеводородного сырья, в том числе добытого на континентальном шельфе Российской Федерации, имеет стратегическое значение для обеспечения внутреннего потребления и раз-

вития внешнеэкономической деятельности Российской Федерации. С учетом этого фактора и имеемых место террористических актов, подрыв трёх «ниток» Северных потоков (СП – 1, СП – 2), весьма актуальными стали вопросы обеспечения безопасного функционирования морских трубопроводных систем, по уровню значимости и потенциальной опасности относящихся к стратегически важным объектам экономики Российской Федерации.

В рамках шестой Всероссийской научно-практической конференции «Морская стратегия и политика России в контексте обеспечения национальной безопасности и устойчивого развития в XXI веке», проходившей в Черноморском Высшем военно-морском училище им. П.С. Нахимова, было уделено внимание вопросам актуальных направлений развития и обеспечения безопасности морской инфраструкту-



ры и морских трубопроводных систем (докладчик к.т.н. Кот В.П.). В обсуждении поднятой темы приняли участие ученые военно-морских училищ и институтов России, ветераны управления аварийно-спасательных работ Черноморского флота (УПАСР ЧФ), члены военно-научного общества Черноморского флота (ВНО ЧФ).

Выступающие отметили актуальность и своевременность создания группы межведомственного экспертного совета и рабочей группы по подготовке технического задания (ТЗ) к проектированию многоцелевого судна для мониторинга и обеспечения безопасной эксплуатации и ремонта морских подводных систем.

Имея более 5000 км. морских трубопроводных систем, мы должны и обязаны разработать и внедрить современные технологии мониторинга их технического состояния, своевременного ремонта, а также предотвращения имеемых место террористических актов.

Предложено в ТЗ рассмотреть возможность специализированного судна не только спутникового позиционирования судна, но и возможность спутникового позиционирования судна по всей длине проложенной морской транспортной магистрали с целью обеспечения непрерывного видеомониторинга (видеоакустического, эхорадирующего и т.д.) состояния подводной магистрали, записи информации в бор-

товой компьютер с программой сравнения предыдущих и оперативных записей.

Для четкой и безопасной работы с подводными спускаемыми аппаратами было предложено рассмотреть в ТЗ конструкцию корпуса судна катамарана, аналогичную СС «Коммуна» (уже более 100 лет успешно служащего Военно-морскому флоту России).

С учетом глубин (до 2500 м) прокладки подводных трубопроводных систем, для обеспечения четкого движения подводного аппарата над магистралью и сканирования ее технического состояния было высказано пожелание рассмотреть (разработать) возможность установки маяков по всей длине трубопровода для взаимодействия с подводным аппаратом. Поднятая тема вызвала большую, творческую дискуссию и множество предложений для практической реализации поставленных задач.

Ветераны УПАСР и Черноморского флота с нетерпением ждут прибытия в Севастополь рабочей группы экспертного межведомственного совета для творческого общения и формирования технического задания на проектирование специализированного судна, способного надежно обеспечить безопасность морских трубопроводных систем России. Гостям будет организована экскурсия на легендарное спасательное судно СС «Коммуна». ■



*С Мертвой о Море*  
АРИСТОКРАТЫ МОРЕЙ

# МОЩЬ И КРАСОТА РОССИЙСКОГО ФЛОТА: ВЗГЛЯД ЧЕРЕЗ ОБЪЕКТИВ

## АРИСТОКРАТЫ МОРЕЙ

*Мы создаём художественную фотолетопись современного российского флота.*

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, Тарагона, Сеговия, Гранада, Лиссабон, Ушуйя.

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 Ушуйя (Аргентина), Русском доме в Барселоне, Свято-Троицкой Александро-Невской лавре, Кронштадт-



МВК «Константиновская батарея», Севастополь



Нахимовском военно-морском училище, Санкт-Петербург



Свято-Троицкая Александро-Невская лавра



ФГБОУ «МДЦ «Артек»

ского морском 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 Ушуйя, 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, Россотрудничества, 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

*На протяжении года наш Фонд активно сотрудничает с Межведомственным Экспертным советом по безопасности морских подводных трубопроводов.*





# МОРЯКИ НЕ СДАЮТСЯ!

## Художник с особенной судьбой



Краснознамённая Каспийская флотилия. 1978 - 1980 гг.

— Сергей, почему ты рисуешь?  
— Кому чего не хватает.  
Когда рисуешь, как будто там бываешь.

**М**еня зовут Сергей Солтан, здравствуйте! Я – россиянин, много лет живу в маленьком шахтёрском городке Гуково Ростовской области. Родился в 1960 году, в Советском Союзе. Учился, был октябрёнком, пионером, комсомольцем, коммунистом. Окончил школу, немножко поработал, отслужил во флоте, потом женился, **два сына, оба участвуют в СВО**, есть и внуки. На фото мне 18 лет. Всё было хорошо, но пришла беда, и мои физические возможности резко ограничились, руки-ноги отказали.

На этом жизнь моя не закончилась, и я не упал духом, хотя нахожусь в таком состоянии уже не один десяток лет. Моё жизненное кредо в прежней жизни и в настоящей – быть нужным людям, знать, что ты нужен, и эту связь всегда поддерживать. Не имея такой связи, жить незачем. С появлением интернета для меня открылось окно в новый мир, появилось много друзей. Они поддерживали меня, и я поддерживал их советами, делился, чем мог. Потом в мою жизнь пришло искусство вместе с младшим сыном, которого нужно было научить рисовать. И мне ничего не оставалось, как взять фломастер в зубы (в прямом смысле) и показать, как это делается. Таким же образом (палочкой в зубах) я пользуюсь и интернетом. В начале были картины фломастером на пластике. С тех пор я сам увлекся рисова-

нием и не могу остановиться. Потом появились акварели. Рисую и рисую по сей день. Все мои сюжеты – результат собственных фантазий, детских воспоминаний, размышлений – другого не дано. О том, что со мною случилось, я не жалею. Моё жизненное кредо в прежней жизни и настоящей – быть нужным людям, знать, что ты нужен, и эту связь всегда поддерживать. Не имея такой связи жить незачем. Любите жизнь такой, какая она есть! А я буду продолжать рисовать и, главное, буду знать, что я кому-то нужен и могу помочь обрести веру в себя. Жизнь прекрасна!

Первая персональная выставка Сергея Солтана состоялась в мае 2017 года, в Москве, в Финансовом университете при Правительстве РФ; вторая персональная, в январе 2018, в Пензе, в реабилитационном центре для инвалидов «Квартал Луи»; участие в фестивале социальных интернет-ресурсов, в июне 2019 года, в Москве (ВДНХ). Выпущено два художественных альбома с рисунками Сергея Солтана и детей из гг. Воронеж, Ростов-на-Дону, Пенза, Краснодар (печатная и электронная версии) и стихами Лидии Невской, написанными специально для альбомов. Общее число акварелей художника – 505. Оригинал-размер акварелей А3. Вёрстку и дизайн альбомов он сделал сам, как и **смонтировал два музыкальных видеоролика для бойцов СВО, которые поднимают их боевой дух в моменты отдыха.** ■



Акварельная осень.



Аист на крыше, мир в доме твоём.



Морозные дали.



Бегущие.



Тоску развею на току.



Вышли на солнышко погреться.

блог: [acvarelisoltansergeya.blogspot.ru](http://acvarelisoltansergeya.blogspot.ru),  
эл. адрес: [soltans@bk.ru](mailto:soltans@bk.ru)



## 140 ЛЕТ ВОДОЛАЗНОМУ ДЕЛУ В РОССИИ

**В** музее морского флота в центре столицы торжественно открыли постоянную экспозицию истории водолазного дела в России. Инициатором проекта выступила издатель журнала «Нептун XXI век», член Межведомственной комиссии по водолазному делу при Морской коллегии при Правительстве РФ Ирина Кочергина. Одна из первых презентаций музея прошла на совещании Межведомственного экспертного совета по безопасности морских подводных трубопроводов 16 марта этого года в Аналитическом центре при Правительстве Российской Федерации.

В мероприятии приняли участие представители Федерального агентства морского и речного транспорта, ФГБУ «Морская спасательная служба», специалисты Центра подготовки космонавтов им. Юрия Гагарина, руководство Музея морского флота РФ, водолазы Национального Центра обороны и многие другие почётные гости.

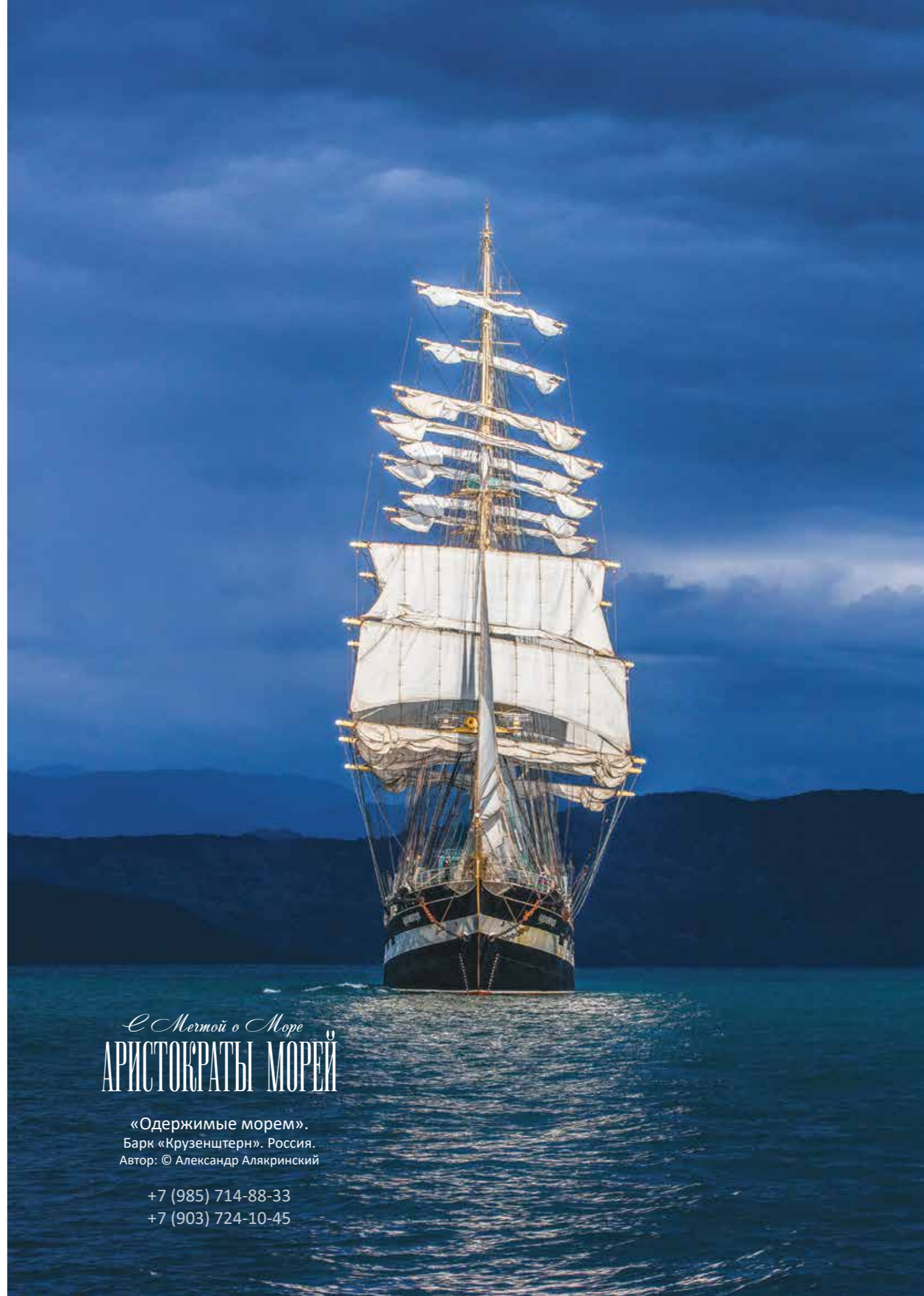
В экспозиции водолазного музея «Нептун» отныне хранятся предметы истории и развития водолазного дела. Водолазный проект журнала «Нептун» стал одним из первых в России специализированных вневедомственных музеев, посвященных истории этой увлекательной, героической и высокотехнологичной ветви флотской истории и морской культуры нашей страны. ФГБУ «Морская спасательная служба» передала экспонаты, отслужившие установленные сроки эксплуатации, в фонд музея. Морские спасатели добавили в ядро экспозиции водолазного проекта ряд технических водолазных устройств. Экскурсанты имеют возможность изучить особенности двух гидрокостюмов из состава водолазного универсального снаряжения. Морспасслужбой предоставлены аппарат: воздушный морской АВМ-1, шлем водолазный 3-х болтовой из состава унифицированного водолазного снаряжения УВС-50М, манекен водолаза с

12-болтовым водолажным снаряжением, изолирующий дыхательный аппарат ИДА-71У, кислородный ручной насос КН-4Р.

В музее демонстрируются видеоматериалы об исследованиях морских глубин, создании отечественной водолазной школы, в том числе, в отряде космонавтов страны. Не менее драматичной и захватывающей предстала история участия России в гонке за лидерство в водолазных проектах. Именно наши водолазы первыми покорили глубину в 417 метров.

Гостям представляются натурные образцы и элементы водолазного снаряжения и оборудования, плакаты и фотографии, полноразмерные манекены с полным водолажным снаряжением и реальное оборудование. Большую часть экспонатов предоставили сами водолазы, инженеры, спасатели и коллекционеры. Среди партнеров выставки водолазные компании, разработчики снаряжения и оборудования, Морская спасательная служба и многие другие.

Водолажную экспозицию можно посетить в рабочие дни Музея морского флота со вторника по воскресенье, с 11 до 18 часов по адресу Москва, Б. Ордынка, д. 19, стр.1. ■



С Мертвой о Море  
АРИСТОКРАТЫ МОРЕЙ

«Одержимые морем».  
Барк «Крузенштерн». Россия.  
Автор: © Александр Алякринский

+7 (985) 714-88-33  
+7 (903) 724-10-45

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/)**