Стратегическая программа исследований Технологической платформы «Комплексная безопасность промышленности и энергетики»

Координаторы платформы:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем безопасности развития атомной энергетики Российской академии наук»

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»

Актуализированная версия 2016 года

Москва 2016

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ. Технологическая платформа «Комплексная безопасность промышленности и энергетики» - основа технологической модернизации страны 5

1.Состояние и текущие тенденции развития рынков и технологий в сфере деятельности технологической платформы 21

1.1.Состояние и проблемы развития рынков и технологий..... 21

1.2.Основные тенденции и перспективные направления развития науки и технологий 31

1.3.Состояние и проблемы нормативной правовой базы, принятых федеральных регламентов, норм и правил 47

2Прогноз развития рынков и технологий в сфере деятельности платформы. 55

2.1.Структура и объем рынка продукции, работ и услуг технологической платформы 55

2.2.Динамика выхода на рынок продукции, работ и услуг технологической платформы с целью приобретения технологического лидерства. 61

3.Приоритетные научные направления. 67

3.1.Выработка рекомендаций по совершенствованию нормативной правовой базы комплексной безопасности промышленности и энергетики..... 67

3.2.Создание базовых моделей анализа и обоснования безопасности конкретных технологий или проектов на основе опыта атомной энергетики по заказу компаний 70

3.3.Развитие и совершенствование общих методов мониторинга прогнозирования и моделирование природных явлений и их вероятных последствий 84

3.4.Развитие методов анализа и обоснования экологической безопасности, включая экологическую безопасность арктических регионов..... 102

3.5.Исследование и разработка методов обращения и утилизации твердых бытовых и промышленных отходов, включая радиоактивные отходы (РАО). 126

3.6.Исследование и разработка систем неразрушающего контроля и диагностики, как составной части интегрированных систем мониторинга опасных производств 143

3.7.Исследование и разработка комплексных систем мониторинга и управления безопасностью сложных объектов и территориальных комплексов 151

3.8.Применение технологий управления жизненным циклом наукоемких изделий и промышленных объектов (по отраслям промышленности). 168

3.9.Исследования и разработки в области пожаро- и взрывобезопасности промышленных предприятий и предприятий ТЭК, а также повышения эффективности комплексной работы систем пожаротушения. 177

3.10.Теоретические основы и технологии обеспечения энергетической безопасности 188

4.Базовые технологии, которые предполагается развивать в рамках технологической платформы. 194

5.Перечень реализуемых проектов 199

7. Мероприятия по коммерциализации технологий. Развитие механизмов государственно-частного партнерства при решении задач комплексной безопасности промышленности и энергетики 241

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Интегрированная система управления и обеспечения безопасности жизнедеятельности территории (ИСУБЖ)..... 261

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Создание опытно-промышленного образца установки лазерно-плазменного нанесения сверхтвёрдых покрытий и модификации поверхности металлов и сплавов и сервиса по нанесению покрытий для российской промышленности 272

ПРИЛОЖЕНИЯ 3. Создание Сервисного центра по холодной стерилизации...

ПРИЛОЖЕНИЯ 4. Роботизированный комплекс для мониторинга технического состояния корпусов судов и других подводных объектов 298

ВВЕДЕНИЕ. Технологическая платформа «Комплексная безопасность промышленности и энергетики» - основа технологической модернизации страны

Технологическая платформа «Комплексная безопасность промышленности и энергетики» (ТП КБПЭ) была утверждена и включена в перечень технологических платформ под номером 34 решением президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России (протокол от 31.07.2013 г. № 2).

Она является аналогом Европейской технологической платформы “Industrial Safety” (ETPIS).

Организациями – координаторами ТП КБПЭ были определены: Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (далее - ИБРАЭ РАН) и «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (далее - НИЦ «Курчатовский институт»). Позднее к организаторам присоединился Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (далее – МГТУ им. Н.Э.Баумана).

Научными руководителями ТП КБПЭ являются директор НИЦ «Курчатовский институт», член-корреспондент РАН М.В. Ковальчук, директор ИБРАЭ РАН, академик РАН Л.А. Большов и ректор МГТУ им. Н.Э. Баумана, профессор А.А. Александров.

Председателем Экспертного совета ТП КБПЭ является Советник Генерального директора Госкорпорации «РОСАТОМ» профессор В.Г.Асмолов.

Председателем Правления ТП КБПЭ (Координатором) назначен заместитель директора ИБРАЭ РАН по стратегическому развитию и инновациям, профессор В.Н. Пономарев.

В рамках Стратегической программы исследований ТП КБПЭ (далее - СПИ) технологические платформы понимаются как коммуникационный инструмент, посредством которого активизируются усилия по созданию перспективных коммерческих технологий, новых продуктов (услуг), совершенствованию нормативной правовой базы в области научно-технологического, инновационного развития, а также привлекаются имеющиеся и/или дополнительные ресурсы всеми заинтересованными сторонами (бизнесом, наукой, государством, гражданским обществом), на основе сформированных механизмов **государственно – частного партнерства** (далее - ГЧП). Эти ресурсы направляются на реализацию стратегии устойчивого и ресурсо - возобновляемого развития страны.

Цель технологических платформ состоит в создании благоприятной среды для концентрации интеллектуального потенциала, способного реализовать единство научно-технического и производственно — технологического («science behind» - прикладные НИРы — НИОКР — ОКР — опытные образцы - малые серии — серийное производство), а также исследовательского и образовательного процессов.

Такая концентрация необходима, поскольку на современном этапе научно-технического прогресса соединение различных идей, механизмов, инструментов и подходов из различных областей знаний способно создать максимальный синэнергетический эффект.

Технологические платформы формируются снизу в процессе коммуникаций их участников. Именно профессиональные участники рынка формируют их тематику и целевые задачи, определяют объемы финансирования, исходя из своих потребностей и возможностей. Государство, участвуя в формировании платформ, утверждая их, а также обеспечивая софинансирование путем предоставления грантов на этапе исследований и разработок, способствует гармонизации государственных и частных интересов.

Узким местом административно-командной экономики было доведение фундаментальных научных идей до практической реализации – коммерциализация научных разработок.

Термин «внедрение», закрепленный в годы административно-командной экономики, в рамках исследовательских коллективов воспринимался как чисто внешний, органически не присущий их профессиональной деятельности, а потому фактически отторгавшийся ими.

Этому в немалой степени способствовал нормативный правовой вакуум в вопросах интеллектуальной собственности. Отсюда интерес исследователей в практической реализации изобретений был минимальным, и приоритет в данном вопросе находился у научно-технических организаций (государства), а не конкретных исследователей и исследовательских коллективов — авторов научных идей, открытий, изобретений и т.п.

В административно-командной системе акцент делался на директивных механизмах, обязательных для исполнения, а не на механизмах, формирующих заинтересованность всех участников процесса в новых разработках и новых производствах.

Административно-командный подход способен был обеспечивать внедрение только в тех исключительных случаях, когда важность достижения поставленных целей оправдывала неэффективность используемых ресурсов.

Исключение понятия «директивное внедрение» в отношении исследовательского процесса и постепенный переход к превращению научных (инновационных) идей в востребованные высокотехнологичные продукты, как одной из внутренних и приоритетных задач стало предпосылкой для перехода от сырьевой к инновационно-технологической экономической модели.

Одним из основных принципов рыночной экономики, отличающим ее от административно-командной системы экономических отношений, является

принцип «**спрос рождает предложение».** Однако недостаточно просто провозгласить этот принцип. Необходимо создать среду, способствующую и благоприятствующую реализации этого принципа. Вот этот инструмент под названием **технологические платформы,** по мысли Президента России В.В.Путина, и должен сыграть эту формирующую роль. Его последнее ежегодное Послание 2013 года в части, касающейся технологического развития, неопровержимо свидетельствует об этом. В нем Президент прямо ставит задачу: «Что касается прикладных исследований, то эта работа должна быть сосредоточена на базе технологических платформ, тех.платформы должны быть нацелены на конкретный результат, на получение патентов и лицензий, на практическое внедрение разработок».

О чем идет речь?

Если на рынке появилась компания, обладающая средствами и нуждающаяся в некотором инновационном продукте, технологии и/или услуге в целях усиления своей конкурентоспособности, за счет повышения производительности труда, расширения объемов, ассортимента или качества выпускаемой продукции, **компания-потребитель,** она дает сигнал о своей готовности приобрести их, и готовности предоставить гарантию своего намерения. В этом случае на рынке может появиться компания, обладающая пониманием, каким образом организовать производство такого товара (услуги, технологии), **компания-организатор.** Организатор привлекает необходимые профильные научно-образовательные организации, разработчиков, производителей, заинтересованные финансовые институты (фонды, банки), готовит технико-экономическое обоснование и организует производство, имея в виду гарантию потребителя.

При этом следует принимать во внимание, что проекты, связанные с производством инновационных продуктов, услуг, разработкой новых технологий, носят, как правило, долгосрочный характер и не могут финансироваться исключительно за счет банковского капитала, поскольку

банки сами по себе из-за их структуры пассивов ориентированы на короткие и среднесрочные кредиты.

Именно поэтому такие проекты осуществляются, в основном, на принципах государственно - частного партнерства.

Именно поэтому технологические платформы появляются на ключевых направлениях технологического развития, в которых заинтересованы как государство, так и частный бизнес.

Именно поэтому федеральные и региональные органы исполнительной власти одобряют тематику многих технологических платформ, либо их представители входят в Советы технологических платформ.

Именно поэтому государство участвует в софинансировании производства инновационных продуктов и услуг, в первую очередь, на этапе исследований и разработок. Примером такого участия является Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы», государственным заказчиком которой выступает Минобрнауки России.

Однако даже весьма небольшой опыт деятельности ТП КБПЭ показывает, что в стране сформирована в значительной степени сырьевая экономика, характеризующаяся весьма **низким спросом на инновации**. Большинство компаний в стране не ставят перед собой долгосрочные цели, не разрабатывают долгосрочные стратегии своего развития, а ориентированы на сиюминутные выгоды.

Это понимает и руководство страны, которое потребовало, чтобы все системообразующие промышленные компании с компании с государственным участием разработали и приняли свои **Программы инновационного развития (далее ПИРы).** Именно так формулирует эту задачу Президент: **«Нам необходимо формировать внутренний спрос на высокие технологии. Это чрезвычайно важное обстоятельство –**

внутренний спрос нужен на эти технологии. Использовать для этих целей необходимо систему государственных закупок, инвестиционные программы госкомпаний».

К сожалению, до сих пор эти ПИРы во многих случаях включают лишь вопросы тактической модернизации и имеют весьма отдаленное отношение к стратегическому инновационному развитию. В этом состоит основная системная трудность деятельности технологических платформ.

ТП КБПЭ представляет собой самоуправляемое сообщество, ставящее цель координацию и концентрацию исследований и разработок, производственно-технологических, финансовых, административных и образовательных ресурсов, направленных на:

- создание перспективных технологий, новых продуктов и услуг, обеспечивающих повышение комплексной безопасности промышленности и энергетики, в том числе, и за счет прогнозирования и предупреждения аварийных и чрезвычайных ситуаций на основе анализа и управления рисками;
- совершенствование нормативной правовой базы, технических регламентов и стандартов в области комплексной безопасности промышленности и энергетики, включая строительство и производство строительных материалов и изделий.

Речь идет в конечном итоге об обеспечении базовых конкурентных преимуществ российских предприятий на мировых рынках разделения труда.

С древнейших времён человек, в силу своей природы, стремился создать вокруг себя мир, безопасный для своей жизнедеятельности. Тенденция к повышению безопасности всегда была, и будет превалировать в сознании людей, как одно из ценнейших социальных благ, как базовый показатель качества жизни, продукции или услуги. Безопасный – значит качественный, качественный – значит безопасный. Под безопасностью каждый человек

понимает, в первую очередь, защищённость от различных угроз, связанных с ухудшением уровня жизни, здоровья, материального благополучия, а также прогнозируемость возможных изменений в своём стабильном существовании.

Именно поэтому в рамках ТП КБПЭ под безопасностью подразумевается **обеспечение безаварийного и бесперебойного функционирования промышленных и энергетических объектов, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда здоровью и жизни людей, инфраструктуре, имуществу физических и юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде.**

Этот вред может быть причинен непосредственно или косвенно в результате сбоев в работе или иных нарушениях на объектах промышленности и энергетики, а также продукции промышленного производства, **на всем протяжении их жизненного цикла**.

Понятие **комплексной безопасности** включает в себя: технологическую, экологическую (включая защиту населения и персонала), экономическую, информационную безопасность (включая безопасность компьютерной среды), физическую защиту объектов (в частности, от проявлений террористической деятельности), пожарную и др.

Следовательно, деятельность платформы «Комплексная безопасность промышленности и энергетики» охватывает широкий спектр направлений: от ядерной и радиационной безопасности, пожарной и экологической безопасности, неразрушающего контроля и технической диагностики оборудования и объектов до комплексных систем мониторинга и управления безопасностью сложных технических объектов и систем, от комплексной безопасности зданий и сооружений до мониторинга прогнозирования и моделирования природных явлений, их вероятных последствий и

обеспечения безопасности жизнедеятельности в целом, а также информационные технологии, телекоммуникация и связь, надежность систем энергетики и энергетическая безопасность, безопасность на транспорте, страховые инструменты, финансовые риски, социально-экономические, нормативные правовые и нормативно-технические аспекты комплексной безопасности промышленности и энергетики и другие.

Такой широкий спектр направлений существенно отличает ТП КБПЭ от остальных платформ, не говоря уже о том, что во многих из них в той или иной степени следует выделять вопросы безопасности.

Важнейшим итогом деятельности ТП КБПЭ должно стать формирование условий, обеспечивающих активизацию процессов трансформации инновационных научных идей в востребованные рынком продукты, появляющиеся как результат удовлетворения потребностей производства и общества.

Консультантом и партнером по трансформации технологических проектов в бизнес-проекты, а также потенциальным соинвестором выступает ОАО «Федеральный центр проектного финансирования» (100% дочернее общество Государственной корпорации «Банк развития и внешнеэкономической деятельности (Внешэкономбанк), с которым ТП КБПЭ в лице ИБРАЭ РАН подписала Соглашение о сотрудничестве и обмене информацией.

В настоящее время участниками ТП КБПЭ являются около 100 организаций, включая ведущие отраслевые и академические научно-исследовательские институты, высшие учебные заведения, государственные корпорации, проектные организации, опытно-конструкторские бюро, инжиниринговые, производственные и сервисные компании, финансово-кредитные организации, страховые компании, маркетинговые и сбытовые организации, общественные организации и объединения.

Совет ТП КБПЭ, который определяет стратегию ее развития, обеспечивает координацию с заинтересованными органами власти и институтами развития, государственными корпорациями, ведущими российскими компаниями и бизнес ассоциациями. В его состав входят представители федеральных министерств и ведомств (Минэнерго России, Минприроды России, МЧС России, Ростехнадзор, Минпромторг России, Минстрой России), Федерального Собрания Российской Федерации, крупных российских корпораций и компаний и представители бизнес сообщества.

Наличие на территориях различных видов производств, а также устойчивые производственные связи внутри единого народнохозяйственного комплекса, делают необходимым введение **единого нормативного правового пространства**, в рамках которого будет осуществляться надзор и контроль над соблюдением требований безопасности.

Особенность обеспечения безопасности объектов, созданных в процессе антропогенной деятельности, состоит в том, что эта деятельность не предусматривает умышленного нанесения кем-либо вреда государству, юридическому или физическому лицу, окружающей среде. Отсюда целью надзора является обеспечение безопасности не путем остановки производства, а путем обеспечения стабильного функционирования промышленных и энергетических предприятий.

Базовые принципы регулирования отношений, возникающих при разработке, принятии, применении и исполнении обязательных технических требований (ОТТ) к продукции или к связанным с ними процессам проектирования на всем протяжении жизненного цикла от проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, до реализации и утилизации, заложены **в Федеральном законе «О техническом регулировании» (№ 184-ФЗ)**.

Обеспечение безопасности через Федеральный закон № 184-ФЗ – главный рычаг воздействия государства на процессы обеспечения жизнедеятельности и модернизации экономики.

Имеющиеся риски, связанные как с деятельностью самих предприятий, так и с внешними факторами, влияющими на них (природные условия, включая природные катаклизмы, терроризм, вооруженные конфликты и т.д.), снижаются до приемлемых уровней в результате выполнения **обязательных технических требований** (далее – ОТТ) в соответствии с техническими регламентами.

При этом для обеспечения формирования ОТТ, направленных на повышение безопасности функционирования промышленных и энергетических объектов, необходимо, на основании межотраслевой кооперации, проведение исследований и разработок, что является одной из целей технологической платформы.

Введение ОТТ и периодической актуализации нормативной технической документации в сфере комплексной безопасности промышленности и энергетики станет стимулом технологической модернизации предприятий.

Актуальность разработки ТП КБПЭ связана с тем, что сегодня:

- отсутствует комплексный подход к решению проблем безопасности промышленных объектов и объектов энергетики;

- отсутствуют механизмы непрерывной модернизации производств, стимулирования вывода из эксплуатации, утилизации и замещения неэффективного, морально и физически устаревшего оборудования и как следствие – высокая изношенность основных фондов предприятий и лавинообразное нарастание этого процесса;

- отсутствуют системы мониторинга и управления безопасностью, недостаточен уровень контроля и диагностики оборудования, несвоевременны и некачественны меры по устранению дефектов и

проведению ремонтных работ. Вследствие этого обостряются аварийные ситуации техногенной природы, сопровождающиеся огромными людскими, материальными и финансовыми потерями;

- природные катаклизмы сопровождаются серьезными сопутствующими разрушениями сложных технологических систем;

- возросли угрозы терроризма и террористических актов, влияющие на состояние защищенности жизненно важных объектов промышленности и энергетики;

- на безопасность объектов значительно влияет человеческий фактор, требующий внедрения автоматизированных систем принятия решений и повышения уровня квалификации персонала.

Несмотря на то, что перечисленные выше факторы существенно повышают риски, возникающий конфликт интересов между необходимостью обеспечивать безопасность и сиюминутной экономической «целесообразностью», часто разрешается в пользу последнего.

В сознании производителей сложилось устойчивое, **ложное**, представление о том, что системы, обеспечивающие безопасное функционирование промышленных и энергетических объектов представляют собой некий придаток, снижающий рентабельность производства. Следствием этого является отсутствие долгосрочной инновационной политики развития компаний и недостаточный объем средств, отчисляемых на исследования и разработки, предназначенные для целей безопасности. Именно поэтому системы безопасности не стали в полном объеме органической составной частью производственных процессов.

Только в атомной отрасли создана современная высокотехнологичная система предупреждения возникновения нештатных ситуаций, их своевременного выявления и аварийного реагирования на чрезвычайные ситуации на ядерно - и радиационно-опасных объектах Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом», среди которых все АЭС России.

В частности, в рамках корпоративной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций ОАО «Концерн Росэнергоатом» (эксплуатирующая организация всех АЭС на территории Российской Федерации) создан, функционирует и развивается мощный комплекс автоматизированных систем мониторинга параметров безопасности, контроля параметров технологических процессов, радиационной обстановки.

Своевременное и компетентное принятие решений по различным аспектам эксплуатации инженерных систем АЭС, защите персонала, населения и окружающей среды обеспечивается за счет системы научно-технической поддержки на базе 14 ведущих научных организаций страны (в состав которых входят инициаторы ТП КБПЭ). В частности, на базе ИБРАЭ РАН круглосуточно функционирует Технический кризисный центр, осуществляющий научную и экспертную поддержку кризисных центров РОСАТОМа, «Концерна Росэнергоатом», МЧС России, а также региональных кризисных центров некоторых субъектов Российской Федерации.

Позитивно оценивая опыт ведущих организаций, работающих в атомной отрасли, В.В.Путин, по итогам заседания Совета генеральных и главных конструкторов при Председателе Правительства Российской Федерации, дал Поручение Минэнерго России учесть этот опыт при разработке мер по обеспечению надежности и безопасности в ТЭК (протокол от 07.12.2009 г. №4, п.7).

Обеспокоенность сложившейся ситуацией с обеспечением безопасности выразилась в принятии Поручения Совета Безопасности Российской Федерации (заседание от 13 декабря 2010 г., протокол от 24.12.2010 г. № Пр-3778): Правительству Российской Федерации – разработать и утвердить комплекс законодательных и организационных мер, направленных на обеспечение энергетической безопасности России, предусмотрев осуществление мониторинга безопасности единой энергетической системы

России и территориально изолированных систем; Минэнерго России совместно с Российской академией наук проработать вопрос организации на единой методической основе мониторинга состояния энергетической безопасности в субъектах Российской Федерации.

Фактически инициатива учреждения ТП КБПЭ стала ответом НИЦ «Курчатовский институт» и ИБРАЭ РАН на вышеупомянутое Поручение Владимира Владимировича Путина.

Утверждению ТП КБПЭ предшествовала длительная работа, более 3 лет, по обоснованию включения задач, связанных с обеспечением промышленной безопасности, в число задач, которые должны решаться в рамках такого инструмента, какими являются технологические платформы.

Дело в том, что в сознании многих коллег, принимавших решение по нашей заявке, лежали представления, что проблемы технологической безопасности относятся исключительно к прерогативам государства, а, следовательно, должны решаться в рамках государственных или федеральных целевых программ, государственными заказчиками которых выступают либо ФОИВ, либо государственные корпорации.

В то же время в основе любой технологической платформы лежат механизмы государственно-частного партнерства, которое возможно лишь при наличии взаимной заинтересованности в результатах ее деятельности. В нашем случае не только у государства должна быть заинтересованность в повышении безопасности опасных производств, - она подразумевает такую же заинтересованность у собственников этих предприятий.

Правильно выстроенная система надзора и контроля соблюдения требований безопасности, **ориентированная** на формирование механизмов стимулирования разработки и установки систем обеспечения безопасности объектов, соответствует не только интересам государства, но и интересам отдельных поселений и граждан, а также интересам тех профессиональных участников промышленного и энергетического рынка, которые

ориентированы не на получение сиюминутной выгоды, а на долгосрочную стратегию, связанную с развитием и расширением производства.

Финансирование собственниками компаний мероприятий по выполнению обязательных требований повышения безопасности функционирования промышленных и энергетических объектов увеличит капитализацию и инвестиционную привлекательность этих компаний и сделает их более конкурентоспособными на внутреннем и внешнем рынках. Так, введение обязательного требования по периодичности пересмотра технической и технологической документации предприятия на соответствие современным требованиям безопасности позволяет легитимно обеспечить непрерывную модернизацию производств. Это может не только полностью обеспечить рынок услуг для таких мощных предприятий, как например, ГК «Ростехнологии», а также увеличить востребованность изобретений и новейших разработок предприятий малого бизнеса, но и обеспечить основу достижения цели инновационного развития и диверсификации экономики.

В свою очередь это обеспечит постоянное расширение рынков сбыта продукции и услуг предприятий, повышение качества жизни населения благодаря созданию новых рабочих мест и улучшению экологических факторов, а также увеличит наполняемость бюджетов всех уровней, в том числе, за счет расширения налогооблагаемой базы.

Государство фактически через систему надзора и контроля в области безопасности инициирует приток инвестиций в промышленность и энергетику и управляет им, тем самым управляя развитием национальной экономики.

Мы даже не говорим о тех компаниях, деятельность которых напрямую связана с технологической безопасностью. Мы имеем в виду страховщиков, которые страхуют ответственность собственников промышленных предприятий перед третьими лицами в соответствии с Федеральным законом

№225-ФЗ за возможный ущерб в результате техногенных аварий. Они просто заинтересованы в деятельности ТП КБПЭ.

Таким образом, комплексная безопасность промышленности и энергетики – важнейший аспект социально-экономического развития страны и ее национальной безопасности. Для достижения необходимого масштаба проникновения в экономику и сознание людей единого представления и общей культуры комплексной безопасности все мероприятия в рамках ГЧП, направленные на повышение безопасности объектов промышленности и энергетики, должны стать национальным проектом.

Понимание системности в обеспечении безопасного функционирования каждой составляющей промышленного комплекса и ТЭК должно привести к формированию абсолютно нового взгляда на роль комплексной безопасности для каждого гражданина страны и государства в целом. [1]

Настоящая Программа разработана на основании Методических материалов Минэкономразвития России с учетом положений следующих решений Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям, федеральных органов исполнительной власти:

– Порядок формирования перечня технологических платформ (утвержден решением Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 3 августа 2010 г., протокол №4).

– План мер по развитию технологических платформ на 2011 г. (утвержден решением Рабочей группы по развитию частно-государственного партнерства в инновационной сфере при Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям 11.07.2011 г., протокол № 23-АК).

[1] Большов Л.А., Пономарев В.Н., Тукнов Д.С., Кононенко В.Ю., Смоленцев Д.О.

«Комплексная безопасность промышленности и энергетики» - основа национального проекта по технологической модернизации».

Журнал «Национальные проекты» № 6 2011г., с. 40-41; № 7/8 2011г., с. 24-26.

– Решения Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 01.04.2011 г. протокол № 2, от 05.07.2011 г. протокол №3.

Настоящая СПИ разработана при участии членов Экспертного совета и руководителей секций по научно-техническим направлениям ТП КБПЭ, а также организаций – участников технологической платформы «Комплексная безопасность промышленности и энергетики» и предназначена для организации создания научно-технического задела перспективных продуктов и технологий по основным направлениям деятельности платформы.

1. Состояние и текущие тенденции развития рынков и технологий в сфере деятельности технологической платформы

1.1. Состояние и проблемы развития рынков и технологий

Стремительное развитие промышленности и технологий, появление новых агрегатов и модернизация прежних, возрастающие темпы производства и связанное с ней повышение потребления энергетических ресурсов накладывают обязательное совершенствование мер направленных на обеспечение промышленной безопасности на объектах, безопасности экологической среды и самих объектов в целом, а также совершенствование нормативно-правовой базы и органов контроля.

В России, в совокупности, годовой материальный ущерб от техногенных катастроф и аварий, а также затраты на их ликвидацию, составляют десятки миллиардов рублей.

Значительная доля ущерба связана с авариями на опасных производственных объектах, которые представляют серьезную потенциальную угрозу населению и окружающей среде в случае нарушения установленных норм и требований промышленной безопасности.

В настоящее время технологический уровень Российской Федерации значительно уступает технологическому уровню развитых стран – показатель социального риска техногенного характера (частота аварий, приводящих к поражению определенного количества людей) в Российской Федерации в несколько раз выше.

Такое положение обусловливает формирование угроз национальной безопасности нашей страны, является главным стратегическим вызовом,

делает продукцию неконкурентоспособной, мешает нормальному течению производственных процессов.

По данным отчета за 2015 года Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (далее – Ростехнадзор) в 2015 году на поднадзорных Ростехнадзору предприятиях произошло 261 авария и 240 несчастных случаев со смертельным исходом (Таблица 1). Данные свидетельствуют, что в целом имеется некоторый тренд снижения аварийности и травматизма, но в целом этот тренд носит скачкообразный характер и неравномерен в долгосрочной динамике (рис. 1 - 4).

Таблица 1 – Справка по количеству аварий, нарушений, смертельных травм на предприятиях РФ 2012-2015 гг., составленная по данным годовых отчетов Ростехнадзора.

№	Вид деятельности	2012		2013		2014		2015	
		Количество нарушений/ аварий	***Количество травм со смертельным исходом***	***Количество нарушений/ аварий***	***Количество травм со смертельным исходом***	***Количество нарушений/ аварий***	***Количество травм со смертельным исходом***	***Количество нарушений/ аварий***	***Количество травм со смертельным исходом***
1	Нарушения в работе АЭС	51	0	39	0	43	0	35	0
2	Угольная промышленность	16	36	11	63	8	26	8	20
3	Горнорудная и нерудная промышленность, объекты подземного строительства	12	69	7	55	2	58	1	46
4	Объекты нефтегазодобывающей промышленности	18	19	18	18	18	9	17	9
5	Объекты нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей промышленности и объекты нефтепродуктообеспечения	18	13	14	4	19	7	19	11
6	Объекты магистрального трубопроводного транспорта и подземного хранения газа	21	1	12	1	13	2	9	2
7	Металлургические и коксохимические производства и объекты	3	15	2	9	2	9	4	10
8	Объекты газораспределения и газопотребления	47	19	40	2	21	7	33	4

9	Предприятия химического комплекса	6	7	2	5	11	2	3	12
10	Предприятия оборонно-промышленного комплекса	1	0	2	2	6	6	4	5
11	Производство, хранение и применение взрывчатых материалов промышленного назначения	1	1	2	6	4	5	3	6
12	Транспортирование опасных веществ	4	4	1	0	2	2	1	1
13	Взрывоопасные объекты хранения и переработки растительного сырья	0	3	1	5	1	6	1	3
14	Объекты, на которых используется оборудование, работающее под давлением	2	2	3	2	6	6	1	0
15	Объекты, на которых используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы и подъемные сооружения	49	85	30	53	38	51	59	58
16	Электрические станции, котельные, электрические и тепловые установки и сети	173	127	108	101	87	66	63	53
16	**Всего**	**422**	**401**	**292**	**326**	**281**	**262**	**261**	**240**

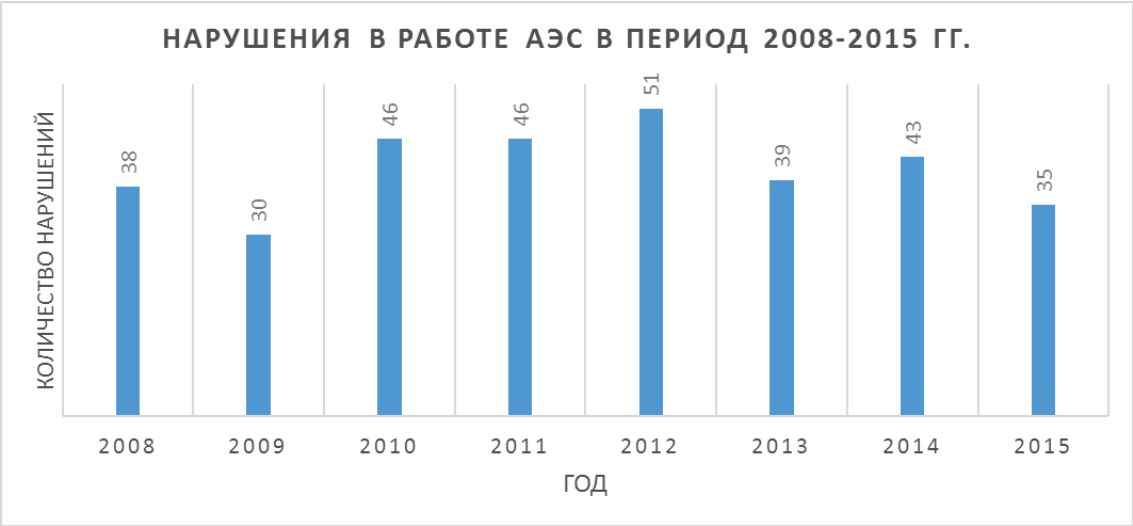


Рисунок 1. Нарушения в работе АЭС в период 2008-2015гг.
по данным Ростехнадзора

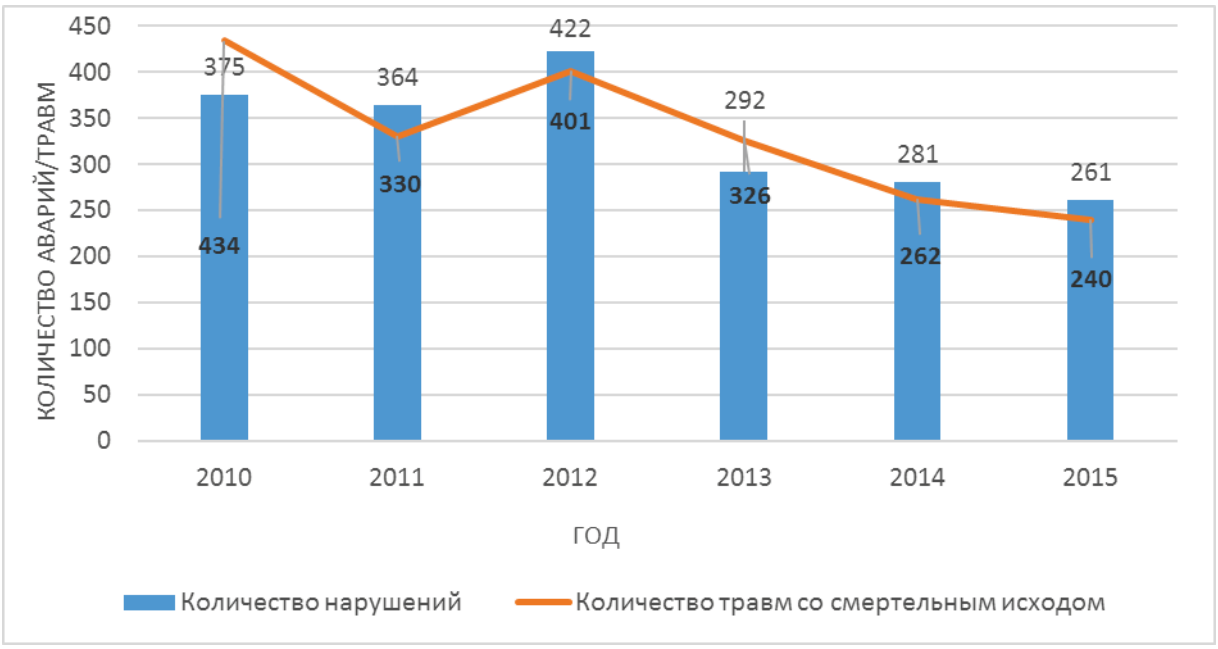


Рисунок 2. Аварии на поднадзорных электрических станциях, котельных, электрических и тепловых установках и сетях в период 2010-2015 гг. по данным Ростехнадзора

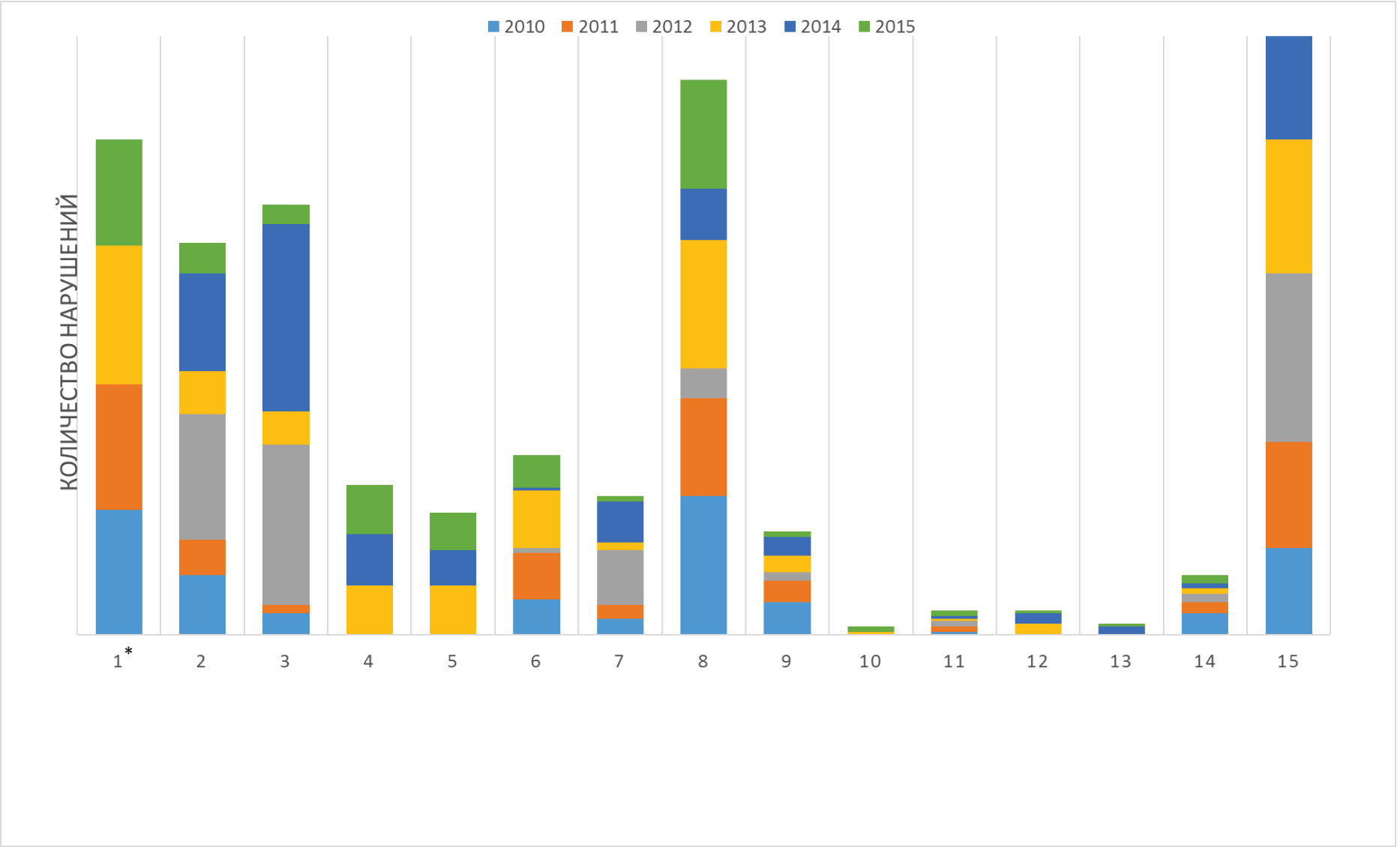


Рисунок 3. Аварии на некоторых поднадзорных Ростехнадзору объектах в период 2010 – 2015 гг.

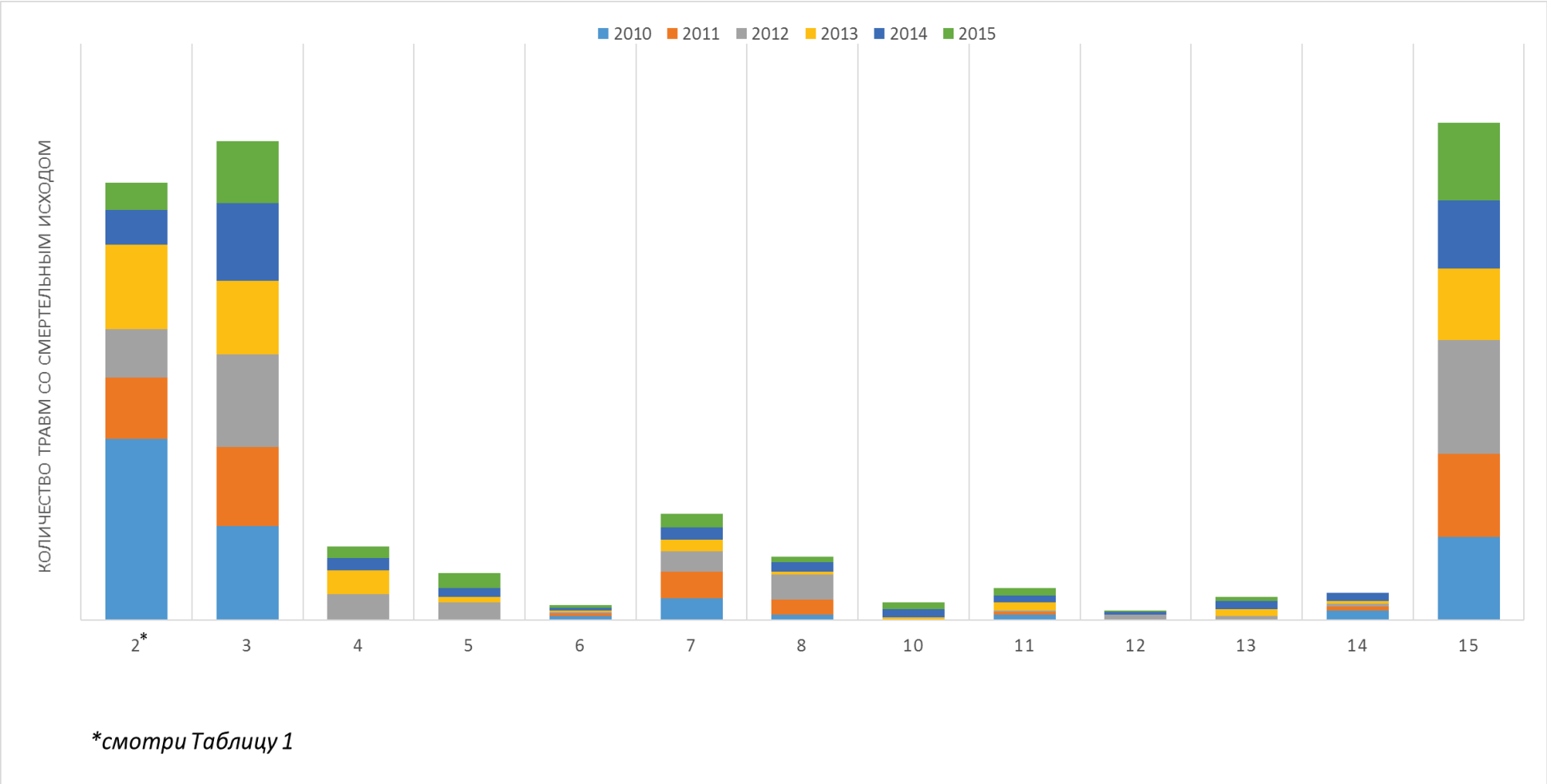


Рисунок 4. Травмы со смертельным исходом на некоторых поднадзорных Ростехнадзору объектах в период 2010 – 2015 гг.

Данные, показанные на рисунке 2, выделены в отдельный график, т.к имеют существенно более высокие показатели аварийности и смертности при эксплуатации объектов за меньшее количество времени. Несмотря на то, что современный рынок систем защиты и управления энергетических объектов характеризуется стремительным внедрением новых технологий, технологических решений и основанного на них оборудования (в первую очередь это цифровые технологии формирования, передачи, обработки информации и принятия решений, сетевые коммуникационные технологии). Темпы создания и внедрения указанных технологий и оборудования существенно опережают темпы осознания их уязвимостей, создания методов и средств оценки их надежности и влияния на безопасность для государства и общества. В результате существенно возросла доля неправильных срабатываний релейной защиты.

Несмотря на быстрое внедрение новых технологий и устройств на их основе, сектор присутствия этих технологий ограничен. Так цифровые релейные защиты составляют от 20 до 25% общего парка релейных защит, что обусловлено существенными затратами, а внедрение новых технологий и устройств как в части их стоимости, так и в части расходов на модернизацию эксплуатационной инфраструктуры для обеспечения требований электромагнитной совместимости, окружающей среды и т.п. В то же время переключение внимание на новые технологии привело к практически полной остановке поддержки в надлежащем состоянии традиционных, в частности, электромеханических устройств. Сегодня уровень износа традиционных устройств защиты достиг предельного уровня. При заданных производителями 12 годах эксплуатационного ресурса 70% оборудования эксплуатируются более 25 лет, в том числе 35% - более 35 лет. В результате одной из основных причин неправильной работы традиционных систем защиты является старение оборудования. По этой причине происходит около 38% неправильных срабатываний в этих системах.

Следует отметить, что характеристики, влияющие на комплексную безопасность энергообъектов и выгодно отличающие традиционные технологии от новых, зачастую игнорируются разработчиками и проектантами. А работы по разработке комбинированных на базе традиционных технологий решений, обеспечивающих баланс между характеристиками и эксплуатационной надежностью и безопасностью, практически не ведутся.

К сожалению, на сегодня отсутствуют стандартизованные методы и средства оценки влияния на комплексную безопасность энергообъектов новых технологий и устройств защиты и управления на стадии их создания и в процессе разработке на их базе проектных решений, а также и методология их построения соразмерно декларируемым целям и поставленным задачам.

Несмотря на целый ряд ВУЗов, в которых имеются кафедры, готовящие специалистов для работы с системами защиты и управления энергетических объектов, предприятия, ведущие разработку, производство и эксплуатацию таких систем, постоянно испытывают значительный дефицит профессиональных кадров, в том числе, владеющих вопросами оценки влияния этих систем на комплексную безопасность работы энергетических объектов.

Также из таблиц и рисунков видно, что аварии и несчастные случаи распределены неравномерно, а также видно отсутствие значительного снижения и сохранения такой динамики в долгосрочной перспективе.

Анализ причин аварий и несчастных случаев на поднадзорных объектах показал, что подавляющая доля (до 50%) причин аварий и несчастных случаев на производстве носит организационный характер. Основными причинами аварийности и травматизма являются системные грубые нарушения требований безопасности, связанные с бесконтрольностью и низкой производственной дисциплиной персонала, а также неэффективностью систем производственного контроля, недостаточностью проработки нормативных актов, а иногда и полное отсутствие таковых.

Среди причин аварий, связанных с человеческим фактором, выделяется также низкий уровень квалификации и переподготовки персонала.

Кроме того, причинами большого количества аварий, являются эксплуатация изношенного и неисправного оборудования, неисправность запорных и противоаварийных устройств, отступление от требований проектной и технологической документации недостаточный контроль со стороны надзорных органов, плохо проработанные инструкции и нормативные акты, отсутствие единых стандартов безопасности

Происходящие нарушения не подвергаются всестороннему анализу, не разрабатываются программы по предупреждению и прогнозированию аварий.

По существующей статистике в России на опасных производственных объектах (ОПО) ежегодно происходят сотни аварий и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, следствием которых являются угрозы и реальные потери здоровья и жизни персонала. Во многом это объясняется неэффективностью организационно-технических решений вопросов техногенной безопасности в жизненном цикле систем, в значительной степени, обусловленной недостаточной разработанностью нормативных документов, регламентирующих деятельность по ее обеспечению. Это – несмотря на то, что для решения проблем безопасности в России разработаны и действуют Федеральные законы «О техническом регулировании», «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «О газоснабжении в Российской Федерации», «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса», технические регламенты «О требованиях пожарной безопасности», «О безопасности зданий и сооружений», «О безопасности машин и оборудования», нормативные правовые акты по декларированию промышленной и пожарной безопасности, анализу опасностей и оценке риска аварий (РД 03-418-01, РД–03-14-2005, РД-03-357-00, РД 03-409-01 и др.), Федеральные нормы и правила «Правила безопасности в нефтяной и газовой

промышленности» (2013, вместо ПБ 08-624-03), «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (2013, вместо ПБ 03-540-03), «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта» (утв. Ростехнадзором от 15.07.2013 № 306), «Правила безопасности для магистральных трубопроводов» и др. Однако в этих документах практически не освещены вопросы научного обоснования уровней допустимых рисков, ориентация на которые обеспечит не только уверенность в достижении комплексной техногенной безопасности производства, но и позволит осуществить выработку эффективных упреждающих управленческих решений по повышению ее уровня.

Проблемы в области промышленной безопасности носят системный характер. Существующие нормы и правила по обеспечению промышленной безопасности, в большинстве случаев не отражают значительное расширение внешнеэкономических связей России с другими странами, масштабное поступление импортных технических устройств и строительство промышленных предприятий по западным технологиям.

1.2. Основные тенденции и перспективные направления развития науки и технологий

Для того чтобы охарактеризовать основные тенденции и перспективные направления развития науки и технологий в отраслях и секторах экономики, к которым относится технологическая платформа, рассмотрим следующие основные вопросы:

- основные проблемы и вызовы в области развития науки и технологий (в области комплексной безопасности промышленности и энергетики);
- технологии, которые предполагается развивать в рамках технологической платформы;

- сектора экономики, на которые предполагается воздействие технологий, развиваемых в рамках технологической платформы;
- первоочередные направления исследований и разработок по созданию (совершенствованию) технологий, которые предполагается развивать в рамках технологической платформы;
- перспективы развития рассматриваемого направления науки и технологий;
- сопоставление направлений исследований и разработок, технологий, которые предполагается развивать в рамках технологической платформы, с деятельностью зарубежных аналогов технологической платформы.

Аварии и катастрофы природного и техногенного характера в стране в последние годы, как уже было показано ранее, приобрели такой размах, что начали приводить к необратимым нарушениям экологии и оказывать существенное влияние на состояние безопасности населения и государства.

Сравнение состояния проблемы комплексной безопасности промышленных и энергетических объектов в России и в других промышленно развитых странах по показателю «социальный риск» (частота чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС), приводящих к поражению определенного числа людей) показывает, что в России значение этого показателя в 10÷100 раз выше, чем в развитых странах.

Связано это во многом с отсутствием единого, межотраслевого подхода в обеспечении комплексной безопасности промышленности и энергетики. Технические требования по каждому аспекту комплексной безопасности в той или иной отрасли разрабатываются без учета взаимного влияния различных видов безопасности, в особенности без учета специфики составляющих сложных технических систем.

Причиной многих из аварий, в том числе, выступают организационные аспекты: отсутствие системы подготовки и переподготовки специалистов, дефицит проектно-изыскательского и научно-исследовательского потенциала, невыполнение плановых обязательств по модернизации устаревшего оборудования вкупе со стремлением увеличить объемы производства.

Определенную отрицательную роль сыграло и несовершенство надзора за работой сложных технических систем, в частности, отсталости, а в некоторых случаях и отсутствия нормативных правовых документов и регламентов на отдельные виды оборудования, технические комплексы и системы. И это понятно. Любой сложный объект представляет из себя некую структуру, состоящую из продуктов и решений различных отраслей.

В 2009 г. авария на Саяной-Шушенской ГЭС явилась следствием несоответствия комплекса защитных мер в отношении оборудования и персонала ГЭС видам опасности (Акт технического расследования причин аварии, произошедшей 17 августа 2009 г. в филиале Открытого Акционерного Общества «РусГидро» - «Саяно-Шушенская ГЭС имени П.С.Непорожнего», Москва, 2009г.). В частности, по результатам комплексных исследований были выявлены нарушения и не соответствия:

в электротехнической части: отсутствие интеллектуального резервного источника питания и ключа управления на главном щите центрального пульта управления приводов сброса аварийно-ремонтных затворов напорных водоводов;

в системе управления:	отсутствие в алгоритме работ гидромеханической колонки регулятора режима закрытия направляющего аппарата при потере электроснабжения;
инженерной части:	применение оборудования и линий питания, связи, управления, контроля и защиты не во влагопылезащищенном исполнении;
в части проектной разработки:	отсутствие в помещениях с постоянным либо временным расположением персонала эвакуационных выходов на отметку, не подвергаемую затоплению;
в части охраны труда:	отсутствие в помещениях с постоянным либо временным расположением персонала необходимых средств индивидуальной защиты.

Обеспечение комплексной безопасности задача во многом системная. Если говорить более точно, то межотраслевая. Для ее решения должны быть задействованы все возможные средства как технические, так и организационные.

Наиболее яркими примерами событий, вызванных отсутствием высокой культуры безопасности, являются:

- взрыв на шахте «Распадская», в результате которого погибли 90 человек и почти полностью была уничтожена инфраструктура шахты;

- авария на Саяно-Шушенской ГЭС унесла жизни 75 человек, ущерб составил 37,7 млрд. рублей;
- в конце 2010 г. – начале 2011 г. из-за снегопада, массового обледенения проводов и падения деревьев на ЛЭП 4,4 тыс. населенных пунктов с населением 900 тыс. человек было обесточено, также был обесточен аэропорт «Домодедово», отменено более 70 рейсов, в терминалах «застряли» порядка 6 тыс. человек.

Становится очевидным, что необходим совершенно иной поход в обеспечении комплексной безопасности промышленности и энергетики. ***А именно межотраслевой «терапевт» – структура, обладающая широким диапазоном знаний не только в области проектирования и функционирования сложных технических системах, но и знаниями в области развития науки и техники.***

Реализация механизмов государственно-частного партнерства, сформированных в рамках настоящей технологической платформы, обеспечит создание востребованных рынком технологий, высокотехнологичных продуктов (см. Таблицу 2).

Таблица 2 – Основные технологии, которые предполагается развивать в рамках технологической платформы

№ п/п	***Группа технологий***	***Наименование технологий***	***Соответствие уровню развития науки и техники***
1	Технологии и системы мониторинга и управления комплексной	1.1. Технологии математического, компьютерного моделирования аварийных процессов в энергетических и промышленных установках, и их влияния на жизнедеятельность человека	уровень соответствует мировому

№ п/п	*Группа технологий*	*Наименование технологий*	*Соответствие уровню развития науки и техники*
	безопасностью	и экономику.	
		1.2. Технологии анализа и управления рисками (в том числе вероятностный анализ безопасности).	уровень соответствует общероссийскому
		1.3. Технологии мониторинга (сбора, обработки, передачи и анализа информации), состояния и уровня безопасности, а также управления безопасностью промышленных объектов, объектов энергетики и распределительных систем, инфраструктурных объектов и опасных грузов, обеспечивающих контроль и противоаварийное управление на всех этапах жизненного цикла в реальном масштабе времени, в том числе с использованием системы ГЛОНАСС.	уровень соответствует мировому
		1.4. Технологии технической и расчетно-аналитической поддержки управления и принятия решений в реальном или квазиреальном масштабах времени, предупреждающие возникновение аварийных и чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах, системообразующих объектах энергетики и объектах коммунальной энергетики.	уровень соответствует мировому
		1.5.Технологии автоматизированного	уровень

№ п/п	*Группа технологий*	*Наименование технологий*	*Соответствие уровню развития науки и техники*
		мониторинга процессов жизнеобеспечения населения в жилых домах, включая экономический мониторинг зависимости энергообеспечения от цен на энергоресурсы и платежеспособности населения	соответствует мировому
2	Технологии и системы ТД и НК промышленного и энергетического оборудования	2.1. Технологии диагностирования внутренней структуры материалов, основанные на новых принципах взаимодействия различных физических полей, в том числе комплексации их, с компьютерной визуализацией результатов и вычислительным восстановлением трехмерной внутренней структуры объекта.	уровень соответствует мировому
		2.2. Технологии неразрушающего контроля материалов с использованием современных методов и средств, повышающих достоверность результатов контроля.	уровень соответствует мировому
		2.3. Технологии оперативной режимной диагностики промышленного и энергетического оборудования, а также систем тепло- и электроснабжения без вывода их из эксплуатации.	уровень соответствует общероссийскому
		2.4. Электрофизические технологии охраны промышленных объектов, объектов энергетики и объектов	уровень соответствует мировому

№ п/п	*Группа технологий*	*Наименование технологий*	*Соответствие уровню развития науки и техники*
		транспортной инфраструктуры.	

При выработке долгосрочной инновационной стратегии развития технологий комплексной безопасности промышленности и энергетики необходимо выбрать перспективные рыночные ниши, где освоение базисных и улучшающих инноваций принесет наибольший социально-экономический эффект. Определение инновационных приоритетов и перспективных ниш также должно стать основой для разработки стратегических планов на среднесрочную перспективу и системы федеральных целевых научно-технических и инновационных программ, опирающихся на бюджетное финансирование и частные инвестиции.

Реализация технологической платформы и экспансия ее продуктов на рынок предполагает прямое либо косвенное воздействие технологий, развиваемых в ее рамках, на основные сектора экономики (см. Таблицу 3).

Таблица 3 – Сектора экономики, на которые предполагается воздействие технологий, развиваемых в рамках технологической платформы

п/п	*Группа технологий*	*Сектор экономики*
1	Технологии и системы мониторинга и управления комплексной безопасностью	• Энергетика; • Нефтехимия; • Коммунальная энергетика и ЖКХ; • Транспорт (в том числе, трубопроводный); • Добывающая и перерабатывающая промышленность; • Металлургия; • Авиационная и космическая отрасли;

п/п	*Группа технологий*	*Сектор экономики*
		• Судостроение; • Службы МЧС, охраны особо важных промышленных объектов, объектов транспортной инфраструктуры, безопасности населения; • Банковская деятельность, финансовый рынок и рынок страховых услуг.
2	Технологии и системы ТД и НК промышленного и энергетического оборудования	• Энергетика; • Нефтехимия; • Коммунальная энергетика и ЖКХ; • Транспорт (в том числе трубопроводный); • Добывающая и перерабатывающая промышленность; • Металлургия; • Промышленное, дорожное и жилищное строительство; • Машиностроение, приборостроение и электронная отрасль; • Судостроение; • Авиационная и космическая отрасли; • Таможенные и пограничные структуры, службы МЧС, охраны особо важных промышленных объектов, объектов транспортной инфраструктуры, безопасности населения; • Здравоохранение; • Банковская деятельность и финансовый рынок.

Создание такой межотраслевой структуры будет являться переходом на новую ступень экономического развития. Позволит предугадывать и прогнозировать аварийные ситуации. Разрешать их не по мере поступлений, а намного раньше.

Технологическая платформа «Комплексная безопасность промышленности и энергетики» как раз выступает таким интегратором, способным разработать совершенно новые подходы

обеспечения безопасности для отраслей и во взаимодействии с отраслями.

Технологическая платформа лежит в русле приоритетных направлений развития науки, технологий и техники РФ, определенных Указом Президента РФ от 07.07.2011 г. № 899:

- безопасность и противодействие терроризму;
- энергетика и энергосбережение;
- транспортные, авиационные и космические системы;
- информационно-телекоммуникационные системы;
- рациональное природопользование.

Технологии, которые предполагается развивать в рамках платформы, представляют собой связанный по смыслу и содержанию комплекс, широко охватывающий различные аспекты безопасности промышленности и энергетики. Реализация данного комплекса технологий в настоящее время, с учетом отраслевых специфик сегодняшнего уровня безопасности российских объектов промышленности и энергетики, возможностей предприятий и организаций-участников технологической платформы, будет являться минимальным набором тех необходимых мер, которые позволят за очень малые сроки в значительной степени решить основные проблемы и вызовы в области развития инструментов обеспечения комплексной безопасности промышленности и энергетики. При этом определение первоочередных направлений исследований и разработок по созданию технологий основывалось на критических потребностях научно-технической сферы и возможностях организаций-участников технологической платформы.

Сравнительный анализ технологий, которые планируется развивать в рамках технологической платформы, с технологиями зарубежных аналогов технологической платформы и крупных научно-технических институтов, деятельность которых связана с обеспечением комплексной безопасности

промышленности и энергетики (ETPIS, U.S. DOE, MIT, APEC EWG и др.), показал высокую степень соответствия реализуемых технологий мировым тенденциям и подходам по решению проблем обеспечения комплексной безопасности. При этом можно отметить сравнительно высокий уровень охвата аспектов безопасности технологиями, которые планируется развивать в рамках технологической платформы.

При проведении сравнительного анализа наибольший интерес представлял прямой аналог технологической платформы – Европейская технологическая платформа по промышленной безопасности (European Technology Platform on Industrial Safety (ETPIS). Сравнительный анализ, результаты которого приведены в Приложении 7, показал, что обе технологические платформы направлены на развитие близких по содержанию групп технологий, ориентированных на моделирование, анализ и управление рисками, системы защиты и интеллектуальные датчики, мониторинг и управление безопасностью. В то же время выработанная с учетом российской действительности структура первоочередных исследований и разработок (см. п. 3.1.4.) обладает рядом особенностей. Например, большой акцент делается на разработку физических методов неразрушающего контроля и технической диагностики для нужд широкого спектра типов объектов промышленности и энергетики.

Таким образом, технологическая платформа соответствует мировым тенденциям в сфере обеспечения комплексной безопасности промышленности и энергетики и отвечает потребностям и вызовам сегодняшней российской действительности.

Реализация технологической платформы предполагает направленность на следующие основные виды продукции:

1. Системы электроснабжения жизнедеятельности крупных объектов-потребителей или комплекса объектов инфраструктуры с учетом особенностей структуры региональных систем энергетики;

2. Аппаратно-программные комплексы для компьютерного моделирования и анализа сценариев аварийных ситуаций на промышленных и энергетических объектах;

3. Аппаратно-программные комплексы для физико-математического моделирования и проведение анализа устойчивости и надежности промышленной инфраструктуры при аварийных ситуациях в промышленности и энергетике;

4. Системы управления рисками субъектов промышленности, энергетики и энергопотребителей, включая потребителей и объекты жилищно-коммунального хозяйства;

5. Системы мониторинга и управления комплексной безопасностью объектов промышленности и энергетики на этапах всего жизненного цикла в реальном масштабе времени;

6. Системы технической поддержки органов повседневного управления РСЧС принятия решений в реальном масштабе времени, в том числе, в аварийных и чрезвычайных ситуациях техногенного и природного характера;

7. Энергоисточники разного типа и назначения, в том числе, локальная энергетика и атомные станции блочного типа, с высоким уровнем безопасности;

8. Сетевые накопители электрической энергии, интеллектуальные резервные источники бесперебойного электроснабжения, включая аккумуляторные батареи большой мощности и энергоёмкости;

9. Интеллектуальные системы ТД, включая аппаратно-программное обеспечение;

10. Информационно-измерительные системы для мониторинга технического состояния высоконагруженных элементов промышленного и энергетического оборудования;

11. Системы высокопроизводительного неразрушающего контроля фактического состояния металла оборудования и трубопроводов потенциально опасных производственных объектов на различных этапах их жизненного цикла, с компьютерной визуализацией результатов контроля и вычислительным восстановлением трехмерной внутренней структуры объекта;

12. Высокоинформативные диагностические аппаратно–программные комплексы распознавания образов выявленных дефектов и оценки напряженно-деформированного состояния для эксплуатационного мониторинга ресурса оборудования и трубопроводов потенциально опасных производственных объектов;

13. Системы оперативной режимной диагностики промышленного и энергетического оборудования, а также систем тепло- и электроснабжения без вывода их из эксплуатации;

14. Системы физической защиты промышленных и энергетических объектов.

Структура основных видов продукции технологической платформы по группам технологий представлена в Таблице 4 (нумерация столбцов таблицы соответствует нумерации основных видов продукции).

Таблица 4 — Основные виды продукции технологической платформы по группам технологий

Группа технологий/технология \ **Основные виды продукции**		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Технологии и системы мониторинга и управления комплексной безопасностью	Технологии математического, компьютерного моделирования аварийных процессов в энергетических и промышленных установках, и их влияния на жизнедеятельность человека и экономику.	+	+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	
	Технологии анализа и управления рисками (в том числе вероятностный анализ безопасности).	+	+	+	+	+	+	+	+				+		
	Технологии мониторинга (сбора, обработки, передачи и анализа информации), состояния и уровня безопасности, а также управления безопасностью промышленных объектов, объектов энергетики и распределительных систем, инфраструктурных объектов и опасных грузов, обеспечивающих контроль и противоаварийное управление на всех этапах жизненного цикла в реальном масштабе времени, в том числе, с использованием системы ГЛОНАСС.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Технологии технической и расчетно-аналитической поддержки управления и принятия решений в реальном или квазиреальном масштабах времени, предупреждающие возникновение аварийных и чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах, системообразующих объектах энергетики и объектах коммунальной энергетики.	+	+	+	+	+	+								
Технологии и системы ТД и НК промышленного и энергетического оборудования	Технологии диагностирования внутренней структуры материалов, основанные на новых принципах взаимодействия различных физических полей, в том числе, комплексации их, с компьютерной визуализацией результатов и вычислительным восстановлением трехмерной внутренней структуры объекта.									+	+	+	+	+	
	Технологии неразрушающего контроля материалов с использованием современных методов и средств, повышающих достоверность результатов контроля.									+	+	+		+	
	Технологии оперативной режимной диагностики промышленного и энергетического оборудования, а также систем тепло- и электроснабжения без вывода их из эксплуатации.									+	+	+	+	+	+
	Электрофизические технологии охраны промышленных объектов, объектов энергетики и объектов транспортной инфраструктуры.										+				+

Перечень основных видов продукции, на разработку (совершенствование) которой направлена деятельность технологической платформы, будет уточняться и корректироваться в ходе подготовки Концепции технологической платформы и разработки «Дорожной карты» ее реализации.

Продукция, полученная при реализации технологической платформы, найдет широкое применение в различных областях (см. Таблицу 5).

Таблица 5 – Области применения продукции технологической платформы

п/п	**Группа технологий**	**Область применения**
1	Технологии и системы мониторинга и управления комплексной безопасностью	• Базовые, критические военные и специальные технологии (при создании новых видов); • Безопасность атомной и традиционной энергетики; • Мониторинг и управление комплексной безопасностью промышленных и энергетических объектов; • Транспортные и судостроительные технологии освоения пространств и ресурсов Мирового океана; • Мониторинг окружающей среды; • Надежное и бесперебойное энергоснабжение потребителей; • Нетрадиционные возобновляемые экологически чистые источники энергии и новые методы ее преобразования и аккумулирования; • Обращение с радиоактивными отходами и облученным ядерным топливом; • Поиск, добыча, переработка и трубопроводный транспорт нефти и газа; • Добыча и переработка угля; • Природоохранные технологии, переработка и утилизация техногенных образований и отходов; • Снижение риска и уменьшение последствий природных и техногенных катастроф; • Системы жизнеобеспечения и защиты челове- ка; • Сохранение и восстановление разрушенных земель, ландшафтов и биоразнообразия; • Энергосбережение.
2	Технологии и системы ТД и НК промышленного и энергетического	• Авиационная и ракетно-космическая техника с использованием новых технических решений (для их безопасной эксплуатации); • Базовые, критические военные и специальные технологии

п/п	Группа технологий	Область применения
	оборудования	(при создании новых видов); • Безопасность атомной и традиционной энергетики; • Надежное и бесперебойное энергоснабжение потребителей; • Нетрадиционные возобновляемые экологически чистые источники энергии и новые методы ее преобразования и аккумулирования; • Обращение с радиоактивными отходами и облученным ядерным топливом; • Обезвреживание техногенных сред; • Поиск, добыча, переработка и трубопроводный транспорт нефти и газа; • добыча и переработка угля; • Оценка, комплексное освоение месторождений и глубокая переработка стратегически важного сырья; • Технологии высокоточной навигации и управления движением; • Энергосбережение; • Быстрое возведение и трансформация жилья (при решении вопросов безопасной эксплуатации зданий); • Экологически чистый и высокоскоростной наземный транспорт.

В долгосрочном прогнозе следует ожидать появления комплексных систем безопасности для всех техногенных систем, которые позволят обеспечить надежную их эксплуатацию и существенно снизить ущербы от их отказов.

В результате технологическая платформа позволит объединить в сфере комплексной безопасности все ведущие промышленные и энергетические предприятия.

1.3. Состояние и проблемы нормативной правовой базы, принятых федеральных регламентов, норм и правил

Современное состояние дел в области комплексного обеспечения безопасности в промышленности в Российской Федерации характеризуется следующими особенностями:

Организационные проблемы

Не завершен переход от доминировавшего в СССР предписывающего подхода **к современной парадигме обеспечения промышленной безопасностью (ПБ)**, гармонично сочетающей как предписывающий, так и целеориентированный (performance-based) подходы.

Во второй половине 90-х - начале 2000-х, используя положительный опыт ЕС (директивы по безопасности, Еврокоды и т.д.) в качестве образца, была предпринята попытка реализовать собственную национальную модель трехуровневой системы технических нормативов и стандартов.

В этой системе предполагалось, что на верхнем (первом) уровне иерархии - в федеральных законах (аналоге европейских директив) - будут установлены общие, наиболее существенные требования к безопасности (essential requirements в европейской модели) промышленного производства. На среднем (втором) уровне - в технических регламентах - будут установлены более детальные и конкретные, специфические для каждой отрасли требования к безопасности (фактически цели, управляющие параметры и критерии безопасности). Предполагалось, что документы верхнего и среднего уровня будут отражать, с одной стороны - потребности общества (выраженные через парламентских представителей), а, с другой стороны, требования государства (в лице регулирующих органов - Гостехнадзор, Главэкспертиза и т.д.) в виде минимальных обязательных (для собственников и операторов опасных производств) к исполнению требований, соблюдение которых обеспечит требуемый обществом уровень

безопасности. Предполагалось также, что в документах третьего уровня (технические стандарты, нормы и правила, своды правил и т.д.) будут регламентированы методы, инструменты и «наилучшие практики»/ноу-хау по достижению заявленных (в документах верхнего и среднего уровней) целей безопасности.

Старт модернизации российского технического регулирования можно условно соотнести с выходом федерального закона «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ.

За прошедшее десятилетие была проделана большая инновационная работа, только, к сожалению, на двух верхних уровнях - выпущены федеральные законы по безопасности для практически всех ключевых отраслей промышленности и подготовлен (с разной степенью успешности) набор отраслевых технических регламентов. Указанная работа была основана, в основном, на начавшемся ограниченном (по тематикам и глубине) переносе передового зарубежного опыта.

На третьем - наиболее детальном, узком и близком к конкретным производствам - уровне методическая работа практически не велась в силу недофинансирования государственных программ и отсутствия опыта подготовки стандартов с использованием целеориентированного подхода в отраслевых саморегулирующихся организациях (СРО). В силу недофинансирования и вызванного им прерывания культуры и навыков подготовки стандартов, многочисленные отраслевые своды правил и т.д. разрабатывались с формальным подходом, при котором в советском ГОСТе фактически менялось лишь название, без изменений норм для условий современных производств, но при этом документ декларировался как новый адаптированный стандарт (например, со стандартами ISO или европейскими).

Политические проблемы

Другим кругом проблем стало **отсутствие четкости и последовательности в постановке задач по модернизации технического регулирования и отсутствии системности и систематичности в приведении норм и правил в соответствии с реалиями**. Незавершенность в организационном реформировании системы технического регулирования привела к дилемме - следование советским ГОСТам делает отечественную продукцию неконкурентоспособной. Приведем примеры: при прочих равных условиях в строительстве - стоимость километра шоссе кратно превышает стоимость европейских дорог, в атомной энергетике - металлоемкость отечественных АЭС в 2-2.5 раза выше, перерасход бетона в 2-3 раза выше их европейских и американских аналогов), а переход к новым принципам регулирования по тем или иным причинам откладывается. Даже в наиболее благополучном (с точки зрения финансирования научно-технических работ в обоснование ПБ) нефтегазовом секторе это привело к тому, что единого, системного и всеобъемлющего подхода, который позволил бы сформировать современную национальную модель технического регулирования и тем самым удовлетворить потребности общества и государства в приемлемом уровне безопасности, сейчас просто нет. В результате - с одной стороны, промышленность страдает от чрезмерной жесткости норм и необоснованного излишнего регулирования, не позволяющей вводить инновации, которые иногда требуют рисковать в разумных пределах, но при этом ведущие к повышению эффективности бизнеса и рисковать в разумных пределах. При этом уровень аварий и инцидентов существенно не снижается. С другой стороны, регулирующие и надзорные органы обоснованно обеспокоены «размытостью» зон ответственности за аварии и ущерб, и, в данных обстоятельствах, стремятся минимизировать собственные риски за счет возврата к элементам предписывающего регулирования или за счет переноса ответственности на другие ведомства.

Научно-методологические проблемы

Указанные выше два основных круга проблем (управленческих и политических) тесно связаны с нерешенностью ряда научно-методологических вопросов, таких как:

- **«Выпадение» российских инженеров и научных работников** (в 90-х - вследствие экономических неурядиц, в 2000-х из-за политических соображений) **из активного международного научно-технического сотрудничества и интенсивной научной кооперации**. Наиболее ярким примером здесь является история «гармонизации» отечественных СНИПов с Еврокодами - европейскими стандартами строительного проектирования. **Это привело к тому, что заметное число передовых, наукоемких технологий и инструментов управления промышленной безопасностью мало известны в Российской Федерации и научный задел по ним практически нулевой**.
- Отсутствие культуры достижения обоснованных взаимовыгодных (win-win) компромиссов в гармонизации интересов различных заинтересованных сторон (промышленность - регулирующие органы - общество) и определенное отставание от актуальных мировых тенденций в научно-техническом обосновании ПБ привели к тому, что в настоящее время **отсутствует консенсус, даже внутри научно-технического сообщества, как по базовым принципам, на которых целесообразно привести систему технического регулирования ПБ в соответствие актуальным потребностям**, так и по **общим методологическим подходам** и **конкретным инженерным/научным методам** комплексного обеспечения безопасности. Систематические попытки РСПП предоставить площадку для диалога и наладить работу по достижению консенсуса нельзя признать полностью успешными.

Отсутствие консенсуса проявляется в том, что:

- В российской научно-технической литературе **отсутствует общепринятый** (среди заинтересованных сторон - промышленность, регулирующие государственные органы, научно-инженерное сообщество) **словарь (глоссарий)** по комплексному обеспечению промышленной безопасности, **учитывающий современные тенденции общемирового развития промышленности**, включая (но неисчерпывая) следующие темы - системный подход, «система-систем», ключевые показатели, культура безопасности, жизненный цикл, уязвимость, адаптивность, живучесть, стойкость, и многие другие, интенсивно разрабатываемые именно в последнее десятилетие в промышленно развитых странах;
- **Практически отсутствует важный пласт нормативного обеспечения - методические и интерпретирующие документы**. Например, во всех наиболее авторитетных международных и национальных организациях, обеспечивающих отраслевую безопасность - IAEA (МАГАТЭ - Международное агентство по атомной энергетике), ICAO (Международная организация гражданской авиации), NRC (Комиссия по ядреному регулированию США), NASA (Национальное управление по воздухоплаванию и исследованию космического пространства США) - существуют «зонтичные» документы самого верхнего уровня, в которых описаны фундаментальные принципы, подходы и методы работы организации. Все технические стандарты, по сути, являются детализацией идей, описанных в упомянутых «зонтичных» документах. Помимо «зонтичных» документов, излагающих фундаментальные принципы (научно-теоретические или эмпирические), в организациях существуют интерпретирующие документы, предназначенные для облегчения пользователям практического использования новых терминов, интерпретации тех положений в стандартах, которые нуждаются в детализации.

Пример важности использования интерпретирующих документов - их объем для директив в области строительства и Еврокодам - соизмерим с объемом самих стандартов и законов. Сегодня сам факт отсутствия интерпретирующих и «зонтичных» документов модно рассматривать как прямое свидетельство незавершенности системы технического регулирования и его слабой «дружественности к пользователю»;

- **Недостаточен взаимовыгодный и взаимно усиливающий перенос знаний и навыков внутри отрасли, перенос знаний между разными отраслями практически отсутствует**. Концепции «эшелонированной защиты», «запроектной аварии», «вероятностный анализ безопасности», и т.д., выработанные и апробированные в атомной промышленности до сих пор не отражены в нормах и правилах отечественного нефтегазового сектора (за редким исключением нескольких компаний-лидеров, где существуют и интегрированные системы управления риском и безопасностью, и внутрикорпоратвные кодексы по культуре безопасности и многие другие передовые технологии безопасности, которые, однако, не реализованы на уровне отрасли);
- **Отсутствует операционное (конструктивное) определение самого термина «комплексное обеспечение промышленной безопасности»**, что отражает реальный факт отсутствия междисциплинарного и системного подходов к проблемам безопасности, как в организационном плане, так и в методическом плане (нет взаимодействия между специалистами из разных предметных областей - отсутствуют работы по анализу, моделированию и оценке взаимозависимости и взаимодействия различных отраслей (энергетика - газ, теплоэнергетика - топливо - логистика), что в свою очередь не позволяет обеспечить бесперебойное и безопасное снабжение населения теплом, электроэнергией и водой (многочисленные аварии в системах жизнеобеспечения российских городов)

или обеспечить своевременный мониторинг и диагностику проблем (Саяно-Шушенская ГЭС).

- **Необоснованно сужен рамками концепции «управление риском» фокус дискуссий о национальной системе комплексного обеспечения промышленной безопасности**. Существует некоторая «зацикленность» на чисто технологических аспектах проблемы (особенно при обсуждении проблем управления риском - так называемое «риск-ориентированное управление безопасностью») и одновременно игнорирование других важных аспектов - «человеческий фактор», организационные ограничения, проблемы менеджмента, культура безопасности, непрерывность бизнеса, нематериальные потери, цепи материально-технического и информационного обеспечения безопасности, инфраструктура безопасности.

Таким образом, учитывая все вышеперечисленное в настоящее время актуальным представляется разработка федеральных норм и правил, сфокусированных на системное (комплексное) обеспечение безопасности производственных объектов.

Реализация государственной политики по промышленной безопасности проводится в первую очередь через разработку и принятие необходимых федеральных нормативных правовых актов, и создание эффективного инструментария обеспечения неукоснительного выполнения их требований всеми субъектами хозяйственной деятельности.

Для того чтобы быть результативными, нормативные правовые акты должны:

– отвечать поставленным управленческим задачам и отражать проблемы, требующие решения;

- учитывать интересы и возможности промышленных предприятий и организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности
- не препятствовать модернизации и инновационной деятельности, чрезмерной формальностью таких актов

Снижение числа аварийных ситуаций невозможно без согласования интересов всех участников производственного и законотворческого процессов, создания партнерских отношений. Существующая система промышленной безопасности закрыта для развития и обусловлена отсутствием обратной связи между ответственными сторонами. ***Технологическая платформа «Комплексная безопасность промышленности и энергетики», включающая разнообразные организации, создана, чтобы объединить все заинтересованные в решении этого вопроса стороны.***

2. Прогноз развития рынков и технологий в сфере деятельности платформы

Анализ прогноза развития рынка технологий, которые предполагается реализовать в рамках технологической платформы, по нашему мнению, лучше провести в два этапа:

- структура и объем рынка продукции, работ и услуг технологической платформы;
- динамика выхода на рынок продукции, работ и услуг технологической платформы с целью приобретения технологического лидерства.

Следует обратить внимание, что в настоящее время официальная статистика по рынку продукции, работ и услуг в сфере комплексной безопасности промышленности и энергетики в России носит разрозненный характер, а в большинстве случаев просто недоступна. При этом достоверность данных, приводимых в открытых источниках, вызывает множество вопросов. Мониторинг и анализ рынка комплексной безопасности должны стать одними из приоритетных направлений деятельности технологической платформы, которые требуют проведения фундаментальных исследований. Приводимые в данном разделе факты не претендуют на абсолютную истину, но все они основаны на экспертных оценках участников технологической платформы и на их практическом опыте.

2.1. Структура и объем рынка продукции, работ и услуг технологической платформы

Проведенный анализ показал, что укрупненная структура российского рынка продукции, работ и услуг в области комплексной безопасности

промышленности и энергетики в основном состоит из пяти секторов (групп технологий и сопутствующих мероприятий):

- Технологии и системы ТД и НК промышленного и энергетического оборудования;
- Технологии и системы мониторинга и управления комплексной безопасностью;
- Инжиниринг;
- Обучение, повышение квалификации и аттестация персонала;
- Исследования и разработки в области комплексной безопасности.

Первые два сектора представляют собой проекцию на рынок технологий, которые предполагается развивать в рамках технологической платформы. Эти два сектора занимают основную долю общего рынка и являются целевыми рынками для продукции технологической платформы. Третий, четвертый и пятый сектора – это в основном работы и услуги в области комплексной безопасности, связанные с инжинирингом, исследованиями и разработками, а также с различными видами подготовки кадров на высоком, профессиональном уровне (обучение, повышение квалификации, аттестация и т.п.), которые являются общими для групп технологий технологической платформы. Наглядная иллюстрация связи структуры (секторов) рынка комплексной безопасности промышленности и энергетики, целевых рынков продукции и групп технологий, которые предполагается развивать в рамках технологической платформы, продемонстрирована на Рисунке 5. Объем и оценка динамики развития целевых рынков продукции технологической платформы представлена пункте 2.2.

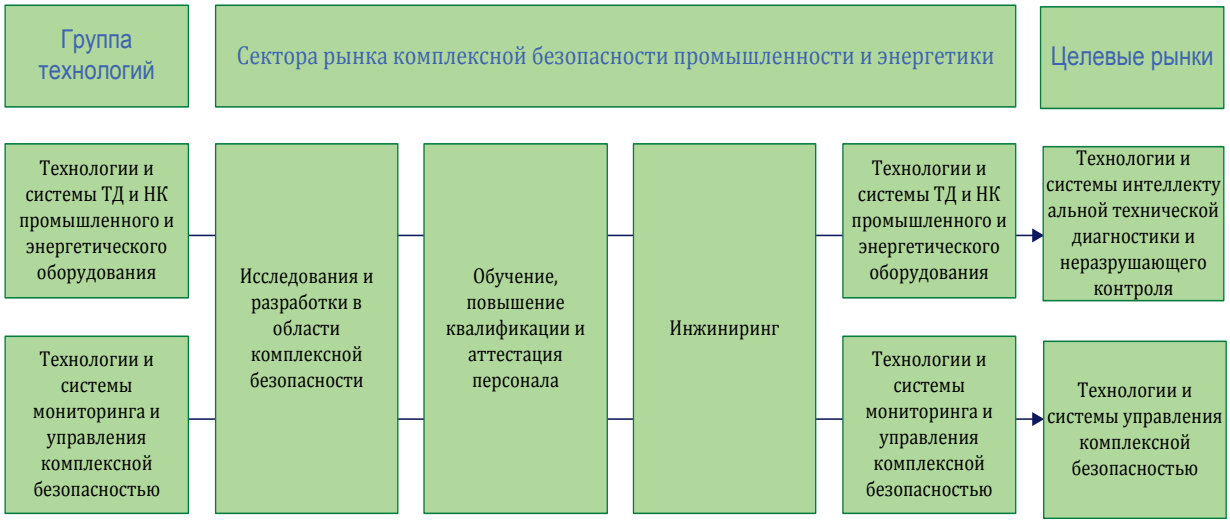


Рисунок 5 – Связь секторов рынка комплексной безопасности промышленности и энергетики, целевых рынков продукции и групп технологий, которые предполагается развивать в рамках технологической платформы

Таким образом, целевыми рынками продукции технологической платформы будут являться:

- Технологии и системы интеллектуальной технической диагностики и неразрушающего контроля;
- Технологии и системы управления комплексной безопасностью.

Сектора рынка комплексной безопасности промышленности и энергетики, по проведенным оценкам, делят весь рынок комплексной безопасности промышленности и энергетики в следующих пропорциях (см. Рисунок 6).

Рисунок 6 – Укрупненная структура российского рынка комплексной безопасности промышленности и энергетики по секторам

В свою очередь российский рынок технологий и систем НК и ТД промышленного и энергетического оборудования имеет представленную ниже структуру (см. Рисунок 7).

Рисунок 7 – Структура российского рынка технологий и систем НК и ТД промышленного и энергетического оборудования

Проведенная предварительная оценка потенциально возможного объема российского рынка продукции, работ и услуг в сфере комплексной безопасности только энергетики (исходя из анализа существующих представлений обеспечения безопасности объектов традиционной энергетики) показала, что данный объем составляет порядка 300 млрд. руб. Масштабирование объема рынка энергетического сектора на рынок комплексной безопасности промышленности и энергетики дает оценку его потенциально возможного объема примерно в 1,5÷2,5 трлн. руб.

Была проведена оценка объемов продукции, работ и услуг в сфере комплексной безопасности промышленности и энергетики, основные шаги которой описаны далее.

Отрасли промышленности и энергетики, на которые распространяется деятельность ТП КБПЭ условно можно разделить на две группы: особо

опасные отрасли (добыча угля, нефти и природного газа; производство, передача и распределение электроэнергии; химическое производство; строительство и др.) и прочие, не особо опасные отрасли (транспортная деятельность; производство машин и оборудования; связь и др.). На основании информации официального сайта Федеральной службы государственной статистики ВВП особо опасных отраслей составляет ориентировочно 9,5 трлн. руб., ВВП прочих, не особо опасных отраслей - ориентировочно 5,7 трлн. руб.

В атомной энергетике доля средств, расходуемых на безопасность, оценивается не менее 20÷21 % отраслевого ВВП (на обеспечение безопасности АЭС в 2010 году было выделено не менее 24÷28 млрд. руб., учитывая финансирование природоохранных мероприятий предприятиями атомной отрасли - более 3,4 млрд. руб.). В угольной промышленности оценка средств, расходуемых на безопасность, оценивается как минимум, в 10÷15 % от их ВВП или в абсолютном выражении 950÷1425 млрд. руб. В прочих, не особо опасных отраслях доля средств, расходуемых на обеспечение безопасности, оценивается менее 2 % от их ВВП, в абсолютном выражении объем средств оценивается до 110 млрд. руб. Подводя итог, можно оценить общий объем средств, расходуемых на обеспечение комплексной безопасности промышленности и энергетики (объемов товаров, работ и услуг в сфере комплексной безопасности) в 1,0÷1,5 трлн. руб., а целевые рынки продукции технологической платформы в Российской Федерации в 0,7÷1,0 трлн. руб.

По оценке экспертов (участников технологической платформы) каждые 10÷15 лет в России происходит смена поколений продукции в сфере промышленности и энергетики. Смена поколений продукции в развитых странах (США, Япония, Китай, а также европейских странах) происходит примерно раз в десятилетие.

На основании всего вышесказанного можно констатировать факт, что сегодня в России рынок продукции, работ и услуг в области комплексной безопасности промышленности и энергетики имеет большой финансовый потенциал. При реализации существующих стратегических программ развития промышленности и энергетики можно ожидать в краткосрочной перспективе (в период до пяти лет) увеличение объема этого рынка примерно на 20 %, что делает его еще более привлекательным с точки зрения бизнеса. В долгосрочной перспективе (20 лет) рост объемов рынка комплексной безопасности промышленности и энергетики прогнозируется в основном за счет: роста национального ВВП (4% в год), введения обязательных технических требований и осуществления межотраслевого трансфера технологий (последним двум факторам будет способствовать деятельность ТП КБПЭ). Таким образом, темп роста объемов рынка комплексной безопасности промышленности и энергетики оценивается в 5÷6% в год, что в долгосрочной перспективе обеспечит рост рынка в 2,5÷3,0 раза или до 2,4÷4 трлн. руб.

2.2. Динамика выхода на рынок продукции, работ и услуг технологической платформы с целью приобретения технологического лидерства

В краткосрочной перспективе (2÷3 года) можно ожидать появление в отдельных регионах России продуктов технологической платформы, которые в настоящее время имеют наибольшую степень готовности.

В технологической платформе имеются новаторские разработки в области систем мониторинга, систем физической защиты, пожарных систем раннего предупреждения возгораний, систем НК и ТД, таких как метки идентификации, системы обеззараживания воды новых поколений, системы безопасности напряженно-деформированного состояния сложных

строительных объектов. Их масштабная апробация и внедрение в России позволит уже в 2014÷2015 гг. выйти на мировой рынок с целью приобретения технологического лидерства.

Учитывая все вышеописанное, были произведены оценки динамики выхода на рынок комплексной безопасности промышленности и энергетики участников технологической платформы. Результаты оценок приведены в Таблице 6 и на Рисунке 8.

Рынок комплексной безопасности промышленности и энергетики обладает огромным потенциалом, который ограничен глубиной проникновения систем мониторинга и управления, систем ТД и НК в рассмотренные отрасли и экономической целесообразностью данного процесса. Стоит отметить, что деятельность технологической платформы напрямую будет влиять не только на внутреннее развитие целевых рынков продукции и рынков работ и услуг в области комплексной безопасности промышленности и энергетики, но и на темпы его развития и объем. Наиболее высокие темпы роста (4÷6% в год) доли рынка комплексной безопасности промышленности и энергетики организаций-участников технологической платформы ожидаются по целевому рынку «Технологии и системы управления комплексной безопасностью», что связано с неразвитостью этого сектора рынка на данный момент и с наличием достаточно большого научно-технического задела по данному вопросу у организаций-участников технологической платформы. Относительно высокие темпы роста доли рынка (до 4÷5 %) ожидаются и в других секторах рынка комплексной безопасности промышленности и энергетики. Пик темпов роста ожидается в среднесрочной перспективе (2015÷2018 гг.), после чего ожидается выход значения среднегодового прироста доли рынка по секторам на постоянную величину (до 2 %). Из Рисунка 8 хорошо видно, что среди других участников рынка, организации-участники технологической

платформы будут занимать лидирующее положение, охватывая большую часть всего рынка комплексной безопасности промышленности и энергетики.

Рисунок 8 – Динамика выхода на российские целевые рынки технологической платформы с охватом рынка организациями-участниками технологической платформы (слева – сегодняшнее положение, справа – долгосрочная перспектива, оценки представлены в млрд. руб.).

Таблица 6 – Предполагаемая динамика выхода на российский рынок комплексной безопасности промышленности и энергетики организациями-участниками технологической платформы

Сектор рынка комплексной безопасности промышленности и энергетики	***Оценка доли рынка комплексной безопасности промышленности и энергетики, занимаемой организациями-участниками технологической платформы, %***		***Ожидаемый среднегодовой прирост, %***
	Сегодняшнее положение	*Долгосрочная перспектива (> 10 лет)*	
Технологии и системы интеллектуальной технической диагностики и неразрушающего контроля	~ 75	До 80%	0÷1
Инжиниринг	~ 20	> 50	2÷5
Обучение, повышение квалификации и аттестация персонала	~ 30	> 50	1÷4
Технологии и системы управления комплексной безопасностью	~ 20	До 75	4÷6
Исследования и разработки в области комплексной безопасности	~ 80	До 85	0÷1

Следует обратить особое внимание на важную роль, которая в проблеме комплексной безопасности промышленных и энергетических объектов принадлежит системе их диагностического обеспечения. Эта система закладывается на стадии проектирования объекта, обеспечивается на стадии изготовления и монтажа и поддерживается на стадии эксплуатации. Общепризнанным является наличие принципиальной связи между показателями надежности объектов и характеристиками систем их диагностирования.

Эффективность процессов диагностирования определяется не только качеством алгоритмов диагностирования, но и, в неменьшей степени, качеством средств диагностирования. Последние могут быть аппаратными, программными внешними или встроенными, специализированными или универсальными. Главными показателями качества систем диагностирования являются гарантируемые полнота обнаружения и глубина процесса распознавания (идентификации) характера выявленных дефектов. К числу вторичных показателей можно отнести затраты на аппаратуру, время, энергию и показатели надежности средств диагностирования.

Сегодня на первый план выходят те технологии и средства неразрушающего контроля и диагностики промышленных и энергетических объектов, результаты которых позволяют осуществлять мониторинг ресурса диагностируемого объекта на основе соответствующих прочностных расчетов, учитывающих, в том числе, наличие дефекта на следующем временном интервале эксплуатации объекта. Происходит переход от альтернативной оценки результатов диагностирования (годен - негоден) к оценке степени повреждаемости объекта диагностирования по количественным признакам. В зависимости от получения (или неполучения) по результатам диагностирования этой информации решается вопрос консервативности полученных в расчетах на прочность результатов.

Интенсивное развитие промышленности и постоянное усложнение производственных процессов приводят к повышению уровня техногенного воздействия на население и окружающую среду, а также росту рисков экономических потерь в связи с возможными техногенными катастрофами и природными катаклизмами. Особо опасными объектами промышленности являются предприятия, использующие активные химические соединения и радиоактивные материалы, а также накапливающие опасные промышленные отходы.

Все это обусловливает необходимость усиления контроля за химической, радиационной и метеорологической обстановкой и совершенствования управления безопасностью жизнедеятельности в аварийных ситуациях в зонах влияния потенциально опасных промышленных предприятий.

Приведенные факторы обуславливают необходимость развития территориальных систем мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, в первую очередь, в зонах влияния потенциально опасных объектов химической промышленности и радиационно-опасных объектов.

Реализация технологической платформы предполагает межотраслевое воздействие технологий, развиваемых в ее рамках, на повышение комплексной безопасности:

- в энергетике (распределительные энергетические сети, энергетическое и атомное машиностроение, эксплуатация энергетических объектов – АЭС, ГЭС, ТЭС и т.п.);
- в металлургии;
- в коммунальной энергетике и жилищно-коммунальном хозяйстве;
- в промышленном и гражданском строительстве, последующей эксплуатации зданий и сооружений и их утилизации в конце жизненного цикла;
- в машиностроении;
- на транспорте;
- в нефтехимии;
- в аэрокосмической отрасли;
- и др.

3. Приоритетные научные направления

Специфика технологической платформы «Комплексная безопасность промышленности и энергетики» состоит в том, что она в отличие от многих платформ охватывает широкий спектр технологий, продуктов и услуг. Это находит свое отражение в ее многочисленных научных приоритетах.

3.1. Выработка рекомендаций по совершенствованию нормативной правовой базы комплексной безопасности промышленности и энергетики

3.1.1. Разработка федеральных норм и правил по комплексному обеспечению безопасности опасного производственного объекта

Современное состояние дел в области комплексного обеспечения безопасности в промышленности в Российской Федерации подробно было рассмотренно в главах 1 – 2. Исходя из написаного в настоящее время актуальным представляется разработка федеральных норм и правил, сфокусированных на системное (комплексное) обеспечение безопасности производственных объектов

Цели направления

Стратегическая цель проекта:

- повысить качество и экономическую эффективность российской системы технического регулирования промышленной безопасности опасных объектов за счет явного использования системного научного подхода и лучших мировых нормативно-регулирующих, управленческих, производственных и научно-методических практик;

Тактические цели проекта:

- способствовать повышению управляемости и согласованности систем корпоративного управления промышленной безопасностью и

государственных программ промышленной безопасности за счет гармонизированного внедрения риск-информированного и целеориентированного подходов к комплексному обеспечению безопасности опасных объектов;

- повысить экономическую и технологическую конкурентоспособность отечественных опасных производственных объектов (систем) за счет научно-методического и нормативного задела по повышению их стойкости (функциональной устойчивости) к множественным опасностям/угрозам.

Для достижения двух заявленных тактических целей предполагается решение следующих задач проекта.

Задачи направления

Задача 1. Разработать федеральные нормы и правила «Руководство по комплексному обеспечению безопасности опасного производственного объекта (системы): принципы, подходы, методы» (участники ТП КБПЭ).

Главная техническая цель данной задачи - разработать и описать (в виде отдельного тома ФНП) системную модель «идеальной-на данном уровне-организационно-технологического развития» («желаемой») системы технического регулирования промышленной безопасности, в которой явным образом описаны:

1) границы,

2) механизмы взаимодействия,

3) критерии успешности взаимодействия корпоративных систем промышленной безопасности с системой государственных программ по совместному (государственно-частному) нормированию, надзору/аудиту и комплексному обеспечению промышленной безопасности.

Синтез модели будет проводиться на основе, с одной стороны, «снимка» существующей системы технического регулирования промышленной безопасности (ТР ПБ), а с другой стороны, критического анализа лучшего

зарубежного опыта или переноса ноу-хау из смежных отечественных отраслей (атомной, авиакосмической).

Разработанная национальная модель ТР ПБ даст возможность:

1) наглядно описать пробелы и лакуны в текущем состоянии технического регулирования промышленной безопасности (выявить «слабые», «критически важные», «узкие» места),

2) предложить (на основе результатов анализа уязвимости) системно обоснованный набор наиболее важных тем и направлений, первоочередных для повышения качества и экономической эффективности национальной системы ТР ПБ,

3) дать научный задел (в виде описания фундаментальных принципов, методологий (концептуальных подходов), методологий, инженерных методов и сопутствующего программного обеспечения) для многоуровневого, систематического улучшения как государственных программ, так и корпоративных систем управления промышленной безопасностью.

Главные ожидаемые результаты выполнения данной задачи:

1) печатный и электронный вариант проекта ФНП «Руководство по комплексному обеспечению безопасности опасного производственного объекта (системы): принципы, подходы, методы»,

2) интерпретирующие документы:

2.1) глоссарий,

2.2) краткое изложение (достаточное для самостоятельного изучения и применения в корпоративном или государственном управлении ПБ) методов комплексного анализа и управления безопасностью, которые отсутствуют в отечественной практике, но широко применяются в других отраслях или в зарубежной практике.

Задача 2. Апробация (ТП КБПЭ совместно с РСПП)

Цель - провести тестирование положений, описанных в Руководстве и интерпретирующих материалах, на объекте (системе), предложенном(й)

РСПП, для повышения качества и/или экономической эффективности выбранного (специалистами ТП КБПЭ, РСПП и корпорации) компонента корпоративной системы управления ПБ.

Ожидаемые результаты:

1) список замечаний и предложений к тексту Руководству,

2) одобренный руководством корпорации (подразделения) план работ по улучшению системы управления ПБ, составленный на основе предложенного Руководства.

Задача 3. Внедрение (ТП КБПЭ совместно с Ростехнадзором)

Цель - ввести разработанный и апробированный текст Руководства в систему технического регулирования промышленной безопасности Российской Федерации в качестве «зонтичного» документа, который детализирует основные вышестоящих законов о техническом регулировании и безопасности, и является «зародышем» для системы более детальных стандартов и сводов правил по темам, описанным в Руководстве

3.2. Создание базовых моделей анализа и обоснования безопасности конкретных технологий или проектов на основе опыта атомной энергетики по заказу компаний

3.2.1. *Оценка и управление рисками в промышленности и энергетике*

Анализ безопасности сложных систем, независимо от их структуры и назначения, связан с проведением прогнозного моделирования. Моделирование, в свою очередь, является отражением знаний о системе, которые не бывают абсолютно полными и точными, следовательно, результат моделирования не может быть абсолютно точным, а несет в себе некоторый уровень неопределенности.

Суть настоящего направления состоит в выработке общей методологии проведения и интерпретации результата прогнозного моделирования в

условиях присутствия неопределенностей разной природы с основным акцентом на модельно-независимые типы неопределенностей.

Исследования и разработки базируются на современном мировом опыте анализа данных и моделирования с учетом неопределенностей с использованием подходов Байесовской статистики, методов геостатистики, методов стохастической минимизации для автоматической калибровки параметров.

Для решения задач, поставленных в данном направлении, проводятся поисковые исследования, связанные с совершенствованием математического аппарата, направленные на возможность учета и характеризации неопределенностей разного происхождения, но не связанных с физической моделью и вычислительными ошибками. Свое развитие должны получить:

- методы стохастической минимизации на основе эволюционных подходов. Основным направлением их развития будет включение регуляризации в контексте задач обратного моделирования;
- методы оценки статистической ценности информации для характеризации минимальной возможной точности аппроксимации на основе конкретного набора данных. Методы должны учитывать неопределенность данных, а также структуру их пространственного распределения;
- адаптивные методы пространственной аппроксимации с учетом неопределенности исходных данных и подходов статистического «распространения ошибок»;

методы, позволяющие включать предварительные знания о неопределенности исходных данных и параметров непосредственно в процедуру моделирования. Методы принятия решений на основе «нечетких» множеств

Задачи подраздела

Исследование и развитие адаптивных методов анализа данных в условиях неопределенности для задач анализа безопасности сложных систем. В рамках задачи рассматриваются разные типы неопределенности, вызванные различными причинами и оказывающие различное влияние на результат моделирования:

- неопределенность исходных данных (ошибки измерений, вызванные неточностью приборов при проведении прямых измерений характеристик, использующихся при модельном расчете; ошибки, внесенные в характеристики при их оценке косвенными методами на основе данных измерений; ошибки в динамических данных, которые, затем используются при калибровке модели);
- неопределенность модели (физические ошибки, вызванные неточным представлением о физической системе; вычислительные ошибки, объединяющие разные типы ошибок, возникающих за счет вычислительных процедур);
- неопределенность параметров модели (неопределенности, внесенные из-за невозможности повсеместного прямого измерения всех параметров, использующихся в модели за счет неточности их оценки на основе измеренных данных).

Очевидно, что некоторые типы неопределенностей взаимосвязаны и все в своей совокупности, но в различной мере, влияют на результат. Для параметров, непосредственно входящих в модель, уровень их влияния оценивается стандартным анализом чувствительности. Но процедура анализа чувствительности затруднена при многоэтапном моделировании и не учитывает все типы возможных неопределенностей.

Решение сформулированной выше задачи требует:

а) Исследования и разработки подходов для автоматической калибровки параметров модели с учетом неопределенности.

Калибровка связана с параметрами модели, которые оцениваются косвенным образом, напрямую входят в моделирование и, соответственно, влияют на результат. Процедура калибровки проводится с использованием специальных тестовых экспериментов на объекте моделирования или на основе исторических данных. Основная идея калибровки состоит в изменении исходных значений параметров таким образом, чтобы минимизировать расхождения модельных расчетов и реальных значений. Таким образом, задача калибровки модели является задачей минимизации, для корректного решения которой требуются элементы регуляризации, в том числе, необходимо сохранение значений параметров в осмысленном диапазоне.

Фундаментальным преимуществом автоматической калибровки перед ручным аналогом является возможность вычисления набора параметров, которые гарантированно обуславливают наилучшее соответствие смоделированных и наблюдаемых величин. При этом известно, что полученные параметры являются лучшими для выбранной концептуальной модели системы. Таким образом, если автоматически полученные параметры оказываются за пределами ожидаемых диапазонов, то это может означать критичность данной концептуальной модели и вызывать необходимость ее модификации.

Для выполнения автоматической калибровки в условиях неопределенности важно иметь возможность получения набора альтернативных вариантов, обеспечивающих хорошее соответствие модельных расчетов и реальных значений. Это связано с возможностью переобучения при калибровке, то есть хорошее воспроизведение тех данных, на которых производилось обучение системы, не означает ее хороших обобщающих способностей. Поэтому для проведения автоматической

калибровки в условиях неопределенности и с целью получения оценки неопределенности результата требуется разрабатывать и использовать стохастические методы оптимизации (например, эволюционные подходы).

b) Исследования и разработки подходов для оценки и описания неопределенности исходных данных, полученных прямым измерением и косвенной оценкой.

Основная проблема оценки неопределенности исходных данных, полученных прямым измерением, состоит в выработке способов вероятностного описания разного рода ошибок. Решение задачи оценки неопределенности исходных данных, полученных в результате оценки на основе данных измерений, предполагает развитие и использование методов статистического «распространения ошибок» в процессе проведения вычислений для получения оценки.

Немаловажным также является разработка методов для оценки минимальной допустимой точности оценки параметров на основе имеющегося набора исходной информации. Такие оценки крайне полезны для выработки критериев остановки процедуры минимизации при автоматической калибровке (задача [1]) для предотвращения переобучения. Разработка таких подходов может производиться на основе развития статистических тестов исходных данных.

c) Исследования и разработки методов для оценки неопределенности результата многоэтапного моделирования с учетом неопределенностей исходных данных, параметров и результатов, полученных на предыдущих этапах.

Проблема оценки неопределенности результата моделирования с учетом неопределенностей разного происхождения состоит необходимости использования подходов, позволяющих включать знания о структуре неопределенности (например, априорной функции распределения) входной информации модели в процесс моделирования. С этой целью предполагается

развитие методов моделирования, позволяющих учитывать вероятностное представление исходных данных и выдавать результат моделирования также в вероятностной формулировке (например, в виде постериорной функции распределения оцениваемой величины). Для решения этой задачи требуется развивать подходы, основанные на Байесовском выводе. Кроме того, разрабатываемые подходы должны позволять использовать некоторые методы пространственного (геостатистического) стохастического моделирования, позволяющие получать альтернативные равновероятные реализации пространственного поля (1D, 2D и 3D) величины на основе ограниченного исходного набора измерений.

d) Исследования и разработки подходов к представлению и обоснованию результата моделирования в условиях неопределенности, подготовкой к поддержке принятия решений.

Задача представления и интерпретации результата моделирования в условиях неопределенности связана распределением результатов моделирования по отношению к поставленной задаче анализа, или по-простому – хорошо или плохо. Для этого требуется развитие математического аппарата для анализа вероятностной оценки полученного результата к требуемым категориям. Наиболее подходящим для этого представляется использование методов на основе нечетких множеств.

e) Осуществления апробации разработанной методологии и методик на реальном примере. В качестве примера может быть использована задача анализа безопасности системы захоронений радиоактивных отходов (РАО) и отработанного ядерного топлива (ОЯТ) или проблема прогнозирования электропотребления в городской сети.

Общая методология и математические методы, разрабатываемые для реализации моделирования в условиях неопределенности, могут рассматриваться как независимые от конкретной задачи. Но с другой стороны, апробация теоретических подходов на конкретном примере всегда

требует дополнительного анализа, так как каждая конкретная задача предполагает характерный для нее набор исходных данных, типов неопределенностей, шагов моделирования. При проведении этого анализа могут выявиться необходимые модификации по отношению к общим методам. Таким образом, применение всей схемы для реальной задачи представляется отдельной проблемой. В результате ее решения должны быть выявлены основные моменты, требующие конкретизаций, а также выработаны рекомендации по применению методологии.

Решаемая фундаментальная проблема.

Разработанные в процессе решения задачи методики оценки и характеризации разных типов неопределенности, присутствующих при моделировании, а также общая методология их совместного учета обеспечат поддержку прогнозирования чрезвычайных ситуаций и принятие обоснованных решений в условиях неопределенности.

Созданная в процессе решения задачи методология может быть применена для оценки экологической безопасности гидрологических ресурсов, в том числе источников питьевой воды; оценки воздействия объектов атомной отрасли и химической промышленности на экологическое состояние окружающей среды; регулировки распределения нагрузки в электросети на основе прогнозирования электропотребления и других.

3.2.2. Разработка научных основ прогнозирования рисков и обоснования уровней допустимых рисков для обеспечения комплексной безопасности опасных производственных объектов

Основанием необходимости включения данного научного направления в перечень научных приоритетов платформы является то, что по существующей статистике в России на опасных производственных объектах (ОПО) ежегодно происходят сотни аварий и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, следствием которых являются угрозы

и реальные потери здоровья и жизни персонала. Во многом это объясняется неэффективностью организационно-технических решений вопросов техногенной безопасности в жизненном цикле систем, в значительной степени, обусловленной недостаточной разработанностью нормативных документов, регламентирующих деятельность по ее обеспечению. Об это уже было сказано выше (см. раздел 2).

Наряду с неполнотой существующей нормативно-методической базы в области анализа и управления рисками на предприятиях опасного производства наблюдается лишь выборочное применение отдельных положений действующих нормативных документов. Предпринимаемые меры не носят целенаправленного характера для обеспечения комплексной техногенной безопасности и не подтверждаются требуемым научным обоснованием. Ощущается «человеческий фактор» в непонимании возможностей эффективного управления рисками, в сохранении высоких опасностей от авантюрного «подгона под ответ» и субъективном манипулировании неадекватно оцениваемыми рисками. В итоге в действиях компаний, связанных с опасным производством, наблюдаются необоснованные действия, связанные со стремлением всемерного улучшения бизнес-показателей за счет неоцениваемого (недооцениваемого) снижения уровня комплексной безопасности. Как следствие – неадекватность упреждающей реакции на неизбежные условия неопределенности из-за отсутствия научно обоснованных концептуальных положений по обеспечению комплексной безопасности в жизненном цикле производственных объектов.

Таким образом, на современном этапе развития отечественной промышленности разработка научных основ прогнозирования рисков и обоснования уровней допустимых рисков является остро востребованной и объективно необходимой для целенаправленного обеспечения комплексной безопасности различного рода ОПО.

Цели подраздела

Целями работы являются:

- выработка научно обоснованных концептуальных положений по обеспечению комплексной безопасности ОПО;
- разработка приоритетных проектов ФНП (Федеральных норм и правил) по обеспечению комплексной безопасности ОПО;
- апробация концептуальных положений и проектов ФНП (на примерах ОПО нефтегазовой отрасли).

Задачи подраздела

– Разработка научно обоснованных концептуальных положений по обеспечению комплексной безопасности ОПО на основе вероятностного прогнозирования рисков и обоснования эффективных упреждающих мер противодействия угрозам, исходя из допустимых рисков.

– Разработка приоритетных проектов ФНП по обеспечению комплексной безопасности ОПО.

Апробация концептуальных положений и ФНП на примерах ОПО нефтегазовой отрасли. Создание эталонной доказательной базы для обоснования уровней допустимых рисков. Определение базовых нормативов для допустимых рисков. Доработка приоритетных ФНП (при необходимости). Разработка рекомендаций по обеспечению комплексной безопасности ОПО.

Требования к содержанию работ

а) анализ положений международных (в т.ч. ИСО/МЭК, МАГАТЭ) и отечественных нормативно-методических документов в приложении к оценке и обеспечению комплексной безопасности сложных систем и процессов;

б) определение целей, задач и разработку принципов обеспечения комплексной безопасности ОПО;

в) выявление типовых угроз опасным производственным объектам и методов противодействия угрозам с точки зрения формализации и развития угроз и мер противодействия угрозам;

г) разработку концептуальных положений по обеспечению комплексной безопасности ОПО на основе вероятностного прогнозирования рисков и обоснования эффективных упреждающих мер противодействия угрозам, исходя из допустимых рисков;

д) определение методов и средств прогнозирования рисков, оценки и обеспечения комплексной безопасности;

е) разработку предложений по реализации концептуальных положений для решения практических задач:

- научного обоснования уровней допустимых рисков для ОПО, создаваемых и действующих по принципам «лучшее из того, что есть», «анализа причин развития возможных инцидентов и аварий» на конкретном объекте с достаточной статистикой, по «прецедентному принципу» с ориентацией на объекты-аналоги и существующую статистику», а также с комбинацией применяемых к различным объектам принципов;
- выработки эффективных управленческих решений (по предупреждению аварий и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и смягчению возможных негативных последствий) для ОПО, создаваемых и действующих по принципам по принципам «лучшее из того, что есть», минимизации риска и минимума затрат при ограничениях на допустимый риски и др.;

ж) разработку программных макетов для поддержки расчетов;

з) оформление промежуточного отчета «Концептуальные положения по обеспечению комплексной безопасности ОПО на основе вероятностного прогнозирования рисков».

и) разработку проекта Перечня федеральных норм и правил и руководств в развитие решения проблем обеспечения комплексной

безопасности ОПО с указанием перечня приоритетных проектов;

к) разработку проекта ФНП «Руководство по обеспечению комплексной безопасности ОПО: принципы, подходы, методы»;

л) разработку проекта ФНП «Руководство по обеспечению комплексной безопасности ОПО. Научное обоснование уровней допустимых рисков»

м) разработку проекта ФНП «Руководство по обеспечению комплексной безопасности ОПО. Основные положения по вероятностному прогнозированию рисков, оценке и обеспечению комплексной безопасности»;

н) разработку пояснительной записки к проектам;

о) разработку информационной модели для управления данными ФНП. Модель должна предусматривать выбор доказательной базы для обоснования допустимых рисков различными методами (в т.ч. из социальных соображений, из зарубежной практики, на основе сбора данных по работе оборудования, на основе комбинации различных методов);

п) разработку типовых примеров прогнозирования рисков и обоснования уровней допустимых рисков (на примерах функционирования Московского нефтеперерабатывающего завода. Заказчик обеспечивает предоставление необходимых документов для формирования исходных данных). Апробация на типовых примерах концептуальных положений по положениям ФНП;

р) создание эталонной доказательной базы для обоснования уровней допустимых рисков на типовых примерах, определение базовых нормативов для допустимых рисков применительно к ОПО нефтегазовой отрасли;

с) разработку руководства по использованию ФНП «Эталонная доказательная база типовых примеров для обоснования уровней допустимых рисков для ОПО»;

т) доработку ФНП по результатам апробации (при необходимости);

у) разработку рекомендаций по обеспечению комплексной безопасности ОПО на базе созданных концептуальных положений, ФНП и эталонной

доказательной базы.

По результатам работы оформляется заключительный отчет «Научные основы прогнозирования рисков и обоснования уровней допустимых рисков для обеспечения комплексной безопасности опасных производственных объектов».

Требования к разрабатываемой документации

Отчетные материалы оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001, программная документация в соответствии с ГОСТ 19.502-78 ЕСПД.

Отчетные материалы представляются заказчику в электронном и бумажном виде в 1 экз., программные макеты для поддержки расчетов при апробации ФНП предоставляются в исполняемых кодах с защитой от электронного копирования в количестве, задаваемой Заказчиком (до 30 экз.). Вопросы поддержки, сопровождения и широкого распространения программных макетов для методических расчетов регламентируются совместным решением Исполнителя и Заказчика, разрабатываемым по результатам выполнения работы. При оформлении свидетельства о государственной регистрации программных макетов права собственности принадлежат Заказчику и Исполнителю в одинаковой мере.

Ожидаемые результаты

- Промежуточный отчет «Концептуальные положения по обеспечению комплексной безопасности ОПО на основе вероятностного прогнозирования рисков».
- Проект Перечня Федеральных норм и правил и руководств в развитие решения проблем обеспечения комплексной безопасности ОПО с указанием перечня приоритетных проектов.
- Проект ФНП «Руководство по обеспечению комплексной безопасности ОПО: принципы, подходы, методы».

- Проект ФНП «Руководство по обеспечению комплексной безопасности ОПО. Научное обоснование уровней допустимых рисков».
- Проект ФНП «Руководство по обеспечению комплексной безопасности ОПО. Основные положения по вероятностному прогнозированию рисков, оценке и обеспечению комплексной безопасности».
- Пояснительная записка к проектам ФНП.
- Руководство по использованию ФНП «Эталонная доказательная база типовых примеров для обоснования уровней допустимых рисков для ОПО».
- Заключительный отчет «Научные основы прогнозирования рисков и обоснования уровней допустимых рисков для обеспечения комплексной безопасности опасных производственных объектов».

Результаты НИР реализуются в Федеральных нормах и правилах, методических указаниях и руководящих документах Ростехнадзора, а также в программах работ ОАО «Газпром нефть», Газпром, Роснефть, Лукойл, Сургутнефтегаз, Татнефть, Башнефть, Сибур, других компаний, связанных с опасным производством.

3.2.3. Развитие и совершенствование общих методов вероятностного и детерминистского анализа безопасности различных технологий, мониторинга прогнозирования и моделирование природных явлений и их вероятных последствий при поддержке научных фондов

Исследования в рамках настоящего приоритетного направления являются фундаментальной научной основой для критических технологий Российской Федерации (Перечень критических технологий, утвержденных Указом Президента РФ от 07.07.2011 г. № 899): «Технологии информационных, управляющих, навигационных систем», «Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и

техногенного характера», «Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения».

Целью исследований является разработка:

- единой формальной теоретико-системной концепции для конструктивного представления сложного опасного промышленного объекта и систем в топливно-энергетическом комплексе;
- логико-математических и вычислительных методов когнитивно-системного представления сложной промышленной системы;
- единого технологического и методологического каркаса для проблемно-ориентированного построения логических и математических моделей вместе с методологией создания и применения адекватной актуальному риску модели;
- формальной методологии определения архитектуры информационного и функционального пространств сложной промышленной системы с применением функционально-сетевых методов;
- методов для раннего выявления угроз и уязвимостей, мониторинга и обнаружения рисков разной природы, для решения неопределенности, возникающих в критических ситуациях, через комплексную обработку информации и когнитивных рассуждений, основанных на извлечении данных и информации в реальном времени.

Разрабатываемый единый технологический и методологический подход будет использован для повышения эффективности процесса поддержки стойкости отечественного топливно-энергетического комплекса и эффективного управления стойкостью. Его новизна состоит в:

- логико-математической методологии, которая позволяет адекватно описать ситуации риска и подобрать адекватные методы для построения и настройки модели поддержки стойкости;
- едином подходе для комбинированного использования математических, эвристических, достоверно- и правдоподобно-логических методов моделирования и модельно-ориентированного управления стойкостью;
- в переходе от режима управления риском к нормативно-регулирующему режиму управления стойкостью ТЭК.

3.3. Развитие и совершенствование общих методов мониторинга прогнозирования и моделирование природных явлений и их вероятных последствий

3.3.1. Исследование, разработка и развитие моделей и технологий обнаружения и прогнозирования опасных гидрометеорологических явлений, которые наносят ущерб отраслям экономики и населению, в том числе, с помощью гидродинамических моделей циркуляции атмосферы различного пространственного и временного масштаба

Цели подраздела

Цели и общая направленность данного приоритетного направления исследований и разработок направлены на гидрометеорологическое обеспечение безопасности жизнедеятельности и рационального природопользования.

Чернобыльская авария показала, что зона потенциальной опасности от АЭС при возникновении запредельных экстремальных аварий не ограничивается тридцатикилометровой ближней зоной безопасности. В опасную зону благодаря атмосферным явлениям могут попасть населенные

пункты, лесные и сельскохозяйственные угодья, расположенные за многие сотни километров от источника радиоактивного выброса.

Радиоактивные вещества при авариях даже на удаленных от населенных пунктов АЭС гипотетически могут выпасть на такие города, как Москва и Санкт-Петербург.

Вероятность таких событий чрезвычайно мала, но грандиозные масштабы ущерба, заставляют заранее оценить степень опасности для территорий, удаленных даже на несколько сотен километров, для разных типов экстремальных гипотетических аварий.

Наряду с указанной выше проблемой, связанной с техногенной деятельностью человека, где атмосферный фактор является вторичным, хотя и может существенным образом влиять на безопасность жизнедеятельности, имеют место риски, обусловленные метеорологическими опасностями, влияющими непосредственно на безопасность и комфортность жизнедеятельности. Ярким примером этому служит экстремально холодная зима 2010 года, а затем рекордно жаркое лето этого же года.

Поэтому важной проблемой является обеспечение заблаговременных предупреждений о метеорологических опасностях.

В рамках данного направления можно выделить как наиболее реалистичную задачу, требующую решения – разработку научно – методических основ краткосрочного (до 5 суток) предупреждение о вероятности возникновения метеорологических опасностей в конкретном регионе.

В последнее время в России и за рубежом высокую приоритетность приобрели исследования, направленные на предупреждение о стихийных бедствиях, вызванных воздействием различных гидрометеорологических факторов и явлений.

К опасным метеорологическим явлениям (ОМЯ) относятся явления погоды, которые, по своей интенсивности, продолжительности и времени

возникновения представляют угрозу безопасности, здоровью и жизни людей. Эти погодные явления отрицательно воздействуют на экосистемы, наносят значительный экономический ущерб, могут приводить к авариям и катастрофам. По оценкам Всемирной организации здравоохранения, в европейских странах ОМЯ являются причиной 1—10% смертей среди старших возрастных групп. В мировом масштабе речь идет о 150 тысячах дополнительных смертей и 5,5 млн человеко-лет нетрудоспособности ежегодно, что составляет 0,3% от общего числа смертельных исходов и 0,4% от общего количества человеко-лет нетрудоспособности, соответственно.

Российская Федерация обладает огромной территорией, расположенной в различных климатических зонах, что обусловливает многообразие ОМЯ, представляющих значительную опасность для населения и экономики России.

Результаты метеонаблюдений указывают на то, что в течение последних десятилетий в стремительном увеличении частоты и интенсивности погодных аномалий и экстремальных, редких погодных явлений.

Опасное воздействие многих из этих факторов может быть существенно ограничено или сведено к минимуму путем принятия предварительных профилактических и защитных мер.

В связи с этим, одной из важнейших задач для общества становится заблаговременное информирование населения, федеральных органов власти, страховых компаний и региональных администраций, других заинтересованных государственных и коммерческих организаций о степени вероятности возникновения опасных метеорологических явлений в определенном районе.

Задача подраздела 1

Исследование и разработка методов прогноза особо опасных явлений в атмосфере в целях создания системы обнаружения, прогнозирования и

предупреждений об опасных уровнях радиационного загрязнения окружающей природной среды.

Данная задача направлена на обеспечение готовности органов управления по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций радиационного характера на территории Российской Федерации. Адекватное моделирование последствий таких аварий требует создание комплексных моделей распространения радионуклидов, учитывающих влияние многих факторов.

Чернобыльская авария и анализ ее последствий (было проведено международное сравнение 28 моделей) показал, что даже “постфактум” трудно воссоздать сложную картину распространения, выпадений и влияние на население загрязнения.

Трудности встречаются на всех этапах, начиная с оценки мощности источника. Особые трудности связаны с получением детальной метеорологической информации (основанной как на реанализах, так и на оперативных прогнозах, рассчитываемых в режиме реального времени) об условиях распространения загрязнения на расстояния до нескольких сот километров.

Известно, например, что пятнистый характер загрязнения почвы вокруг Чернобыльской АЭС был связан с активной конвективной и грозовой циркуляцией в это время, которую, практически не описывала ни одна численная модель атмосферы. Подготовка метеорологических данных для такого рода задач представляет собой самостоятельную наукоемкую задачу, на решение которой направлены усилия многих ведущих научных коллективов во всех странах мира. Но когда речь идет о распространении загрязнения на большие расстояния, без такой информации невозможен сколько-нибудь содержательный анализ и прогноз развития аварийной ситуации.

Особо важным элементом при распространении выбросов на такие расстояния является определение областей осадкообразования и их интенсивности, их типы (конвективные или обложные) и высоты возникновения жидких капель – так как они определяют вымывание выброшенных веществ. Но даже при наличии “идеальных” данных о процессах в атмосфере (реанализов или прогнозов), нужны комплексы специальных моделей, позволяющие учитывать влияние всех этих факторов на процессы переноса и осаждения опасных источников загрязнения атмосферы, способных работать в оперативном режиме.

Необходимо учитывать влияние на дозы облучения как короткоживущих, так и долгоживущих радионуклидов, цепочки распадов, неоднородность метеорологических полей, неоднородность подстилающей поверхности и т.д.

Все это невозможно сделать без новых эффективных численных алгоритмов, позволяющих проводить моделирование в оперативном режиме, с учетом всех этих факторов. Эффективные численные алгоритмы повышенного быстродействия, позволили бы, кроме того, провести крупную серию предварительных расчетов, на основе которых, стало бы возможным создать карты риска для территорий, прилегающих к потенциально ядерно-опасным объектам.

Моделирование и анализ модельных результатов для экстремальных гипотетических аварий на этих объектах, позволит определить круг наиболее неблагоприятных метеорологических ситуаций, приводящих к возникновению потенциальной опасности для наиболее густонаселенных районов (например, для мегаполисов Москвы и Петербурга) и степень такой опасности при возникновении запредельных аварийных ситуаций.

В результате проведенных ранее работ, созданы эффективные, с высоким быстродействием, (при этом без потери точности) вычислительные алгоритмы, позволяющие моделировать распространение радионуклидов на

значительные расстояния с учетом всех перечисленных выше факторов. На основе этих моделей и алгоритмов создана компьютерная система НОСТРАДАМУС для поддержки принятия решений при возникновении аварийных ситуаций на объектах атомной энергетики. Система прошла верификацию и получила сертификат Росатома. Внедрена, в частности, на Санкт-Петербургской АЭС, используется в техническом кризисном центре Росатома. На серии верификационных экспериментов проведены сравнения с известнейшими аналогичными европейскими системами (SPRAY). По качеству прогноза она не уступает, по быстродействию превосходит эту систему. Сверка систем проводилась на единой системе метеорологического обеспечения.

До настоящего времени система НОСТРАДАМУС, по сравнению с системой SPRAY, имела недостаток, связанный с фактическим отсутствием для российской территории методов и данных реанализов и прогноза метеорологических параметров с требуемым горизонтальным и вертикальным разрешением (порядка нескольких километров по горизонтали и 15-20 уровней в планетарном пограничном слое атмосферы). Кроме того, модель не имела возможности использовать целый ряд метеорологических параметров – типа характеристик атмосферной турбулентности, детальных свойств подстилающей поверхности, распределения по вертикали жидкой фазы воды и других – сильно влияющих на точность результатов расчетов.

Результаты расчетов по таким системам являются весьма ответственной задачей, значительно превосходящей ответственность ошибок прогноза погоды, так как с ними могут быть связаны жизни огромных масс населения России и ее промышленный и сельскохозяйственный потенциал.

В рамках предлагаемой задачи предполагается ликвидировать недостатки существующей системы в связи с реально возникшими для этой цели возможностями.

Для этой цели будет использована, в частности, появившаяся в последнее время одна из новых методологий математического моделирования протекающих в атмосфере процессов, основанная на численном интегрировании описывающей процессы мезомасштабного/регионального переноса системы уравнений гидротермодинамики атмосферы без использования гидростатического приближения. Гидростатическое приближение использовалось практически во всех моделях до последнего времени.

Для решения последней системы используется современная мезомасштабная/региональная модель высокого пространственного разрешения, работающая Гидрометцентре России в квази-оперативном режиме с начала 2005 г.

Общий план работ

В Гидрометцентре России в настоящее время функционируют две версии модели с разрешением 90 км и 54 км для региона Европы. Для двух внутренних областей – Центрального федерального округа и района Минеральных Вод – шаг сетки уменьшен до 30 км, 18 км, 6 км. В течении первого года выполнения проекта необходимо создать версию модели для региона Санкт-Петербургской атомной станции с разрешением 18 км, 6 км.

Для этой версии необходимо создать конфигурацию модели с наиболее подходящими, оптимальными для этого методами параметризации основных атмосферных процессов – в первую очередь описания процессов в пограничном слое и процессов конвекции.

Совместить результаты мезомасштабного детального моделирования с вычислительным комплексом НОСТРАДАМУС и опробовать новый вычислительный комплекс на примере региона Санкт-Петербургской АЭС.Для каждого из перечисленных позиций предлагаемого плана

необходимо проведение и анализ значительных серий численных экспериментов на реальных метеорологических данных для разного времени года и различных метеорологических ситуаций.

Для нескольких сценариев гипотетических экстремальных аварий необходимо оценить возможные последствия для густонаселенных районов (предполагаемые дозовые нагрузки для разных групп население).Выделить наиболее неблагоприятные метеорологические ситуации и сценарии аварии.

Провести на основе проведенных работ районирование территорий в регионе Санкт-Петербургской АЭС по прогнозируемой степени тяжести аварии при самых неблагоприятных стечениях обстоятельств. Создать новый комплексный прототип системы НОСТРАДАМУС, включающий и специальную систему подготовки метеорологической информации, и опробовать ее на примере региона Санкт-Петербургской АЭС для оперативного прогноза в дальнейшем последствий гипотетической радиационной аварии.

Мезомасштабные/региональные метеорологические модели интенсивно развиваются во всем мире. Наиболее "продвинутые" модели такого рода созданы крупными международными коллективами, которые затратили на их разработку сотни человеко-лет.

В их числе следует, прежде всего, упомянуть модель MM5, в основном разработанную в Университете штата Пенсильвания (США).

В настоящее время имеется большая библиография по использованию различных конфигураций этой модели для огромного диапазона научных и прикладных задач – в том числе и для задач переноса примеси в атмосфере.

Указанная модель предусматривают наличие обширной библиотеки, включающей методы параметризации различных физических процессов в атмосфере. Например, она включает фазовые переходы, процессы радиационного и турбулентного теплообмена, влияние и моделирование облачности и др.

Определение оптимального набора таких параметризаций связано с горизонтальным и вертикальным разрешениями в конкретной реализации модели и процессами, преобладающими в каждом конкретном регионе. Данная модель имеет возможность гибко изменять свойства подстилающей поверхности (рельеф, землеустройство, типы растительности, типы и свойства почвы и др.) в соответствии с горизонтальным разрешением конкретной конфигурации вплоть до 0,9 км и варьировать различные наборы физических параметризаций атмосферных процессов. Мезомаштабная модель пятого поколения MM5, созданная в США, в настоящее время стала основной оперативной моделью в метеослужбах ряда европейских стран, Японии, Китая, Австралии, Тайваня для регионального прогноза до 5 суток. Она рекомендована Всемирной метеорологической организацией для свободного распространения как для научных исследований, так и для оперативного использования. Успешно функционирует соответствующий механизм международного сотрудничества и взаимодействия служб погоды на базе модели MM5.

Основой модели реанализа и прогноза метеорологических параметров для региона Санкт-Петербургской атомной станции с разрешением 18 км, 6 км планируется использовать последнюю версию негидростатической атмосферной модели MM5. Необходима адаптация модели для каждого выбранного региона. Большое пространственное разрешение обеспечивает высокую точность реанализа и прогноза метеорологических параметров. Это позволит улучшить точность оценки последствий гипотетической аварии на АЭС или другом ядерно-опасном объекте. До настоящего времени такой возможности в России не было.

Системы, включающие модели переноса, разрабатываются в Европе и в Российской Федерации в НПО «ТАЙФУН». Ни одна из существующих на сегодняшний день подобных систем, по нашим сведениям, не имеет метеорологической информации с таким детальным пространственно-

временным разрешением и специально подобранным набором описания физических параметризаций для территории России, как планируется в данном проекте.

Существенной особенностью предлагаемой системы является ее специализация на объекты атомной энергетики, наличие предварительной информации о нуклеидном составе и мощности выброса для ряда сценариев аварий на атомных электростанциях.

База таких данных будет пополняться на основе использования комплексных современных моделей.

Будут использоваться новые эффективные численные методики для моделирования процессов распространения радионуклидов, прошедшие тщательную валидацию и верификацию на серии натурных экспериментов.

Особенностью разработанных алгоритмов является их быстродействие, что позволит значительно расширить круг факторов, влияющих на процесс, которые можно принять во внимание при оперативном прогнозе.

Это также должно расширить границы использования таких комплексных моделей с тем, что их можно будет применять в оперативном прогнозе и анализе.

К настоящему времени они функционируют в оперативном режиме в Техническом Кризисном центре Росатома, использовалась на Игналинской и Санкт-Петербургской АЭС.

Соединение современных достижений в прогнозе метеорологических полей (Гидрометцентр России) с детальным пространственным разрешением и комплекса моделей для оценки последствий для территорий и населения крупных гипотетических аварий на объектах атомной энергетики позволит улучшить как качество оперативного прогноза при возникновении радиационных аварий, так и качество предварительного анализа потенциальной опасности для прилегающих к объекту территорий при самых неблагоприятных экстремальных стечениях обстоятельств.

Решаемые фундаментальные проблемы

Одной из основных фундаментальных проблем при разработке концепции развития атомной энергетики является проблема гарантии безопасности населения и окружающей среды.

Многолетний мониторинг радиационной обстановки в районах вблизи атомных станций России показывает, что в последние десятилетия загрязнение атмосферы, выпадения из атмосферы на поверхность, даже в непосредственной близости от атомных станций, практически не превышают фоновых значений.

Главную опасность для населения и окружающей среды могут представлять экстремальные аварии на АЭС (типа Чернобыльской аварии) с выходом радиоактивных веществ за пределы контайнмента (с учетом возможности совершения террористических актов), и последующее распространение радионуклидов по наиболее быстрому - атмосферному каналу на весьма большие (несколько сотен километров и более) расстояния.

Решения настоящей задачи направлены на решение комплексной проблемы прогноза и минимизации (на основе этого прогноза) возможных последствий для населения экстремальных аварий на объектах атомной энергетики.

Задачи подраздела 2

Создание научно – методической основы для разработки системы раннего предупреждения о вероятности возникновения метеорологических опасностей (12 явлений) для различных категорий населения в любом регионе России

Даже самые развитые современные численные прогностические модели не позволяют давать прогнозы места и времени возникновения метеорологической опасных, и, следовательно, редких метеорологических явлений с достаточной точностью, надежностью и заблаговременностью.

По этой причине в наиболее развитых метеорологических центрах мира особое внимание уделяется разработке методических основ и алгоритмов систем раннего предупреждения о метеорологических угрозах (СРПОМУ). Использование подобных систем позволяет заблаговременно информировать население, администрацию, органы, следящие за чрезвычайными ситуациями о степени вероятности возникновения метеорологической опасности в определенном регионе.

Научно – методическую основу такой задачи предполагается решать в рамках выше сформулированного направления.

Решаемые фундаментальные проблемы

Фундаментальной проблемой, решение которой предполагается в рамках данной задачи, является разработка научно – методических основ для создания системы раннего предупреждения о метеорологических угрозах с заблаговременностью 3-5 суток для регионов России.

В рамках данной задачи могут быть впервые разработаны научные и методические основы системы раннего предупреждения о вероятности возникновения опасных явлений в определенном районе и конкретном временном интервале.

Для крупных городов с повышенным уровнем загрязнения атмосферного воздуха – наиболее актуально создание системы раннего оповещения о наступлении длительного периода жары и других неблагоприятных метеорологических явлений. Такие системы разрабатываются во многих странах мира

Применение опыта многомерного моделирования с использованием суперкомпьютерных вычислений для создания базовых методов анализа и обоснования безопасности неатомных технологий по заказу промышленности.

3.3.2. Создание новых принципов сейсмического мониторинга индустриально развитых регионов

В последние годы все большее внимание и ученых-сейсмологов, и общественности привлекают землетрясения, которые происходят в необычных местах – в регионах, которые всегда считались спокойными в тектоническом отношении. Эти события справедливо связываются с инженерной деятельностью человека. Наряду со ставшими уже традиционными заботами о сохранении экологического равновесия в воздушной и водной среде, животном и растительном мире, становится актуальной проблема контроля и поддержания геодинамического режима

Для индустриально развитых регионов характерно интенсивное антропогенное воздействие на массив горных пород, включающее самые разнообразные процессы – горные и взрывные работы, закачку и отбор флюидов, возведение крупномасштабных инженерных объектов. Это зачастую приводит к нарушению равновесия недр, проявляющееся, в том числе, в возрастании сейсмической активности. Актуальными примерами является невиданное прежде увеличение уровня сейсмичности в Кузбассе, включая три крупных землетрясений в течение 2012-2013гг., а также возрастание на порядок количества землетрясений в центральных регионах США, связанное с развертыванием работ по добыче сланцевого газа.

Вторым аспектом проблемы является то обстоятельство, что в геосистемах и инженерных сооружениях малые деформации, обусловленные антропогенным воздействием, могут на определенных участках накапливаться. В тех регионах, где землетрясения не слишком часты, воздействие слабых сейсмических колебаний на объекты и сооружения может оказаться определяющим сейсмобезопасным фактором. Новая, возможно небезопасная, сейсмотектоническая конфигурация создается постепенно. В результате низкоамплитудного воздействия остаточные деформации объектов, находящихся в субкритическом, метастабильном

состоянии, могут приводить к триггерному эффекту: резкому изменению стационарного режима развития вплоть до возникновения разрушения. Это требует разработки новых методик геофизического и деформационного мониторинга, которые должны быть приспособлены к условиям конкретных охраняемых объектов.

Задача подраздела 1

Исследование и разработка новых методов контроля сейсмотектонических процессов в земной коре в условиях долговременного антропогенного воздействия, включающего интенсивные горные и взрывные работы.

Объектом исследований будет являться центральная часть России, где вероятно постепенное изменение сейсмического режима в результате разработки Курской магнитной аномалии (КМА). Выявление этих изменений позволит количественно оценить параметры влияния техногенных факторов на сейсмический процесс и вероятность инициирования опасных землетрясений в Центральной России.

Задача подраздела 2

Исследование и разработка инновационных методов мониторинга уровня слабой сейсмичности, уточнения положения и параметров зон вероятных очагов землетрясений; контроля вариаций характеристик геофизических полей.

Целью настоящего исследования является анализ геодинамической устойчивости участков земной коры в районе размещения крупных инженерных объектов.

В рамках настоящих задач применяется комплексный подход с использованием набора инструментальных методов измерений параметров геофизических полей, методов космической геодезии, специализированных методов дешифрирования космических снимков и построения блоковых моделей. Контроль за сейсмической обстановкой осуществляется с помощью

малоапертурных сейсмических групп, зарекомендовавших себя в качестве эффективного инструмента для выделения слабых сейсмических событий, в том числе, в условиях платформенного осадочного чехла. В среднем метод малоапертурной сейсмической группы позволяет обеспечить чувствительность наблюдений для источников сейсмических событий с магнитудами M> 2.5 на расстоянии 280-300 км; с магнитудами M> 1.5 — на расстояниях до 90 км; для слабых событий с магнитудами M> - 0.5 — на расстояниях до 5 км.

Решаемые задачи включают в себя:

- создание высокочувствительной региональной сети сейсмических станций, включающей новую постоянно действующую малоапертурную сейсмическую группу (МСГ) в пределах КМА в дополнение к существующей МСГ «Михнево» и станциям Геофизической службы РАН, для регистрации слабых и сверхслабых природных и техногенных событий. Обоснование состава аппаратуры и разработка методики плановой и внеплановой технической поддержки и обслуживания новой МСГ. Подготовка аппаратуры к полевым измерениям. Разработка методики обработки данных на новой малоапертурной группе. Компьютерная симуляция работы программного обеспечения, адаптированного к конфигурации и дизайну новой группы.

- создание временных МСГ в районе расположения крупных инженерных объектов.

- создание блоковых схем исследуемых территорий, с выделением ранжированных по активности структурных элементов, отражающих эндогенную и экзогенную составляющие современного геодинамического процесса. Сопоставление координат зарегистрированных очагов локальных сейсмических событий, с построенными блоковыми моделями.

- создание полного и высокоточного каталога сейсмических событий, начиная с магнитуды 1.0-2.0, для зоны интенсивного антропогенного воздействия в пределах КМА для своевременного выявления изменений

сейсмотектонического режима с целью обеспечения безопасности и минимизации ущерба от возможных чрезвычайных ситуаций. Анализ исторической сейсмичности в пределах КМА и на расстояниях до 500 км от КМА с учетом каталога сейсмичности ИДГ РАН и ГС РАН.

- разработка и тестирование новых методов обработки, основанных на регулируемом направленном приеме и согласованном фильтре, на примере МСГ «Михнево». Выбор шаблонов волновых форм для кросскорреляции из набора исторических мастер-событий, зарегистрированных МСГ «Михнево». Создание синтетических шаблонов волновых форм для мастер-событий, которыми являются карьерные взрывы, с применением метода анализа главных компонент.

- разработка новых статистических методов выявления изменений сейсмотектонического режима по данным сейсмического каталога. Проведение расширенного статистического анализа полученного каталога. Непрерывная оценка изменения режима естественной сейсмичности статистическими методами по данным исторического и обновляемого каталога.

- создание программного комлекса совместной обработки данных сети станций, включающей трехкомпонентные станции и малоапертурные группы.

- разработка новых методов обнаружения слабых и повторяющихся сигналов для малоапертурных сейсмических групп, в том числе метода кросскорреляции волновых форм (метод согласованного фильтра).

- разработка методики передачи и совместной обработки данных малоапертурных групп и станций Геофизической Службы РАН. Создание прототипа центра обработки данных на базе программного обеспечения и компьютерного центра коллективно пользования ИДГ РАН. Тестирование и введение в эксплуатацию центра обработки данных в ИДГ РАН.

- разработка программ обучения персонала новым методам обработки и создания каталога.

Решаемые фундаментальные проблемы

Предлагаемые задачи направлены на создание новых принципов контроля сейсмотектонических деформаций в таких регионах, где антропогенное воздействие на верхнюю часть литосферы вообще и на ее локальные участки в особенности, сопоставимо по энергетическому вкладу с геодинамическими процессами. Изучение деформационного режима слабо активных сейсмических территорий, условий возникновения природно-техногенной сейсмичности, исследования возможности как постепенного, так и внезапного изменения геодинамической активности под влиянием долговременного антропогенного воздействия, являются фундаментальными проблемами современной геодинамики и сейсмотектоники.

В настоящее время все большее внимание отводится изучению слабой сейсмичности как одному из фундаментальных направлений сейсмологии. Слабые сейсмические события происходят на любой территории, а их количество значительно превышает число сильных землетрясений. Это позволяет делать достоверные статистические оценки параметров сейсмичности за относительно короткое время и определять вероятность возникновения более крупных сейсмических событий на рассматриваемой территории.

Корректность интерполяции графика повторяемости, построенного по результатам наблюдений слабой сейсмичности, в область более крупных событий представляет собой фундаментальную проблему.

Кроме того, увеличение количества слабых сейсмических событий является индикатором геодинамической активизации региона. Построение моделей такой активизации также является фундаментальной проблемой, а применение этих моделей имеет важнейшее прикладное значение, особенно в европейской части России, где размещены объекты повышенного риска,

например, атомные станции, развита мощная инфраструктура, высока плотность населения. Долгое время считалось, что этот регион асейсмичен, однако, как свидетельствуют данные наблюдений последних 20 лет, на территории платформы происходят деформационные процессы, проявлением которых является сейсмичность. Зарегистрировано более 90 землетрясений 8-10 энергетических классов. Произошли и более сильные землетрясения (Никольское, Купянское, Калининградское), которые были зарегистрированы не только российской, но и мировой сетью сейсмических наблюдений. Многие опасные геодинамические явления (оползни, обрушения, провалы, карст и др.), зачастую не связаны непосредственно с землетрясениями, а лишь инициируются ими.

В настоящем проекте впервые предлагаются комплексные сейсмические исследования, аккумулирующие передовые методы регистрации сейсмического волнового поля (сейсмическая группа) и инновационные технологии обработки данных (кросскорреляция волновых форм), позволяющие снизить порог обнаружения и увеличить точность оценки динамических (амплитуда, период) и кинематических (время вступления, азимут, относительная скорость) параметров сейсмических сигналов на порядок, а также обеспечить высокую точность дискриминации естественных и искусственных событий. Результатом проведенных работ должны стать геомеханические и статистические модели деформационного режима некоторых индустриально развитых территорий Европейской части России.

Разработанная методика в дальнейшем может быть использована и внедрена в практику сейсмического контроля за изменением деформационного режима других регионов России, где ведутся интенсивные горные и взрывные работы, например Урала и Кольского полуострова.

Учет полученных результатов при проектировании зданий и сооружений обеспечит повышение их безопасности.

3.4. Развитие методов анализа и обоснования экологической безопасности, включая экологическую безопасность арктических регионов

3.4.1 Исследование проблем, развитие методов анализа и обоснования экологической безопасности арктических акваторий и регионов

Международное сообщество проявляет активные намерения приступить к широкомасштабному экономическому освоению Арктики.

Ее экологическая реабилитация позволит своевременно предупредить возможность возникновения международной напряженности в связи с потенциальным радиоактивным загрязнением акваторий затопленными в период «холодной войны» ядерно и радиационно опасными объектами (ЗЯРОО) ВМФ и ледокольного флота, тем самым обеспечив ядерную, радиационную и экологическую безопасность населения и окружающей среды и предотвратить возможность трансграничного переноса радиоактивных веществ в случае возникновения аварийных ситуаций или террористических актов в арктическом регионе.

Другой важной проблемой, влияющей на уровень экологической безопасности Арктики, является энергообеспечение.

Энергетическая система Арктики характеризуется наличием множества обособленных энергоузлов, разрозненностью потребителей энергоресурсов и северным завозом органического топлива, ставшим острой экологической и социальной проблемой населения и администраций арктических регионов. Для обеспечения стабильного долгосрочного социально-экономического развития арктических территорий РФ необходимо опережающее развитие энергетического сектора на основе современных автономных надежных, экологически безопасных и экономически эффективных энергоисточников. Потребность арктических регионов РФ в энергоисточниках на данный момент оценивается в 6 ГВт (с учетом текущего износа генерирующего

оборудования), а к 2025 году возрастет до 10–15 ГВт, что исчисляется несколькими сотнями энергоустановок малой мощности.

На данном этапе развития Атомных станций малой мощности (АСММ) отмечается, что они могут стать безальтернативными представителями класса энергоустановок малой мощности для регионов децентрализованного энергоснабжения. Существующие проекты АСММ характеризуются высокой степенью адаптивности их технико-экономических и эксплуатационных характеристик для решения проблем развития малой энергетики, из которых стоить выделить возможность подземного и надводного размещения, а также широкий спектр мощностей существующих проектов: от нескольких единиц до сотен МВт. Основными конкурентными преимуществами АСММ являются: возможность модульной компоновки электростанции, длительной работы без перезагрузки топлива, транспортабельность, относительно низкая себестоимость вырабатываемой электроэнергии.

Актуальность вопросов развития энергетики северных территорий страны упоминается в «Энергетической стратегии России на период до 2030 года», «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года» и Государственной программе «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года».

В настоящее время в основе экономического развития арктических территорий лежит освоение шельфовых месторождений углеводородов. В этой связи вопросы обеспечения экологической безопасности при освоении шельфа становятся определяющими. Для решения возникающих при этом проблем необходима достаточно полная информация и всесторонний анализ морской природной среды и биоты (Израэль, 1979, 1984) районов освоения месторождений и всего моря, в котором проводятся работы, выполняется транспортировка различных грузов. На этой основе должен строиться экологический мониторинг (государственный и экологический мониторинг

частых компаний – инженерно-экологические изыскания, производственный экологический мониторинг).

Важнейшие составляющие указанной информации:

1) сезонная, разномасштабная информация о распределении биомассы и численности различных экологических групп/подгрупп/видов биоты (экологические группы: планктон, бентос, ихтиофауна, птицы, морские млекопитающие; особое внимание – краснокнижным видам);

2) данные о чувствительности групп/подгрупп/видов к различным воздействиям, в том числе (и в первую очередь) к нефти, взвеси, шуму;

3) нормативы воздействия антропогенных факторов на биоту;

4) характеристики восстанавливаемости биоты после воздействия;

5) информация о потенциальном воздействие (вероятности воздействия) антропогенных факторов на биоту.

Все это необходимо для:

- проведения экологического мониторинга;
- выполнения ОВОС и подготовки мероприятий по охране окружающей среды;
- готовности к действиям при авариях (в первую очередь, к аварийным разливам нефти с целью минимизации воздействия разлива и самих операций);
- для рационально природопользования (ведения промысла, разведение различных видов биоты, природоохранной деятельности и т.д.).

На данный момент такая информация, (в том числе, в единой базе данных) в полном объеме отсутствует, хотя собирается частными компаниями и оседает в их базах данных.

Всесторонний анализ информации морской природной среды и билоты является важнейшей составной частью данного научного приоритета. Предлагаемые далее исследования (ЗАДАЧА 3) по указанному научному направлению являются фундаментальной научной основой для двух

критических технологий Российской Федерации (Перечень критических технологий, утвержденных Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899):

- технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения;
- технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Следует подчеркнуть, что нефть и нефтепродукты являются одними из основных опасных загрязнителей окружающей среды. Нефтяные разливы на водной поверхности происходят как во время добычи, так и вовремя транспортировки и хранения нефти.

Разлив нефти представляет собой одну из сложнейших экологических проблем. Связано это, прежде всего, с тем, что нефть имеет в своём составе углеводороды и в летучей, и тяжёлой формах, которые способны нанести огромный вред как почве с водой, так и воздуху.

Вопреки широко распространенному мнению, нефтяные загрязнения поступают в гидросферу как при аварийных ситуациях, так и безаварийных. Поступление нефтяных загрязнений в гидросферу происходит за счет добычи и хранения нефти и нефтепродуктов, эксплуатации оборудования на нефтеперерабатывающих, нефтехимических, машиностроительных заводах и производствах, автомобильного транспорта и т.п. По различным оценкам, в процессе добычи, подготовки и транспорта теряется от 1 до 16,5% добываемой нефти и продуктов ее переработки. Из них до 20% нефти попадает в водоемы. Все нефтепродукты обладают высокой токсичностью и отнесены ЮНЕСКО к числу самых опасных веществ, загрязняющих окружающую среду. Поэтому исследование и разработка способов обезвреживания и очистки поверхности от разливов нефти и нефтепродуктов относится к числу научных приоритетов ТП КБПЭ.

Задача подраздела 1

Развитие методов анализа ядерных, радиационных и экологических рисков от затопленных и затонувших ядерно и радиационно опасных объектов (ЯРОО); научное обоснование необходимости реабилитации арктических морей от атомного наследия.

Решение данной задачи включает в себя проведение морских экспедиций с целью реальной оценки ядерной, радиационной и экологической опасности ЯРОО, технической возможности их подъема.

Всего за истекший период (до 1993 г.) на дне морей Западной Арктики оказалось около 18 тысяч радиационно-опасных объектов затонувших/затопленных СССР/Россией, которые в основном относятся к периоду «холодной войны» и содержат ОЯТ и РАО от эксплуатации АПЛ Северного и частично – атомного ледокольного флотов.

Семь из этих объектов радиационного «наследия» содержат также и делящиеся вещества, в частности, отработавшее ядерное топливо (ОЯТ) на основе обогащенного урана, и относятся к классу ядерно-опасных. Прежде всего, это три АПЛ, одна из которых («К-27») была затоплена в 1981 г. в заливе Степового восточного побережья Новой Земли. Две другие АПЛ аварийно затонули – «К-278» («Комсомолец») в 1989 г. в Норвежском море, «К-159» в 2003 г. в Баренцевом море. Кроме того, в 60-х годах в бухтах восточного побережья Новой Земли были затоплены пять реакторных отсеков с корабельными и судовыми ядерными энергетическими установками (ЯЭУ), в Новоземельской впадине Карского моря затоплена баржа с содержащим ОЯТ аварийным реактором, выгруженным из АПЛ.

Наличие ядерных материалов на морских акваториях в мелководных районах Карского и Баренцева морей в практически не контролируемых условиях делает данную проблему еще более актуальной из-за существующей в настоящее время террористической опасности.

Нахождение большого числа объектов с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами на дне такого уникального природного региона, как Арктический бассейн, без систематического радиоэкологического контроля, а также четкой и комплексной программы дальнейшего обращения с ними неприемлемо как с экологической, так и с этической точек зрения.

В рамках исследований должны быть разработаны методы и модели для оценки и прогноза деградации защитных барьеров затопленных и затонувших объектов в морях Арктики с целью оценки их влияния на население и окружающую среду. Выполнены оценка и ранжирование объектов по степени риска и угрозы необратимых последствий воздействия на экологию региона.

Для решения задач направления исследований необходима разработка концепции, стратегии и программы радиационно-экологической реабилитации арктических районов путем подъема наиболее потенциально опасных из них, содержащих ОЯТ, и их утилизация с учетом международных требований по обеспечению безопасности региона в интересах беспрепятственного международного экономического развития.

Исследования должны быть ориентированы на создание научно-технического задела для радиоэкологической реабилитации районов затопления объектов, содержащих ОЯТ, которая после подготовительного (задельного) периода 2015-2017 гг. может быть реализована в следующей последовательности:

- 2016-2018 гг. – модернизация инфраструктуры обеспечения;
- 2018 г. – подъем АПЛ К-27 и экранной сборки ледокола «Ленин»;
- 2019 г. – подъем АПЛ К-159 и реактор зак. 421;
- 2019 г. – подъем двух реакторных отсеков АПЛ зак. 285 и зак. 901;
- 2020 г. – подъем АПЛ «Комсомолец».

К первоочередным задачам в решении указанной проблемы относится проведение комплексных инженерно-радиационных обследований затопленных объектов с целью получения исходной информации для:

- разработки Концепции, Стратегии и Программы работ;
- составления перечня технических средств реабилитации;
- подготовки технического задания на разработку проектной документации;
- создания средств подъема, доставки, утилизации, обращения с ОЯТ и РАО;
- формирования пакета документов по безопасности;
- разработки и согласования с органом управления использованием атомной энергии и надзорными органами Программы (предварительного плана) работ по реабилитации.

Решаемые фундаментальные проблемы

Проблема затопленных на дне арктических морей ядерно и радиационно опасных объектов неоднократно обсуждалась на пленарных заседаниях и семинарах Контактной экспертной группы МАГАТЭ (Рим, 2009; Гаага, 2010; Оттава, 2010; Осло, 2011; Хельсинки, 2012). Члены этой экспертной группы отметили, что наибольшую озабоченность, как самые уязвимые и опасные, вызывают объекты с ОЯТ, находящиеся на мелководье. В этой связи, международного внимания требуют АПЛ «К-27» и «К-159». Особого внимания требует решение проблемы АПЛ «К-27», поскольку ресурс инфраструктуры по выгрузке ОЯТ реакторов с ЖМТ ограничен и через несколько лет возникнут проблемы с ее поддержанием и наличием квалифицированного персонала. Были выражены надежда и ожидание того, что после официального решения Правительства России о начале активного решения проблемы атомных затоплений, находящихся на дне арктических морей, будет выделена международная финансовая и техническая помощь, в

частности, от других приполярных стран как продолжение программы международной помощи по утилизации атомного флота России на Северо-западе России. Таким образом, актуальной фундаментальной проблемой является разработка концепции и методологических подходов решения проблемы экологической реабилитации Арктических морей от последствий затопления.

В государственной программе научных исследований предлагаемая тематика отсутствует. На основе проведенных исследований должен быть разработан и включен в программу дополнительный раздел «Радиоэкологическая реабилитация последствий атомных затоплений в Арктике».

Задача подраздела 2

Анализ проблем и проведение поисковых исследований в области энергоснабжения объектов и территорий арктической зоны и обоснования целесообразности использования АСММ для обеспечения энергетической безопасности арктического региона.

Данная задача включает в себя:

разработку концепции использования автономных энергоисточников – АСММ в комплексе с традиционными и возобновляемыми источниками энергии и систем их интеграции в локальные энергосистемы.

В рамках данного направления должны быть выполнены следующие исследования:

сбор информации и создание базы данных по технологиям - перспективным энергетическим альтернативам для Арктики (АСММ, станции малой мощности на органическом топливе, возобновляемые источники энергии);

анализ программ социально-экономического развития, текущего состояния и планов по развитию энергетических систем регионов зон децентрализованного энергоснабжения;

создание базы данных по группам перспективных потребителей электро- и теплоэнергии, оценка общей потребности в энергоустановках малой мощности;

создание социально-экономических моделей применения АСММ с целью прогнозирования их влияния на развитие энергетических систем, уровень развития регионов и население;

исследование вопросов инфраструктурного обеспечения жизненного цикла системы АСММ (обеспечение физический защиты, системы аварийного реагирования и радиационного мониторинга, нормативно-правовое обеспечение, обращение с РАО и ОЯТ, подготовка кадров и др.);

исследование возможностей интеграции АСММ в локальные энергосистемы (системы передачи, распределения, накопления энергии, разработка сценариев совместной эксплуатации АСММ и других источников энергии

разработку технического облика и обоснование технико-экономических характеристик модульной АСММ на базе серийных автономных реакторных установок малой мощности.

В рамках данного направления должны быть выполнены следующие исследования:

- определение места и доли АСММ в обеспечении энергоснабжения Арктической зоны РФ с учетом программ и стратегий развития территории;
- исследование путей создания АСММ с использованием судовых реакторных установок нового поколения и усовершенствованным топливным циклом;
- разработка концептуального проекта АСММ;
- исследование особенностей жизненного цикла АСММ;
- разработка концептуальной технологии строительства и утилизации АСММ;

- технико-экономическая оценка и обоснование эффективности создания и применения АСММ.

Решаемые фундаментальные проблемы

В настоящее время разработано и находится на разных стадиях реализации большое количество проектов АСММ (более 20), сбор информации по которым и ранжирование проходили последний раз в 1991 году в рамках конкурса "АСММ-91".

Большинство исследований по определению эффективности новых энергоисточников для потребностей арктических территорий было ориентировано на сравнении инновационных проектов станций малой мощности с устаревшими в моральном и техническом плане существующими энергоустановками. Методики оценки целесообразности внедрения и экономической эффективности станций определяются самими разработчиками, и поэтому различаются набором учитываемых факторов. Также прогнозы развития энергетики и, в частности, атомной энергетики проводились без учета потенциала малой атомной энергетики. Разрабатываемые методические подходы по определению эффективности использования АСММ должны быть едиными для всех типов АСММ и энергетических альтернатив.

Основные решаемые фундаментальные проблемы:

- оптимизация топливно-энергетических балансов арктических территорий, снижение зависимости от северного завоза органического топлива;
- повышение эффективности использования энергоисточников (повышение КИУМ, снижение удельного расхода топлива, сокращение необходимых резервных мощностей);
- диверсификация энергоисточников локальных энергосистем, общее повышение надежности энергоснабжения;

- определение перспектив и масштабов использования АСММ (как нового направления) в развитии энергетики арктических территорий;
- обеспечение долгосрочного развития социальной инфраструктуры и промышленности;
- сокращение государственных и муниципальных расходов и дотаций в энергетическом секторе;
- повышение качества жизни населения и конкурентоспособности территории как места обитания.

Задача подраздела 3

Исследование уязвимости морской природной среды и биоты для обеспечения экологической безопасности, в том числе для планов ликвидации разливов нефти, при освоении шельфовых месторождений в Арктике.

В рамках решения данной задачи предполагается:

1. Собрать в единую базу данных экологической информации о сезонном распределении биоты пилотного района и типах его береговой линии для построения карт уязвимости пилотного района

Решение этой задачи предполагает сбор имеющейся информации о распределении биомассы и численности экологических групп/подгрупп/видов биоты для пилотного района. Информация будет занесена в картографическую базу данных (КБД). Основными материалами будут являться первичные данные о среде и биоте, типах берегов, характеристиках дна (донных осадках).

2. Провести экспедиционные исследования в пилотном районе для получения недостающей информации о пространственном распределении биоты и типах береговой линии

Как показывает практика, имеющейся информации о распределении биоты для арктических морей недостаточно для решения задачи оценки уязвимости района. В первую очередь, необходимо собрать сезонную

информацию о распределении биоты, для этого будут проводиться экспедиционные исследования. Экспедиция предполагается комплексная, для сбора информации о распределении групп/подгрупп/видов биоты от планктона до морских млекопитающих и птиц. Для сбора данных о бентосе и донных осадках планируется привлечение водолазов. Информация о морских млекопитающих и птицах, а также видео- и фото информация о типах береговой линии планируется получить, в том числе, с помощью беспилотных летательных аппаратов.

По результатам экспедиции будут построены разномасштабные сезонные карты распределения бактерио-, фито-, зоо- ихтиопланктона, макро- и мегабентоса (в том числе, мобильного), макрофитобентоса, рыб, морских млекопитающих и морских и водоплавающих птиц.

Фото и видеосъемка типов берегов позволит идентифицировать типы береговой линии по индексу ESI (IMO, IPIECA, OGP, 2012) и подготовить базу данных фото- и видеоматериалов учитывая сезонные аспекты (возможное присутствие ледовых образований у берега или на берегу в зимний период). Этим же методом будет получена детальная информация о видовом и количественном распределении морских и водоплавающих птиц в районе исследований.

3. Обобщить имеющихся данные об уязвимости биоты (ее чувствительности, восстанавливаемости, потенциальном воздействии нефти на биоту) арктических морей, в первую очередь для пилотного участка в районе прибрежья Баренцева моря (предварительно – это Восточный Мурман). Обобщить данные по приоритетности защиты (условно - «уязвимости») абиотических компонентов морской прибрежной экосистемы. Все это необходимо для построения карт уязвимости прибрежно-морских районов от разливов нефти и нефтепродуктов

Должен быть подготовлен обзор о чувствительности биоты (LC50 и другие параметры) к различным типам нефти. В первую очередь должны учитываться виды, встречающиеся в пилотном районе. Также должны быть проанализированы данные о восстанавливаемости биоты и потенциальном воздействии на нее нефти (нефти разных типов). На основе этих данных, будут рассчитываться коэффициенты уязвимости групп/подгрупп/видов биоты от воздействия нефти. Характеристики потенциального воздействия нефти на биоту будут рассчитываться, исходя из особенностей поведения групп/подгруп/видов биоты и поведения нефти в воде.

На этой основе планируется оценить коэффициенты уязвимости групп/подгрупп/видов биоты от нефти того или иного типа. Эти коэффициенты необходимы для построения карт уязвимости биоты от нефти.

Должны быть оценены коэффициенты приоритетной защиты для социально-экономических объектов – на основе их значимости для хозяйственной деятельности и других сторон жизни населения, для природоохранных территорий – на основе их статуса.

4. Собрать и обобщить имеющуюся информацию о свойствах нефти и ее поведении в морских условиях, в первую очередь – в арктических морях

Должны анализироваться сведения о растворении, диспергировании, эмульгировании, затоплении разных типов нефти в гидрометеорологических условиях пилотного района. Возможны специальные исследования в МЦСМ одно-двух типов нефти (тяжелой), анализ которой на данный момент отсутствует.

5. Подготовить обзор и сделать анализ существующих российских и зарубежных методик построения карт уязвимости прибрежно-морских зон от нефти

6. Разработать методику построения карт уязвимости прибрежно-морских зон от нефти, нефтепродуктов и других антропогенных

воздействий (других различных химических веществ, взвеси, гидроакустического шума судов возникающего при сейсмоакустических исследованиях и т.д.)

При этом предполагается, что на основе нее будут разрабатываться разномасштабные карты уязвимости прибрежно-морских зон от нефти и нефтепродуктов, которые в обязательном порядке включаются в планы ЛРН разного уровня (компаний, регионов, федеральных организаций).

7. Построить карты уязвимости от нефти и нефтепродуктов прибрежно-морских зон пилотного участка, включая разномасштабные сезонные карты экологической уязвимости прибрежно-морских зон и карты экологической чувствительности береговой линии по индексу ESI

На основе собранной информации о сезонном распределении биоты, будут рассчитаны коэффициенты уязвимости групп/подгрупп/видов биоты, свойства нефти разных типов и, в итоге, будут построены разномасштабные (операционные/объектные, тактические и стратегические) карты интегральной уязвимости выбранного прибрежно-морского района от нефти.

На основе данных видео- и фото-съемки береговой линии должны быть построены разномасштабные карты экологической чувствительности береговой линии.

Планируется оформление всей картографической информации по пилотному району, в том числе, в виде web-проекта, который может быть размещен на нескольких сайтах. Карты могут быть использованы в планах ЛРН этого района и для природоохранных целей.

8. Сформулировать предложения по совершенствованию экологического мониторинга (государственного и производственного) и формированию единых баз данных и баз знаний (на примере арктических морей) и свободного доступа к ним

С учетом опыта проведения экологического мониторинга (инженерно-экологических изысканий, предложений по производственному

экологическому мониторингу) должны быть подготовлены предложения по совершенствованию государственного экологического мониторинга и экологического мониторинга, проводимого частными компаниями при освоении шельфа, в том числе, по координации и объединению усилий этих двух видов мониторинга.

9. Сделать анализ общей уязвимости исследуемого района от разлива нефти (дать оценку возможных последствий разлива нефти для экосистемы района)

На основе построенных карт интегральной уязвимости, собранной информации о биоте и структуре экосистемы района исследования дается оценка возможных долговременных последствий разливов нефти и нефтепродуктов для экосистемы пилотного района с учетом его ассимиляционной емкости, структуры и функционирования экосистемы района.

Результаты этой оценки могут быть использованы для последующей корректировки методики построения карт уязвимости.

10. Сформулировать предложения по совершенствованию нормативно-правовой базы, в части защиты морей от нефти и совершенствования готовности к ЛРН

Должен быть выполнен анализ существующего положения с нормативным правовым обеспечением в области охраны морской природной среды от нефти. На разных этапах выполнения этого проекта будут подготовлены предложения по совершенствованию нормативной правовой базы о включении изменений в федеративные и региональные законы, в том числе предложения по получению информации обо всех свойствах транспортируемой нефти, что крайне важно для операций по ликвидации разливов нефти. Будут подготовлены предложения по содержанию единой российской методики построения карт уязвимости от нефти и включению таких карт в планы ЛРН, предложения об экологическом мониторинге при

освоении шельфовых месторождений, единой базе экологической информации и др. предложения. Особый упор планируется сделать на региональные законопроекты для реального участия региональных властей в процессе обеспечения экологической безопасности морской природной среды.

Решаемые фундаментальные проблемы

В рамках данной темы решается фундаментальная проблема оценки интегральной уязвимости от нефти отдельных районов и участков морской природной среды (в первую очередь прибрежно-морских участков) с учетом ассимиляционной емкости морей, а также структуры и функционирования морских и прибрежных экосистем.

Задача подраздела 4

Исследование состава и способов обезвреживания и очистка поверхности от разливов нефти и нефтепродуктов и разработка технологии получения сорбционных полимеров для ликвидации последствий разливов нефтепродуктов при пониженных температурах.

В рамках сформулированной задачи предполагается:

- изучить и проанализировать современные методы удаления нефтяных разливов на водных объектах;
- проанализировать способы создания полимерных минерал-содержащих сорбентов нефти и нефтепродуктов;
- разработать методику получения нефтепоглощающего сорбента на основе бентонита;
- синтезировать полимерный минерал-содержащий материал для очистки водной поверхности от нефти и нефтепродуктов;
- изучить кинетику сорбции разработанного минерал-содержащего сорбента;
- изучить физико-химические и эксплуатационные характеристики сорбента;

- исследовать морфологию поверхности получаемого сорбента. Объектом исследования предлагаемого проекта являются образцы полимерных сорбентов с различной долей гидрофобных мономеров в составе, модифицированные бентонитом в качестве эффективного нефтяного сорбента.

Последовательность выполнения работ:

1) синтез бентонит-содержащих сорбентов методом радикальной полимеризации;

2) исследования свойств синтезированных образцов:

- определение сорбции нефти с поверхности воды;
- определение массовой концентрации нефтепродуктов в жидкостях флуориметрическим методом;
- исследование фракционного состава сорбента;
- изучение использования сорбционного материала при пониженных температурах;
- определение плавучести синтезированных сорбентов;
- - исследование кинетики набухания сорбентов;
- - изучение возможности регенерации сорбента.

Методы исследования: гравиметрический метод, флуориметрический метод; рентгено-флуоресцентный метод; ИК-спектрометрические, термогравиметрический, термический, термомеханический, калориметрический и параметрический метод, потенциометрия, высокоэффективная жидкостная хроматография.

Решаемые фундаментальные проблемы

Создание эффективного полимерного сорбента на основе бентонита для ликвидации нефтяных загрязнений на водной поверхности. Качество сорбентов можно оценить по нескольким критериям, к наиболее важным из которых можно отнести: поглотительную способность, степень

гидрофобности, плавучесть после сорбции нефти, возможность десорбции нефти, степень экологичности утилизации сорбента и т.д.

Помимо этого, важной характеристикой сорбента является возможность регенерации материала и его вторичного использования.

Поглощающая способность сорбентов определяется также видом и характеристиками поглощаемой нефти и нефтепродукта, поскольку нефть, как известно, имеет широкий фракционный состав и свойства, зависящие от месторождения. Кроме того, при длительном нахождении нефти на водной поверхности происходит изменение состава нефти вследствие испарения легких фракций, и частичного растворения тяжелых фракций. Высокое содержание в нефти газа также приводит к снижению поглотительной способности сорбента, увеличивая его расход.

В случае поглощения нефти и нефтепродуктов сорбентами за счет абсорбции, то есть всем объемом материала, поглотительная способность сорбентов определяется химическим сродством к поглощаемой жидкости, а также структурой материала. Поглощение углеводородов протекает в результате начального быстрого смачивания ими поверхности частиц сорбента, после чего нефть медленнее проникает в пористую структуру материала, заполняя все поры под действием капиллярных сил.

Анализ структурных характеристик и свойств поверхности материалов позволяет оценить эффективность их использования в процессе очистки водной поверхности от углеводородов и нефтепродуктов.

В настоящем проекте будет разработана технология получения сорбционных минерал-содержащих полимерных материалов для ликвидации последствий разливов нефтепродуктов, для чего будут синтезированы образцы новых сорбентов нефти и нефтепродуктов на основе полимеризационного модифицирования природного и активированного бентонита.

Должна быть предложена новая методика получения эффективных полимерных минерал-содержащих сорбентов, исследованы кинетические характеристики набухания новых полимерных минерал-содержащих сорбентов.

Должен быть исследован состав сорбента на основе Na-бентонита, модифицированного гидрофобными мономерами, и определен состав, обладающий наилучшими кинетическими параметрами.

Должен быть изучен процесс сорбции для образцов с различной долей гидрофобных мономеров при различных температурах, проведены исследования по определению плавучести сорбента, изучена эффективность применения сорбента на основе Na-бентонита с различным соотношением компонентов в очищении воды от нефти в соответствии с нормами ПДК, исследовано влияние возраста нефтяной пленки на кинетику набухания полимерных сорбентов, изучена возможность использования материала при пониженных температурах, предложена схема регенерации полученного композиционного материала.

Задача подраздела 5

Исследование и разработка технологии измерения содержания и состава газовой компоненты в водной среде и оборудования для обеспечения промышленной и экологической безопасности и предупреждения техногенных аварий при добыче нефти и газа на шельфе.

Целью предлагаемых исследований является разработка оперативных технологий исследования газовой компоненты в водной среде, основанных на модифицированных методах комбинационной спектроскопии, в применении к задачам обеспечения промышленной и экологической безопасности и предупреждения техногенных аварий при добыче нефти и газа на шельфе.

Как показывает опыт крупных техногенных чрезвычайных ситуаций при морской добыче нефти и газа, одним из характерных признаков

чрезвычайных ситуаций является утечка углеводородов из резервуара в том или ином виде и разной степени интенсивности. Наиболее оперативными маркерами утечек выступают фракции газообразных углеводородов, среди которых выделяется метан благодаря своей наибольшей распространенности в углеводородных резервуарах. Непрерывный мониторинг содержания газообразных углеводородов в воде непосредственно в районе добычи может быть использован для предупреждения развития чрезвычайных ситуаций, заблаговременно сигнализируя о превышении обычных концентраций. Исследования и наработка достаточных массивов данных позволят разработать методики прогнозирования, основанные на данных по концентрациям в разрезах видов углеводородов, глубинах, распределении в пространстве и времени.

В прикладной области критических технологий «Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» развитие технологий комбинационной спектроскопии газовой компоненты водных сред будет востребовано для применения в области мониторинга и предупреждения чрезвычайных ситуаций техногенного характера при морской добыче нефти и газа.

В прикладной области критических технологий «Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации её загрязнения» развитие технологий комбинационной спектроскопии газовой компоненты водных сред будет востребовано для применения в области мониторинга состояния окружающей среды акваторий и обнаружения загрязнений.

Также развитие технологий комбинационной спектроскопии газовой компоненты водных сред сможет найти применение в прикладной области критических технологий «Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи» для применения в области морских геохимических экспресс исследований на нефть и газ.

На данный момент не существует достаточно надежных и простых в использовании оперативных методов контроля углеводородной газовой компоненты водных сред, которые могли бы использоваться для непрерывного мониторинга концентраций углеводородных газов в водах, например, в зонах морской добычи нефти и газа. Методы, используемые на данный момент в мировой практике для анализа углеводородной газовой компоненты водных сред, либо требуют взятия образцов с последующим анализом в лабораторных условиях, либо основываются на фильтрации сухого газа из водного раствора с последующим анализов сухого газа. Для конструкций, основанных на фильтрации газа из водного раствора в сухой объем, ключевым элементом конструкции является проницаемая мембрана. Наличие проницаемой мембраны определяет следующие недостатки данных конструкций: неизбежное засорение пор мембраны приводит к снижению ее проницаемости, за счет чего теряется калибровка и снижается точность вплоть до невозможности измерений. Требуется либо техническое обслуживание (проверка и очистка), либо замена мембраны, что усложняет и удорожает применение таких технологий в полевых условиях.

В рамках решения настоящей задачи предполагается:

1. Исследовать и разработать модифицированные методы спектроскопии комбинационного рассеяния, обеспечивающих выделение слабого полезного сигнала КР от газов, растворенных в воде, на фоне на порядки превышающего «шума» - сигнала КР от воды.

Эти исследования и разработки необходимы для обеспечения возможности измерения встречающихся в прикладных задачах малых, «следовых» концентраций газообразных углеводородов в водной среде. Решение обеспечивается за счет использования подмеченного в предварительных исследованиях и подлежащего углубленному изучению отличия характеристик физических процессов, происходящих при

комбинационном рассеянии света ассоциированными слабосвязанными молекулами воды и при комбинационном рассеянии света свободными молекулами газов, растворенных в воде, при модулированном многоволновом возбуждении. Это отличие характеристик процессов обуславливает и отличие характеристик «откликов» комбинационного рассеяния воды и комбинационно-активных газов.

2. Создать с помощью разработанных модифицированных методов обширной, детальной спектроскопической базы (типа HITRAN) по характеристикам комбинационного рассеяния лазерного излучения газами, растворенными в воде, в первую очередь, углеводородами от С1 до С4, углекислым газом, водородом, сероводородом.

Создание такой базы будет обеспечено за счет продолжения и расширения системного, комплексного экспериментального изучение явления КР света газами, растворенными в воде. Исследование этого малоизученного варианта комбинационного рассеяния света будут проведены с применением высококачественной излучающей, селектирующей и приемной аппаратуры, в широком спектральном диапазоне и при давлениях и температурах, встречающихся в прикладных областях. В ходе исследований будут реализованы схемы комбинационного рассеяния «вперед», «назад» и «под 900», что обеспечит полноту экспериментальных данных, необходимую как для наработки спектральной базы, так и для теоретических расчетов, моделирования и прогнозирования.

3. Исследовать и разработать технологии измерения содержания и состава газовой компоненты в водной среде и оборудования для обеспечения промышленной и экологической безопасности и предупреждения техногенных аварий при добыче нефти и газа на шельфе, основываясь на анализе концентраций газообразных углеводородов в водной среде модифицированными методами комбинационной спектроскопии.

В основу проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, согласно пункта 3, должны лечь результаты пп.1 и 2.

Решаемые фундаментальные проблемы

На данный момент область комбинационной спектроскопии газовой компоненты водных сред мало исследована.

Для решения аналогичной задачи по оперативному и непрерывному детектированию, исследованию, измерению следовых концентраций комбинационно-активных газов в атмосфере и аналогичных неплотных средах давно и успешно применяются методы комбинационной спектроскопии, позволяющие производить исследование газовой среды оперативно и непрерывно. Однако использование известных на данный момент методов комбинационной спектроскопии газов непосредственно в такой плотной среде, как вода, сталкивается со следующими фундаментальными проблемами:

- малые концентрации газов, встречающихся в прикладных задачах, наряду с малым сечением рассеяния большинства газов, делают детектирование непосредственно в воде невозможным из-за слабости полезного сигнала. Так, например, для метана фоновые концентрации в морской воде составляют порядка 10-9 Моль на литр, в то время как детектирование с помощью методов комбинационной спектроскопии с использованием современного оборудования в точке наблюдения возможно для минимально определяемых концентраций на 5-6 порядков выше.
- для большинства встречающихся в прикладных задачах газов (в частности углеводородных газов C1-C4) спектр комбинационного рассеяния перекрыт спектром комбинационного рассеяния воды. При этом мощность сигнала комбинационного рассеяния воды оказывается

на несколько порядков больше, чем сигнала исследуемых газов, в силу малости их реальных концентраций.

Данные проблемы делают невозможным прикладное применение известных существующих методов комбинационной спектроскопии для оперативного измерения реальных концентраций большинства комбинационно-активных газов (в частности, углеводородных газов) в водных средах. Для разрешения этих проблем требуются теоретические и экспериментальные исследования, сбор экспериментальных данных по комбинационному рассеянию углеводородных газов, растворенных в воде, разработка оптимальных научно-технических решений для реализации модифицированных методов комбинационной спектроскопии, позволяющей оперативное исследование углеводородной газовой компоненты водной среды. Научные наработки, полученные в ходе решения данных фундаментальных проблем, позволят вывести прикладное научное направление комбинационной спектроскопии газовой компоненты водных сред на принципиально новый уровень, так как полученные в результате модифицированные методики комбинационной спектроскопии будут отличаться на порядки более высокой по сравнению с известными методиками чувствительностью. Полученные в ходе исследований наработки позволят решить вопрос создания дистанционных технологий анализа газовой компоненты водных сред.

Также созданный в ходе исследований научно-технический задел может быть применен к исследованию газовой компоненты не только водных, но у любых других плотных прозрачных сред, и полученные технологии смогут найти свое применение в широком спектре прикладных задач.

Актуальность предлагаемого исследования обусловлена тем, что в данной работе будет решена проблема удовлетворения потребности в быстрых, точных, относительно недорогих и эффективных методах измерения концентраций газообразных углеводородов, а также других газов,

растворенных в водной среде (таких как сероводород, водород, углекислый газ) в приложении к различным задачам, самыми востребованными из которых являются:

- обнаружение утечек нефти, газа и нефтепродуктов при подводной разработке или транспортировке
- исследования и мониторинг состояния окружающей среды;
- геохимическая разведка подводных запасов нефти и газа (в том числе нетрадиционных запасов, в виде, например, гидратов).

3.5. Исследование и разработка методов обращения и утилизации твердых бытовых и промышленных отходов, включая радиоактивные отходы (РАО)

3.5.1. Исследования источников возникновения, состава и способов обезвреживания высокотоксичных радиоактивных промышленных отходов и определение степени их опасности

Данное приоритетное направление исследований и разработок нацелено на решение проблемы захоронения радиоактивных отходов (РАО) в глубоких геологических формациях.

Безопасное захоронение РАО является ключевой проблемой, от решения которой в значительной мере зависят перспективы и масштабы будущего развития ядерной энергетики. Задача состоит в разработке таких способов изоляции РАО, которые позволят устранить негативные экологические последствия для окружающей среды и в конечном итоге обеспечить надежную изоляцию РАО от биосферы на весь период сохранения отходами радиотоксичности.

Данное приоритетное научное направление имеет целью развитие технологий в рамках Критической технологии «Технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом».

Задача подраздела 1

Теоретическое и численное моделирование неклассических процессов переноса примеси в резко контрастных геологических средах применительно к проблеме захоронения радиоактивных и высокотоксичных отходов

Целью настоящего исследования является создание теоретических и численных моделей, необходимых для построения общей теории неклассических процессов переноса в сильно неоднородных средах и пригодных для практических приложений при проведении обоснования надежности радиоактивных захоронений в геологических формациях.

Обширный массив данных наблюдений по процессам миграции, накопленный к настоящему времени, свидетельствует о том, что процессы переноса в сильно неоднородных и неупорядоченных средах, каковыми являются геологические структуры, как правило, не описываются классическими законами Дарси и Фика. Во многих случаях возникают аномальные (неклассические) процессы переноса. Причина установления неклассических закономерностей состоит в том, что благодаря структурным особенностям рассматриваемых сред реализация физических механизмов переноса зачастую происходит неравновесным способом, так что длины корреляции и времена релаксации оказываются сравнимыми и даже больше, соответственно, расстояний и времен наблюдения. Отсюда получаются нелокальные связи между потоком примеси и ее концентрацией и, как следствие, неклассические режимы переноса примеси.

Существенным фактором, приводящим к возникновению неклассических закономерностей, является резкий контраст в распределении структурных характеристик геологических сред. Как правило, геологическую среду в целом можно условно представить в виде совокупности двух резко отличающихся структурных подсистем: сильно проницаемой (совокупность связанных трещин либо подсистема крупных пор, образующих перколяционные кластеры) и слабопроницаемой (матрица и мертвые концы

кластеров). Перенос примеси обеспечивается главным образом механизмами, действующими в сильно проницаемой подсистеме. В то же время, благодаря обмену примесью между подсистемами слабопроницаемая среда действует как ловушка и способствует замедлению режимов переноса. В итоге, формирование закономерностей переноса происходит по разному в трех интервалах времени:

- ранние времена, на которых большая часть примеси сосредоточена в сильно проницаемой подсистеме;
- промежуточный интервал времени, когда большая часть примеси уже находится в ловушках, но они не насыщены;
- поздние времена, когда насыщение ловушек произошло.

Вследствие отсутствия равновесия между структурными подсистемами, перенос в промежуточном интервале времени оказывается неклассическим. Теоретическое и численное моделирование режимов переноса в условиях отсутствия структурного равновесия в распределении примеси станет одним из разделов проекта.

Другой тип переходного механизма переноса примеси реализуется, когда система трещин образует кластеры, обладающие фрактальной структурой. На расстояниях меньше корреляционной длины отсутствует статистическая однородность среды, и перенос примеси идет в отсутствие масштабного равновесия, приводя к возникновению неклассических режимов.

Захоронение радиоактивных и высокотоксичных отходов в глубинных геологических формациях предполагает соблюдение принципа многобарьерной защиты. Инженерные сооружения вокруг источника примеси в могильнике вместе с прилегающими участками слабопроницаемой породы играют роль защитного диффузионного барьера. Его присутствие создает в среде дополнительный структурный контраст, способный

значительно модифицировать режимы переноса. Поэтому возникают задачи о неклассических режимах переноса в присутствии диффузионного барьера.

Для практики очень важно иметь описание и прогноз распространения радионуклидов при попадании последних в грунтовые воды в виде технологических растворов, что особенно актуально для уже существующих захоронений РАО. Эти растворы обладают как остаточным тепловыделением вследствие радиоактивного распада, так и повышенной плотностью, обусловленной высокой концентрацией тяжелых металлов. Поэтому дальнейшее их распространение в водоносных слоях наряду с внешними условиями определяется возникающими тепловыми и концентрационными неоднородностями. Режимы переноса загрязнений на фоне свободной концентрационной и тепловой конвекции станут предметом исследования, предусмотренного настоящим проектом.

Другим примером обратного воздействия РАО на среду и, как следствие, возникновения неклассических режимов переноса, являются захоронения в соляных формациях (галитах). Здесь под действием градиентов температур и механических напряжений могут создаваться условия для возникновения легких путей переноса примеси - перколяционных кластеров, формирование которых происходит при движении пузырьков различных размеров в полях градиентов температур и напряжений.

Ввиду отсутствия структурного и масштабного равновесия в распределении примеси управляющие уравнения для концентрации, вместо дифференциальных уравнений, как для классической адвекции-диффузии, оказываются интегро-дифференциальными. Определение конкретного вида входящих туда интегральных ядер является сложнейшей и пока нерешенной задачей.

По этой причине для решения настоящей задачи предусмотрено построение теории, базирующейся на асимптотическом описании неклассических процессов переноса примеси в геологических средах.

Подразумевается важная для практики ситуация, когда расстояние от точки наблюдения до источника примеси велико в сравнении с размерами основной области ее локализации. Проведенный предварительный анализ выявил два важных достоинства такого описания. Первое состоит в том, что для него, вместо интегрального ядра, требуется знание конечного (и достаточно компактного) набора численных параметров, характеризующих структуру среды. Второе достоинство – в возможности учета крупномасштабных неоднородностей среды, присутствие которых вызывает существенные трудности в обычных подходах к теории неклассических процессов переноса.

Важным вопросом в теории процессов переноса являются неопределенности в описании распределения примеси. Для классических режимов переноса они возникают только из-за неточных знаний характеристик среды. Имеются веские основания к тому, что для неклассических процессов возникают другого типа неопределенности, которые неустранимы при статистическом описании и по величине могут быть значительными. Разработке теории статистических неопределенностей в распределении концентрации, включая асимптотический предел, для неклассических режимов переноса примеси посвящена одна из задач проекта.

Таким образом, решение данной задачи предполагает:

- разработку теоретической и численной моделей неклассических режимов переноса примеси в резко контрастной статистически однородной среде.
- разработку теоретической модели аномальных режимов переноса в резко контрастных средах в присутствии диффузионного барьера.
- построение теории переноса радионуклидов в статистически однородных двупористых средах на фоне свободной концентрационной и тепловой конвекции.

- разработку теоретической модели переноса радионуклидов в массивах галита (соляных формациях) учетом температурных и силовых воздействий.
- построение общей асимптотической теории неклассических процессов переноса.
- приложение асимптотической теории к средам с плавными и резкими крупномасштабными неоднородностями.
- анализ неопределенностей концентрации, возникающих при статистическом описании неклассических процессов переноса.

Такая постановка задачи о неклассических режимах переноса в геологических средах осуществляется впервые.

Решаемые фундаментальные проблемы

Результаты, достижение которых планируется в рамках настоящей задачи, станут важным шагом на пути решения фундаментальной проблемы - построения общей теории процессов переноса в геологических средах.

Планируемые результаты будут иметь важную практическую ценность для решения проблемы захоронения радиоактивных и высокотоксичных отходов, поскольку:

- эти результаты дадут основу для проведения качественных оценок по надежности захоронений радиоактивных отходов в геологических структурах;
- результаты создадут фундамент для разработки современных компьютерных кодов, предназначенных для проведения обоснования надежности захоронений РАО и высокотоксичных отходов в геологических средах.

Задача подраздела 2

Разработка физических и численных моделей сопряженных процессов гидродинамики и плавления-отвердевания геологических пород с учетом

влияния проникающего излучения при изоляции радиоактивных отходов методом самопогружения.

Целью проекта является создание теоретических и численных моделей, а также программных средств, необходимых для описания сопряженных процессов гидродинамики и плавления-отвердевания геологических пород с учетом влияния проникающего излучения при изоляции РАО методом самопогружения.

Одной из важнейших задач, решение которой обеспечивает перспективы развития атомной энергетики, является безопасная и эффективная изоляция долгоживущих компонентов радиоактивных отходов (РАО), в первую очередь, трансурановых радионуклидов. В настоящее время рассматриваются несколько способов достижения указанной цели:

- создание долговременных подземных контролируемых хранилищ на основе принципа «мультибарьерной защиты»;
- выжигание актиноидов трансмутацией в будущих реакторах на быстрых нейтронах;
- удаление за пределы атмосферы – в космос ввиду того, что количество нарабатываемых актиноидов сравнительно невелико;
- «самопогружение» в геологическую среду вплоть до мантии Земли за счет проплавления породы, обусловленное остаточным тепловыделением РАО.

Наиболее активно разрабатываемым способом сегодня является создание долговременных подземных хранилищ. Отметим, что устройство и эксплуатация таких хранилищ требуют значительных затрат, а в случае использования их для изоляции долгоживущих РАО контроль в определенной степени должен осуществляться на протяжении всего времени, пока радиологическая активность остается значимой. Считается, что надежность изоляции должна быть обеспечена в течение от десяти и более тысяч лет. В связи с этим велика вероятность, что основную роль по

предотвращению выхода радиотоксичных нуклидов в экосистему будут играть геологические барьеры. Поэтому подземные хранилища планируется располагать на глубине от нескольких сотен метров до полукилометра, что должно обеспечить надежное удержание радионуклидов от выхода на поверхность. Очевидно, что этот способ изоляции РАО является весьма затратным и не вполне решает проблему окончательной изоляции. Эту задачу также не вполне решает и второй способ.

К способам кардинального или окончательного удаления РАО из биосферы относятся удаление в космос и самопогружение вплоть до мантии.

С точки зрения простоты, экологической безопасности и экономической эффективности, на наш взгляд, наиболее интересным способом представляется последний из перечисленных способов, а именно, метод самопогружения.

Идея способа основана на использовании гигантской энергии, заключенной в РАО (гигаджоули на грамм). В предварительно подготовленную скважину опускаются капсулы с РАО. В результате тепловыделения капсулы будут разогревать и расплавлять окружающую породу, и под действием собственного веса опускаться вглубь, вытесняя образующийся расплав вплоть до мантии.

В настоящее время предложен ряд методов и конструктивных решений для реализации этого способа (в том числе, и коллективом исполнителей). Они касаются конфигурации ансамбля капсул, их геометрических параметров и состава содержания РАО. Указанные методы базируются на предварительных оценках процессов гидродинамики и теплопроводности. Эти оценки являются весьма консервативными. Отметим, что все известные на сегодня модели указанных процессов не учитывают влияние проникающего излучения РАО. Между тем, оно может быть существенным. В частности, гамма излучение (137Cs, 60Co и др.), имеет глубину проникновения порядка размера капсулы, содержащее РАО, а

энерговыделение при поглощении в окружающей геологической среде может составлять значительную долю от общего. Это обстоятельство может существенно повлиять на режимы погружения капсулы с РАО, например, на скорость погружения и условия целостности. Таким образом, возникает необходимость решения комплекса задач, включающего как традиционные задачи гидродинамики и теплообмена, так и новые, учитывающие влияние проникающего излучения. Это позволит ослабить консервативность и привлекать к рассмотрению более широкий круг конструкций и материалов.

Следует отметить, что рассматриваемые процессы, протекающие при изоляции РАО методом самопогружения довольно сложно (если вообще возможно) контролировать на большой глубине, и, следовательно, прогнозировать поведение. В связи с этим в настоящем проекте предлагается разработать комплексные математические и физические модели, сопряженных процессов теплообмена и гидродинамики, плавления-отвердевания неоднородных сред с учетом проникающего излучения, теплопроводности и движущегося источника тепла за счет гравитации.

Разработанные модели будут реализованы в соответствующем программном комплексе. Такой подход позволит создать инструмент решения задач, возникающих при самопогружении тепловыделяющих капсул с РАО. С помощью создаваемого инструмента будут исследованы и предложены конструкции и составы капсул с РАО для захоронения. Предлагаемый подход к решению задач проекта является новым.

Работа планируется поэтапно:

1. Предварительный анализ и получение оценочных соотношений для процессов при самопогружении капсул с РАО. В первую очередь, скорости погружения в зависимости от мощности тепловыделения, мощности проникающего излучения, размеров капсулы и физических характеристик источника и среды.

2. Разработка математических моделей сопряженных процессов теплообмена, фазовых переходов и гидродинамики с учетом влияния проникающего излучения РАО.
3. Разработка метода сквозного счета для задачи плавления-отвердевания с помощью применения непрерывной функции индикатора фаз.
4. Разработка модели движения тепловыделяющего источника за счет проплавления среды и погружением в расплаве под действием силы тяжести.
5. Исследование влияния мощности излучения, поглощаемого средой неоднородности среды на процесс погружения при различных типах погружающегося источника.
6. Разработка программного комплекса.
7. Верификация программного комплекса для задач с погружающимся источником тепла по аналитическим решениям и экспериментальным данным.
8. Определение вариантов возможных комбинаций состава капсул с РАО на основе анализа и обобщения данных по изотопному составу и типу радиоактивного излучения РАО, нарабатываемых на АЭС.

Все предложенные здесь задачи поставлены впервые. Для решения задач будут применены современные методы теоретической и вычислительной физики. Коллектив исполнителей имеет солидный научный задел по тематике проекта (около 20 научных публикаций в ведущих отечественных и зарубежных журналах, доклады на международных конференциях).

Решаемые фундаментальные проблемы

Результаты, достижение которых планируется в рамках НИР, направлены на решение фундаментальной проблемы атомной энергетики – безопасного захоронения радиоактивных отходов (РАО) посредством управления сопряженными процессами теплообмена и гидродинамики при

«самозахоронении» (РАО) с учетом проникающего излучения в неоднородных геологических средах в плоть до мантии Земли.

Планируемые получить в рамках НИР результаты будут иметь важную практическую ценность для решения проблемы захоронения радиоактивных отходов, создадут фундамент для разработки современных компьютерных кодов, предназначенных для проведения обоснования надежности захоронений РАО в геологических средах, предложить новые конструкции и комбинации состава капсул с РАО для кардинального удаления из биосферы.

Задача подраздела 2

Разработка вычислительных технологий нового поколения для моделирования процессов переноса загрязнений в подземной гидросфере от объектов промышленности и энергетики (химические загрязнения, включая радиоактивные)

Постановка задачи должна обеспечить достижение нового научно-технического уровня в решении экологических проблем, связанных с безопасностью полигонов промышленных и радиоактивных отходов разных типов и загрязнением подземных вод. Ее целью является повышение точности расчетных геомиграционных моделей и скорости расчетов, расширение сферы применения моделей благодаря увеличению спектра учитываемых физических и химических процессов. Успешное достижение цели должны обеспечить новые методы дискретизации задач фильтрации и переноса на неструктурированных адаптивных сетках и мультифизичные модели, учитывающие физические, химические и тепловые процессы. Исследование имеет междисциплинарный характер: требуется объединение усилий специалистов по вычислительной математике, гидрогеологов и геохимиков.

В рамках задачи предполагается разработать:

- **методы построения трехмерных адаптивных сеток для геологических структур**

Разработка методов построения адаптивных расчетных сеток для геологических сред должна обеспечить возможность высокоточной аппроксимации геологической структуры области, локальных неоднородностей и геометрии различных подземных объектов. Алгоритмы адаптации сетки должны позволить пользователю строить сетки с заданными шагами, измельчать их там, где требуется высокая точность аппроксимации границ или решения, и разгрублять в других областях. Для гибкости в применении сеточных генераторов к различным областям (например, содержащим выклинивания геологических слоев либо разломы) на сетки накладываются минимальные ограничения: они могут содержать произвольные выпуклые многогранные ячейки, и только должны быть конформными в обобщенном смысле. Необходимо исследовать методы построения треугольно-призматических и гексаэдральных сеток на основе восьмеричных деревьев с возможностью «скалывания», вырождения и различных трансформаций ячеек сетки.

- **высокоточные методы дискретизации для задач фильтрации и переноса, применимых на неструктурированных сетках**

Обычно методы дискретизации задач, описываемых уравнениями в частных производных, опираются на некоторый тип сетки: прямоугольные, тетраэдральные, гексаэдральные, сетки Вороного. В данном случае ставится задача выполнения расчетов на произвольных многогранных сетках, что серьезно усложняет построение расчетных схем.

Основу численных моделей фильтрации и переноса составляют дискретизации операторов диффузии и переноса. Здесь ставится задача построения консервативных схем дискретизации этих операторов высокого (второго по скалярной переменной и первого – по потокам) порядка точности для конформных трехмерных сеток с произвольными выпуклыми многогранными ячейками и задач с неоднородными анизотропными коэффициентами. При решении задач переноса с геохимическими

взаимодействиями важную роль играет свойство монотонности методов. Появление отрицательных значений концентрации, свойственное большинству методов решения задач адвективно-диффузионного переноса, приводит к краху геохимических расчетов. Требуется разработка методов, гарантирующих не отрицательность получаемых концентраций.

В задачах переноса важнейшую роль играет возможность точного отслеживания фронтов загрязнения. Для этого должны быть разработаны низко диссипативные схемы дискретизации задачи адвекции.

3.5.2. Исследования, направленные на совершенствование технологии управления жизненным циклом в хранилищах отработанного ядерного топлива (ОЯТ) с помощью методов и средств интеллектуальной неразрушающей инфракрасной диагностики

Одной из важнейших проблем современности является утилизация радиоактивных отходов, включая оружейные материалы, продукты атомной промышленности, а также отходы тепловых электростанций и металлургического производства, использующих каменный уголь и руду.

В настоящее время прорабатываются проекты создания на базе протонных ускорителей ОИЯИ ядерно-энергетических установок, способных обеспечить моделирование и промышленную реализацию электроядерного способа получения энергии, а также изучение деления долгоживущих трансурановых нуклидов для их нейтрализации (перевода в короткоживущие), в частности работы по теме «Исследование физических аспектов электроядерного способа получения энергии и изучения трансмутации радиоактивных отходов на пучках синхрофазотрона/нуклотрона ОИЯИ».

Предлагаемый комплекс детектирующих автоматизированных информационно-измерительных систем способен обеспечить диагностику быстропротекающих в ядерно-энергетической установке процессов в режиме реального времени.

Исследования в рамках настоящего приоритета призваны обеспечить повышение противопожарной безопасности и предупреждение аварийных и чрезвычайных ситуаций в хранилищах ОЯТ с использованием современных методов и средств инфракрасной диагностики в спектральном диапазоне до 45 мкм, временном диапазоне до 1 мкс в масштабе реального времени

Хранилища ОЯТ относятся к объектам повышенной опасности. В системе комплексной безопасности таких объектов одной из наиболее важных составляющих является система противопожарной безопасности.

Задачу по обеспечению контроля за температурным режимом в ядерных хранилищах наиболее успешно может решить ИК-монитор, который представляет собой детектирующий комплекс и предназначен для измерения интенсивности теплового излучения в ближнем и среднем инфракрасном диапазоне длин волн при исследовании быстропротекающих процессов в условиях постоянных и импульсных электромагнитных и радиационных помех. Один из главных детекторов для бесконтактных прецизионных абсолютных тепловых измерений имеет следующие основные технические данные и характеристики:

- спектральный диапазон, мкм 0,9-4,6
- длительность регистрации интенсивности излучения,мкс 0,1
- частотный интервал подавления помех, кГц ≤ 10
- коэффициент подавления сигналов наводки и дрейф $\leq 0{,}002$
- диапазон измерения температуры, °С 30-2700
- погрешность измерения, % 0,2
- суммарная потребляемая мощность, Вт 200
- размер чувствительной поверхности детектора, мм 0,2×7
- корпус детектора, мм
- диаметр 40
- длина 60
- масса, г 120

Детектирующий блок может плавно перемещаться вдоль одной из координат в пределах ± 40 мм с погрешностью ≤ 0,5 мм. Имеется набор фильтров (поглощающих нейтральных и отрезающих спектральных) и линз для широкого спектра длин волн оптического и ИК диапазонов из флюорита и оптической керамики. Габариты предусилителя с блоком питания – 120×240×300 мм, масса 12 кг.

Решаемая фундаментальная проблема

Целью разработки и создания прецизионного инфракрасного монитора тепловыделения в ядерном хранилище является повышение безопасности объектов хранения отработанного ядерного топлива.

В связи с широкомасштабным развитием атомной энергетики в России и за рубежом количество временных захоронений отработанного ядерного топлива будет только возрастать.

С другой стороны, в настоящее время уделяется повышенное внимание решению проблемы обращения с ОЯТ и утилизации радиоактивных отходов (РАО), т. к. проблема безопасного хранения ОЯТ приобретает все большую актуальность.

Включение в систему противопожарной безопасности ИК-монитора за тепловыделением в ядерном хранилище благодаря его высокой чувствительности и надежности повысит защищенность данного объекта. Он обеспечит следующие функции в режиме реального времени:

- мониторирование и детектирование теплового излучения в помещении ядерного хранилища;
- преобразование регистрируемого излучения и выдачи сигнала на блок управления.

Предлагаемый ИК-монитор для контроля за тепловыделением в хранилищах ОЯТ не имеет аналогов в мире и обладает следующими преимуществами:

- дистанционный способ диагностики

- быстродействие срабатывания детекторов – 0.1-3 мкс
- минимальная чувствительность детекторов в условиях импульсных и постоянных помех составляет от нескольких фотонов до 0,1 мкВт
- диапазон измеряемых температур от 20˚ до 1500˚С

Для обнаружения и детектирования теплового излучения разработана линзовая и зеркальная ИК оптика.

ИК детекторы с зеркальной оптикой позволяют регистрировать излучение в диапазоне от 0,3 до 45 мкм.

Задача подраздела

Исследование и разработка технологии управления жизненным циклом электроядерных установок для утилизации ядерных отходов с последующей генерацией электроэнергии.

Суть исследований состоит в изучении возможности применения неразрушающей инфракрасной диагностики быстропротекающих процессов в спектральном диапазоне до 45 мкм, временном диапазоне до 1 мкс в масштабе реального времени в целях мониторинга состояния и уровня безопасности подкритических реакторов, предназначенных для трансмутации переработанного ядерного топлива.

Наиболее важное место в работе с электроядерными установками для утилизации ядерных отходов отводится методам и системам бесконтактной неразрушающей дистанционной их диагностики, которые могут быть реализованы путем создания комплекса детектирующих информационно-измерительных систем, способных обеспечить надежный контроль и автоматическое управление быстропротекающими ядерными процессами.

Источником информации о таких процессах служат различные типы электромагнитных излучений в спектральном диапазоне излучений от гамма и рентгеновского до оптического (ультрафиолетового, видимого, включая длинноволновую инфракрасную область). Эти излучения характеризуют

основные параметры и особенности процессов, которые протекают в электроядерной установке, сопряженной с протонным ускорителем, (в мишени, при ее бомбардировке релятивистскими протонами, и бланкете, под воздействием вторичных нейтронов). Регистрация излучений требует постоянного развития детектирующей базы.

Сложность проблемы состоит в том, что измерения необходимо вести в активной зоне, на выходе протонного пучка из ускорительного канала и внутри конструкции сборки из урановых (уран-плутониевых) твэлов, характеризующейся высоким уровнем постоянных и импульсных электромагнитных, радиационных и тепловых помех. В данных условиях наиболее успешным станет применение бесконтактной ИК-диагностики, поскольку благодаря ее отличительным особенностям внутренние и внешние радиационные повреждения оптики (окон, линз и зеркал), возникающие под действием жесткого ионизирующего излучения, практически не влияют на ее пропускающую и отражающую способность в ИК диапазоне спектра.

Для проведения исследований по программе изучения механизма энерговыделения и трансмутации предлагается комплекс детектирующих автоматизированных информационно-измерительных систем, способных обеспечить диагностику быстропротекающих в ядерно-энергетической установке процессов в режиме реального времени.

Комплекс детектирующих автоматизированных информационно-измерительных систем должен выполнять следующие измерения:

- регистрация и детектирование теплового излучения в тепловыделяющих элементах сборки;
- измерение интенсивности излучения при исследовании быстропротекающих процессов в условиях постоянных и импульсных электромагнитных и радиационных помех;
- преобразование регистрируемого излучения и выдачи сигнала на блок управления.

Решаемые фундаментальные проблемы

Результатом применения диагностического комплекса детектирующих автоматизированных информационно-измерительных систем на базе инфракрасной неразрушающей диагностики в спектральном диапазоне до 45 мкм, временном диапазоне до 1 мкс в масштабе реального времени является обеспечение безопасной эксплуатации создающихся в нашей стране подкритических ядерно-энергетических установок.

3.6. Исследование и разработка систем неразрушающего контроля и диагностики, как составной части интегрированных систем мониторинга опасных производств

Основой комплексной безопасности предприятий промышленности и энергетики являются интегрированные системы мониторинга, обеспечивающие прогнозирование возникновения и развитие нештатных ситуаций, а также ликвидация их последствий. Системы мониторинга включают в себя:

- системы неразрушающего контроля и диагностики опасных производств;
- системы передачи оперативной информации о значениях параметров, характеризующих безопасность функционирования опасных производств до центра управления безопасности;
- системы технической поддержки решений, основанные на моделировании процессов возникновения и реагирования на возникновение нештатных ситуаций;
- системы принятия решений, направленные на предотвращение и минимизацию ущерба в случае возникновения чрезвычайных ситуаций

3.6.1. Исследования в области инфракрасной синхротронной неразрушающей диагностики в спектральном диапазоне до 45 мкм, временном диапазоне до 1 мкс в масштабе реального времени с целью использования ее методов и систем в металлургии

В настоящее время при проведении работ по созданию коллективного метода ускорения тяжелых ионов накоплен большой опыт разработки методов инфракрасной (ИК) синхротронной диагностики с использованием оптики и детекторов для фокусировки и регистрации ИК излучения. На основе этих методов разработаны и созданы два типа информационно-измерительных систем (ИИС) – одноканальные и многоканальные, которые могут найти применение для решения прикладных задач обеспечения безопасности и повышения качества продукции предприятий металлургической промышленности.

Свойства инфракрасного синхротронного метода:

- уникальные свойства синхротронного излучения (СИ) – острая направленность и высокая интенсивность в ИК области – делают возможным использование простых, надежных и дешевых ИК детекторов;
- широкий спектральный диапазон СИ – от видимой до далекой ИК области;
- высокая точность абсолютных измерений интенсивности СИ (числа ускоряемых частиц) за счет регистрации их СИ в длинноволновой части спектра, где интенсивность излучения практически не зависит от энергии частиц;
- высокая помехозащищенность от интенсивных импульсных электромагнитных, радиационных и световых помех по сравнению с традиционными детекторами оптического излучения на основе ФЭУ;
- возможность регистрации быстропротекающих процессов.

Для обнаружения и детектирования ИК (теплового) излучения разработана линзовая и зеркальная оптика . Зеркальная оптика позволяет регистрировать излучение в диапазоне до 45 мкм.

В качестве первичных преобразователей теплового излучения в электрический сигнал предназначены интегральные и координатные фотодетекторы, работающие в диапазоне 0,7-45 мкм.

Используемые детекторы работают либо при комнатной, либо при азотной температуре.

Минимальная чувствительность ИК детекторов в условиях импульсных и постоянных помех ускорителя и реактора составляет до 0,1 мкВт.

Постоянная времени 0,1-1 мкс.

Пространственное разрешение ~ 1 мкм.

Преимущества ИК диагностики, связанные с ее отличительными особенностями:

- внутренние и внешние радиационные повреждения оптики (окон, линз и зеркал), возникающие под действием жесткого ионизирующего излучения, практически не влияют на ее пропускающую и отражающую способность в ИК диапазоне спектра;
- по сравнению с оптикой видимого диапазона – существенно (в 10 раз) ниже требования к разрешающей способности оптики, работающей в ИК области длин волн;
- по сравнению с диагностикой в видимом диапазоне – существенное преимущество в точности абсолютных измерений интенсивности излучения за счет стабильности оптических параметров пропускающих и отражающих элементов.
- эти важные достоинства ИК-диагностики подтверждают её несомненное преимущество в сравнении с диагностикой в ультрафиолетовой и видимой областях.

Результатом исследований в области инфракрасной синхротронной неразрушающей диагностики в спектральном диапазоне до 45 мкм, временном диапазоне до 1 мкс в масштабе реального времени для использования ее методов и систем в прикладных направлениях должно стать создание Комплекса инфракрасных информационно-измерительных систем (КИКИИС).

Применение КИКИИС направлено на:

- совершенствование технологий управления жизненным циклом предприятий металлургической отрасли с помощью неразрушающей диагностики, контроля и управления технологическими процессами металлургического производства и качества выпускаемой продукции;
- повышение достоверности неразрушающего контроля материалов с использованием современных методов и средств интеллектуальной инфракрасной диагностики;
- повышение оперативности режимной диагностики промышленного и энергетического оборудования с использованием современных методов и средств инфракрасной диагностики во временном диапазоне до 1 мкс в масштабе реального времени.

В настоящее время на некоторых предприятиях металлопрокатного цикла отсутствуют важнейшие для данного производства системы контроля, так например:

- контроль макроструктуры головной части раскатов кипящей и спокойной марок сталей при порезке металла в потоке обжимных станов;
- дефектоскопия внутренних дефектов валков (трещины, поры, неметаллические включения);
- контроль состояния технологического оборудования (стенок печей и ковшей) с целью раннего обнаружения и предупреждения прогаров.

Проведение исследований в области инфракрасной синхротронной неразрушающей диагностики по применению ее методов и средств в технологическом процессе металлургического производства имеет целью разработку методов и создание информационно-измерительных систем неразрушающей бесконтактной диагностики для:

- измерения интенсивности теплового излучения в диапазоне температур 20-1500°С.
- наблюдения температурных полей и отдельных участков поверхности объектов в процессе их движения.

В рамках задачи предполагается выполнить:

1) Исследование и разработку методов бесконтактного дистанционного контроля, основанных на использовании в качестве источника информации об объекте исследования его собственного инфракрасного (теплового) излучения:

- за температурой кипящей стали в конвертере;
- за состоянием стенок печей и ковшей, с целью раннего обнаружения и предупреждения прогаров;
- за качеством прокатываемого металла.

2) Исследование и разработку детектирующих автоматизированных информационно-измерительных систем (включая математическое моделирование и разработку отдельных узлов и прецизионных систем) для реализации методов дистанционного контроля за технологическими процессами в металлургическом производстве, основанных на использовании информационно-измерительных системах инфракрасной синхротронной диагностики ускоряемых пучков заряженных элементарных частиц.

Решаемые фундаментальные проблемы

Обеспечение безопасности и повышения эффективности функционирования предприятий металлургической промышленности, а также улучшение качества выпускаемой ими продукции.

В частности, применение КИКИИС для неразрушающей диагностики технологических процессов на предприятиях является уменьшение брака продукции металлургической отрасли. Например, только отсутствие контроля макроструктуры головной части раскатов кипящей и спокойной марок сталей при порезке металла в потоке обжимных станов приводит к перерасходу годного металла в обрезь. Поскольку зачастую в процессе работы после удаления нормируемой головной обрези приходится производить сверхнормативную (дополнительную) обрезь. В итоге предприятия несут серьезные потери – до 10 % годного металла оказывается отбракованным. Кроме того, значительно снижается производительность всего производственного процесса.

Выпуск высококачественного металла отечественными металлургическими предприятиями – важнейшая народно-хозяйственная задача, поскольку основные потребители металлургической отрасли – объекты транспортной инфраструктуры, предприятия машиностроительного комплекса, объекты ТЭК, оборонная промышленность и др.

Одним из путей решения задачи по повышению качества продукции металлургической промышленности является улучшение контроля на всех стадиях производства путем введения автоматизированных систем диагностики и управления технологическими процессами.

Предлагаемая задача по разработке КИКИИС способна обеспечить решение задачи контроля температуры расплавленного и прокатываемого металла, а также неразрушающего контроля дефектов.

3.6.2. Разработка технологической системы мониторинга состояния и ремонта сваркой подводных металлоконструкций

Центральной идеей «Энергетической стратегии России на период до 2030 года», утверждённой в 2009 году является необходимость масштабного

освоения залежей углеводородов Российского арктического шельфа и реализация его энергетического потенциала.

Освоение континентального шельфа является серьёзным вызовом не только для газовой и нефтяной промышленности, но также и всех смежных отраслей, так как по тяжести природно-климатических условий районы расположения перспективных морских месторождений, не имеют аналогов в мировой практике. В данном контексте решение задач по оперативному мониторингу технического состояния и ремонту подводных сооружений, в том числе сваркой, как наиболее эффективного и распространённого способа ремонта металлоконструкций, является как никогда актуальной задачей.

В Государственной программе Российской Федерации «Развитие судостроения на 2013–2030 годы» отмечается, что для освоения Арктического шельфа требуется создание морской техники принципиально новых типов, включая основанную на применении преимущественно подводно-подледных технологий.

Важной проблемой в контексте освоения континентального шельфа является то, что существующие подводные технологии диагностики и ремонта, применяемые в России и за рубежом, не могут быть в полной мере использованы на замерзающем шельфе, поскольку наличие ледового покрова, а также широкая номенклатура типоразмеров металлоконструкций затрудняет или даже полностью исключает возможность оперативного доступа для обслуживания подводных сооружений.

Одним из немногих возможных способов решения проблемы мониторинга технического состояния подводных сооружений и их оперативного ремонта сваркой в условиях континентального шельфа может стать оборудование и технологии, основанные на применении в качестве носителя подводных телеуправляемых аппаратов.

Развитие концепций, технологий и оборудования, не имеющих, как и специфика поставленных перед отечественной промышленностью задач по

освоению Арктики, мировых аналогов, является необходимым базисом для реализации энергетической стратегии Российской федерации на многие годы вперёд

Задача подраздела 1

Анализ существующих и планируемых подводных металлоконструкций. Разработка технических средств неразрушающего контроля

Для разработки технологической системы необходимы, прежде всего, знания об объектах, мониторинг и ремонт которых предстоит проводить. Наиболее интересны их материалы, типоразмеры и глубины залегания. Для решения этой задачи будет необходимо проанализировать все выполненные, текущие и планируемые работы по строительству подводных металлоконструкций.

Для проведения непосредственно мониторинга необходимо разработать технические средства неразрушающего контроля. Неразрушающий контроль будет выполняться при помощи акустических методов. Большой задел в этом направлении имеется, в том числе в МГТУ им. Н.Э. Баумана была успешно выполнена работа по мониторингу толщины подводной части корпусов судов

Задача подраздела 2

Разработка технических средств ремонта сваркой подводных металлоконструкций.Изготовление опытного образца технических средств мониторинга состояния и ремонта сваркой подводных металлоконструкций

Для решения данной задачи необходимо провести глубокие фундаментальные исследования по горению сварочной дуги под водой, по используемым присадочным материалам, оборудованию и технологиям.

Изготовление опытного образца включает в себя сопряжение технических средств неразрушающего контроля, технических средств ремонта сваркой подводных металлоконструкций и подводного телеуправляемого аппарата.

Технологии мониторинга и ремонта подводных металлоконструкций будут разработаны на основе многократных испытаний и доработок опытного образца.

Решаемые фундаментальные проблемы

В рамках данных задач будут решаться следующие фундаментальные проблемы:

- Выбор применимого способа неразрушающего контроля, его адаптация к задаче мониторинга подводных металлоконструкций.
- Горение сварочной дуги на различных глубинах.
- Выбор применимой технологии сварки, ее адаптация к задаче ремонта подводных металлоконструкций.
- Влияние легирующих элементов присадочной проволоки на свариваемый металл при сварке под водой.

3.7. Исследование и разработка комплексных систем мониторинга и управления безопасностью сложных объектов и территориальных комплексов

Включая:

- математическое, компьютерное моделирование сложных технических систем, аварийных процессов в энергетических и промышленных установках, и их влияние на жизнедеятельность человека и экономику;
- технологии мониторинга (сбора, обработки, передачи и анализа информации) состояния и уровня безопасности, а также управления безопасностью промышленных объектов, объектов энергетики и распределительных систем, инфраструктурных объектов и опасных грузов, обеспечивающих контроль и противоаварийное управление на всех этапах жизненного цикла в реальном масштабе времени;
- разработку принципов защиты населения при авариях на различных объектах промышленности и энергетики и обеспечения безопасности

жизнедеятельности в целом по заказам компаний и/или региональных и федеральных органов власти

Во все времена главной потребностью человеческого общества было обеспечение его безопасности. Но с течением времени и изменением состава угроз для общества менялось и представление о безопасности и те аспекты, которые вкладывались в это понятие. На современном уровне развития российского общества под термином безопасность все больше понимается устойчивое управляемое развитие. Т.е. общество хочет, чтобы ему было безопасно не только в данный конкретный момент времени, но и быть уверенным в том, что в будущем уровень безопасности не только не сократится, но и будет возрастать. При этом возрастающую роль для общества играют комфортная среда обитания и бережное отношение к природе и ресурсам. Таким образом, в сферу обеспечения безопасности жизнедеятельности общества сейчас входят:

- Безопасность в традиционном понимании этого слова, т.е. защищенность от чрезвычайных ситуаций (ЧС) различного характера (природных, техногенных, антропогенных, социальных, информационных). В данном случае одинаково важными являются вопросы предупреждения возникновения ЧС и вопросы снижения ущерба при их возникновении, включая сроки ликвидации последствий ЧС.
- Комфортность среды существования общества в целом и его отдельных представителей, которая включает наличие физически комфортной среды жизнедеятельности (удобные дома, транспортная инфраструктура, наличие рекреационных возможностей) и наличие, доступность и удобство пользования общественными сервисами (здравоохранение, образование, государственные услуги и прочее);
- Бережное отношение к природе и ресурсам, имеющимся в распоряжении общества. Это касается, в том числе, вопросов энергоэффективности и

эффективного использования ресурсов (электричество, тепло, вода, газ, коммуникационные ресурсы).

Вопросы обеспечения безопасности жизнедеятельности решаются на всех уровнях власти. На федеральном уровне решаются многие вопросы по обеспечению защищенности населения от ЧС, но, с изменением понимания безопасности жизнедеятельности, основной акцент по ее обеспечению смещается на уровень территорий (регионов, городов, муниципалитетов). При этом для территориального уровня вопросы защищенности населения от ЧС также играют важную роль. Таким образом, вопросы обеспечения безопасности жизнедеятельности территории становятся ключевыми при принятии решений на уровне руководства территории, что делает актуальным осуществление управления территорией с упором на обеспечение безопасности жизнедеятельности. Управление должно обеспечивать безопасность жизнедеятельности территории, как в повседневном режиме, так и в режимах реагирования на возникающие ЧС. При этом, поскольку все области жизнедеятельности территории связаны между собой, нужен интегрированный подход, охватывающий все сферы жизнедеятельности. Сферами жизнедеятельности территории, в частности, являются: зонирование территории, здания и сооружения, коммунальная инфраструктура, транспорт и транспортная инфраструктура, общественная безопасность, здравоохранение, образование, экологическая безопасность, безопасность промышленных объектов, социальная инфраструктура и т.п.

При управлении безопасностью необходимо рассматривать все возможные виды угроз (включая возможное развитие цепной реакции с переходом одной угрозы в ряд других) с последующим выделением приоритетов и очередности реализуемых мероприятий по их предотвращению или снижению уровня влияния, исходя из принципов необходимости, достаточности и превентивности в совокупности с оптимальным сочетанием показателя «затраты / полученный эффект».

Решение этой задачи на современном этапе развития общества связано с широким применением информационных технологий. Только с использованием информационной системы становится возможным сбор и обработка огромных объемов информации, требуемой для принятия обоснованных решений, а применение современных каналов связи позволит обеспечить взаимодействие между населением, органами власти и различными службами в повседневном режиме, а также быструю координацию действий между соответствующими службами при возникновении ЧС. Информационные системы в данном случае обеспечивают поддержку управленческого цикла: мониторинг ситуации (объекта управления), анализ ситуации, прогнозирование ситуации, обратная связь с объектом управления. Для мониторинга ситуации применяются автоматизированные и автоматические системы сбора информации, для анализа – средства работы с большими объемами данных, для прогнозирования – различные расчетные системы, для обратной связи – автоматизированные механизмы передачи сообщений и обеспечения коммуникаций между различными службами и населением.

Задача направления 1

Исследование и разработка интегрированной информационной системы управления и обеспечения безопасности жизнедеятельности территории (в рамках концепции «Безопасный и умный город»)

Объектом исследований должны стать процессы деятельности и взаимоотношений органов муниципального управления и исполнительной власти территориальных образований, направленные на обеспечение устойчивого и эффективного функционирования и развития территорий (городов, областей, регионов) как в повседневной жизни, так и в режиме предотвращения, реагирования и устранения последствий чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и антропогенного характера.

С учетом того, что для каждой территории существуют свои угрозы безопасности жизнедеятельности, свой сложившийся информационный ландшафт и другие особенности, необходимо разработать концепцию Интегрированной информационной системы управления и обеспечения безопасности жизнедеятельности (ИСУБЖ), общие принципы функционирования ИСУБЖ, интеграционную платформу и технологию внедрения ИСУБЖ для территории с учетом особенностей территории.

По завершении исследований на основе ожидаемых результатов будет возможна разработка ИСУБЖ. Внедрение ИСУБЖ будет предполагать адаптацию системы к условиям (особенностям) конкретного региона и реализацию в виде отдельного «облачного» сервиса, созданного на базе типовой (стандартизированной) программной платформы, предоставляемого в соответствии с сервисной (операторской) моделью оказания услуг.

Для обеспечения возможности подключения в ИСУБЖ как существующих прикладных систем, так и вновь создаваемых, в рамках проектирования ИСУБЖ будут разрабатываться новые методы создания стандартизированной интеграционной платформы, в которую прикладные системы могут быть подключены по стандартным интерфейсам в качестве отдельных сервисов, обеспечив, таким образом, создание комплексного решения.

Основными конкурентными преимуществами предлагаемой к созданию ИСУБЖ должны стать:

- Обеспечение единого подхода к управлению (модели угроз безопасности, показатели безопасности, модели описания процессов принятия решений, модели описания процессов взаимодействия органов власти, служб и населения, модели данных, модели обмена информацией и т.п.). ИСУБЖ должна обеспечивать единообразные механизмы принятия решений, использовать единые информационные модели, единообразные интерфейсы взаимодействия.

- Создание интеграционной платформы для существующих и создаваемых систем, исключая таким образом потерю уже сделанных инвестиций в существующие системы и позволяя объединять все доступные на данной территории информационные сервисы в единую систему.
- Импортозамещение – результаты исследований позволят разработать отечественный программный продукт, т.к. применение западных продуктов в предполагаемой области применения недопустимо по соображениям национальной безопасности.
- Значительное сокращение совокупной стоимости владения (стоимости жизненного цикла) программным обеспечением для конечного пользователя - администраций субъектов Российской Федерации за счет использования сервисной (операторской) модели оказания услуг и контракта жизненного цикла. Использование единого централизованного решения позволит исключить разработку отдельных систем для каждого региона, в том числе, закупку лицензий и создание региональных центров обработки данных.
- Сокращение сроков внедрения (адаптации и развертывания) системы за счет готовности аппаратных средств и каналов связи (обеспечивает оператор) и средств гибкой настройки (адаптации) модели данных и модели управления, реализованных в ИСУБЖ.
- Обеспечение мультипликативного эффекта для территории от организации комплексного управления ею: повышение качества жизни населения, повышение эффективности использования ресурсов территорией, повышение защищенности населения от чрезвычайных ситуаций.

При создании ИСУБЖ должны быть разработаны новые подходы и технологии:

- система интегральных показателей и индикаторов, характерных для каждой области управления и обеспечения безопасности территории, и их взаимосвязи;
- модель принятия решений при управлении и обеспечении безопасности жизнедеятельности на основе системы интегральных показателей;
- технология формирования комплекса перспективных направлений социального и экономического развития региона на средне- и долгосрочную перспективу на базе форсайт-исследований и построения дорожных карт;
- технология создания интегрированной информационной модели территории, которая сможет обеспечить единый комплексный подход к информационному обеспечению процессов управления и обеспечения безопасности территории;
- технология визуализации и представления интегрированных данных о состоянии параметров функционирования территории и безопасности ее жизнедеятельности;
- технология комплексного мониторинга и анализа видеосигналов, показателей датчиков и данных смежных систем для поддержки принятия управленческих решений и выявления угроз безопасности жизнедеятельности;
- технология интеграции существующих и вновь разрабатываемых прикладных систем для обмена данными и объединения функциональных возможностей в единый комплекс;
- сервисно-ориентированная архитектура решения.

Создание ИСУБЖ позволит на горизонте 7-10 лет объединить в единую информационную сеть все органы муниципальной и региональной исполнительной власти. При этом они получат возможность пользоваться услугами качественной связи и широким спектром продуктов и услуг современных информационных технологий, а затраты на реализацию проекта

и дальнейшее обслуживание инфраструктуры будут минимизированы за счет привлечения средств частного бизнеса и методов сервисно-ориентированного подхода.

Применение ИСУБЖ позволит обеспечить использование стандартизированных подходов к управлению и обеспечению безопасности, применяемых органами исполнительной власти различных регионов, и предоставить инструмент получения объективных оценок для сравнения результатов этой деятельности.

ИСУБЖ должна быть ориентирована на задачи и внедряться на базе ситуационных центров регионов и Национального центра управления в кризисных ситуациях МЧС России.

Решаемая фундаментальная проблема

Создание научно-технического задела для разработки Интегрированной информационной системы управления и обеспечения безопасности жизнедеятельности и технологии информационного обеспечения процессов управления безопасностью территории на базе ситуационного центра региона с применением сервисно-ориентированного подхода преследует следующие цели:

- повышение эффективности и прозрачности управления территорией и обеспечения безопасности жизнедеятельности на ней;
- сокращение времени реагирования экстренных служб на чрезвычайные ситуации, повышение эффективности их совместных действий, минимизация ущерба от чрезвычайных ситуаций;
- повышение качества жизни населения и конкурентоспособности территории как места обитания за счет комплексного использования информационно-коммуникационных технологий;
- повышение эффективности использования всех видов ресурсов (вода, газ, энергия и т.д.);

- сокращение государственных и муниципальных расходов на содержание и эксплуатацию информационных систем, снижение совокупной стоимости владения информационно-вычислительными ресурсами.

Результаты исследований должны послужить основой последующей разработки информационной системы для поддержки процессов управления территориальных органов исполнительной власти, направленных на устойчивое развитие территорий и обеспечение безопасности жизнедеятельности территории. Достижение запланированных результатов исследования обеспечит формирование научно-технического задела, необходимого для последующего создания информационных систем управления для ситуационных центров субъектов Российской Федерации.

3.7.1. Исследование и разработка комплексной системы мониторинга и безопасности для обеспечения научно-технической поддержки принятия решений по защите населения и инфраструктуры при чрезвычайных ситуациях радиационного характера в мегаполисе

Интенсивное развитие городов и превращение их в сложнейшие промышленные, транспортные, технологические, информационные и коммуникационные системы приводят к существенному снижению устойчивости городской инфраструктуры по отношению к факторам внешнего воздействия, в том числе, радиационным, в результате ЧС и террористических актов. Этому способствует чрезвычайная сложность управления такой системой в плане обнаружения и фиксирования угроз радиационного характера.

Проблема управляемости городов особенно обострена для мегаполисов, которые обладают высокой концентрацией экономического потенциала с наличием большого числа особо опасных промышленных объектов разного типа, включая ядерно и радиационно опасные; высокой плотностью

населения; наличием критически важных объектов инфраструктуры, систем жизнеобеспечения, включая разветвленную транспортную систему 2.

Все перечисленные факторы способствуют тому, что для мегаполиса, диспергирование даже незначительной активности может иметь негативные последствия национального масштаба.

В ряду всех техногенных рисков и террористических угроз особенность радиационных рисков связана с крайне обостренным гипертрофированным восприятием их населением, в первую очередь, с точки зрения последствий для здоровья людей. Эта особенность в сочетании с простотой регистрации повышенного радиационного фона вследствие ЧС на значительных расстояниях от места события вовлекает в ситуацию множество людей, а также общественные движения, в том числе, экологические, политические партии и СМИ. Такая ситуация, в случае отсутствия сверхоперативной, четкой и достоверной информации, убедительных оценок и прогнозов развития радиационной обстановки, приводит к неоправданному масштабированию социально-экономических последствий.

Расчеты показывают, что ожидаемый ущерб, в случае неадекватной реакции, будет измеряться десятками миллиардов долларов, аналогичные оценки американских специалистов для Нью-Йорка, значительно выше - 4 трлн. долларов.

Таким образом, для мегаполисов характерным фактором, способствующим неоправданному масштабированию социально-экономических последствий ЧС радиационного характера, усиливающим негативное воздействие общественного восприятия, являются недостаточная готовность ведомственных и территориальных систем реагирования к

[2]Так, например, в центре Москвы в среднем на площади 1 км^2 расположено около 90 жилых домов с числом жителей до 10 тыс. человек, примерно 700 предприятий и офисов, 2 станции метро, 2 театра, 2 музея, 2 библиотеки.

быстрой и адекватной оценке и прогнозированию радиационной обстановки и радиологических последствий в зоне загрязнения, а также выработке консолидированных рекомендаций по эффективным мерам реагирования.

Не только ЧС на ядерно и радиационно опасных объектах, но и умышленное, или даже не умышленное попадание радиоактивности в сферу жизнедеятельности человека может привести к серьезным социально-экономическим последствиям, которые повлияют на экономику и жизнедеятельность всего мегаполиса, при отсутствии быстрой и адекватной реакции властей, обеспеченных реалистичными оценками и прогнозами ситуации. В первую очередь, это относится к критически важным объектам инфраструктуры – вокзалам, аэропортам, станциям метро, культурно-развлекательным объектам, крупным торговым центрам. Особенностью ЧС радиационного характера является то, что последствия могут быть растянуты во времени, например радиационно загрязненный объект инфраструктуры (даже ниже разрешенных пределов) не будет использоваться по назначению длительное время.

При этом в крупном городе следует учитывать широкое разнообразие городской застройки, сложный рельеф в черте города. Это оказывает серьезное влияние на распределение радиоактивного загрязнения, приводя к сильной неоднородности в пределах городской среды, с появлением локальных радиоактивных пятен с трех-семикратным превышением уровня естественного радиационного фона.

Такие значения легко фиксируются постами АСКРО с прямо показывающими табло, расположенными на проходных отдельных предприятий и центральных фасадах некоторых зданий. Таким образом, информация о повышении мощности дозы быстро распространится среди населения и попадет в СМИ. В таких условиях необходимо в кратчайшие сроки предоставить лицам, ответственным за принятие решений, информацию о реальных масштабах загрязнения территории и объектов

города, для получения которой в условиях городской среды может понадобиться специальное дозиметрическое и радиометрическое оборудование.

С учетом приведенных выше аргументов, ключевым фактором в реагировании на ЧС радиационного характера в условиях мегаполиса является наличие комплексной системы мониторинга и безопасности для обеспечения научно-технической поддержки принятия решений по защите населения и инфраструктуры при чрезвычайных ситуациях радиационного характера в мегаполисе, способной выполнить быструю, адекватную, системную оценку радиационной обстановки, ожидаемых радиологических и социально-экономических последствий и разработать, с учетом разнородных, а по опыту реагирования зачастую противоречивых мнений участников реагирования на ЧС радиационного характера, консолидированные рекомендации по эффективным мерам реагирования и защиты.

Задача подраздела 1

Разработка концепции, структуры, элементов и опытного образца комплексной системы мониторинга безопасности в крупных городах (химический, радиационный, метеорологический мониторинг)

Необходимость создания комплексной системы мониторинга безопасности в крупных городах при реагировании на аварии диктуется, в частности, опытом прошлых радиационных аварий и инцидентов (включая и аварию на АЭС «Фукусима-1»), который показывает, что подавляющая часть социально-экономического ущерба связана с неадекватным реагированием и отсутствием эффективной инфраструктуры, обеспечивающей органы управления оперативной и квалифицированной научной поддержкой при принятии решений по мерам вмешательства для защиты населения и территорий.

Создание комплексной системы мониторинга безопасности и аварийного реагирования в мегаполисе направлено на повышение готовности

сил и средств городских служб, их оперативного взаимодействия с экспертными центрами при решении задач реагирования на ЧС с радиационным фактором для своевременного принятия решений по обеспечению безопасности населения и территорий.

Решение указанных задач достигается за счет разработки и использования современных программно-технических комплексов экспертной поддержки аварийного реагирования на ЧС с радиационным фактором, системы научно-технической поддержки принятия решений органами власти города со стороны компетентных научных организаций для выработки адекватных мер по защите населения в случае радиационных аварий и инцидентов и минимизации их последствий, создания технических средств и аппаратно-программных комплексов для оснащения постов контроля автоматизированных систем контроля радиационной обстановки (АСКРО), проведения обучения персонала городских структур аварийного реагирования, а также проведения учений и тренировок в мегаполисе для отработки вопросов реагирования на возможные радиационные аварии.

Наличие в мегаполисах Российской Федерации постоянно действующей структуры, оснащенной современными техническими средствами, имеющей доступ к оперативной информации о текущей ситуации и прогнозах ее развития, укомплектованной квалифицированным персоналом, участвующим на регулярной основе в противоаварийных учениях и тренировках, обеспечивающей информационную, экспертную и техническую поддержку противоаварийной деятельности, позволяет руководству города решать задачи по защите населения и минимизации прямых и косвенных последствий чрезвычайных ситуаций с радиационным фактором.

Задача подраздела 2

Разработка программно-аппаратных комплексов оценки, 3-D моделирования и прогнозирования переноса загрязняющих веществ в условиях сложной городской застройки.

Оперативное прогнозирование развития ЧС необходимо проводить как в масштабах обширных территорий, окружающих источник выброса в радиусе десятков и сотен километров, так и в пределах застройки мегаполиса, что особенно важно для планирования спасательных и восстановительных мероприятий. Такие же оценки необходимы для решения задач по обоснованию безопасности проживания населения в конкретном городе. Опыт показывает, что перспективным методом оценки радиационных последствий является численное компьютерное моделирование переноса радиоактивных примесей в трехмерной геометрии. К сожалению, существующие сегодня методы расчета переноса и осаждения газоаэрозольных примесей, основанные на моделях Гаусса и Лагранжа и применяемые в ближней зоне прогнозирования (сотни метров – несколько километров), не могут использоваться для расчетов в трехмерной геометрии и в масштабах сложной многокомпонентной городской застройки. В таких малых масштабах на процессы переноса радиоактивности и характер осаждения большую роль играют эффекты турбулентности и тепловые эффекты, зависимые от характера застройки и геометрии объектов. Расчеты по стандартным моделям в этих условиях не могут дать достоверных результатов. Для этой цели необходимо создание детализированных трехмерных цифровых образов элементов застройки мегаполиса, а также элементов инфраструктуры и согласованного с ними вычислительного кода для прямого моделирования процессов атмосферного переноса загрязнителя в сложной геометрии.

Ставится задача разработки специализированного программно-аппаратного комплекса программных средств, направленных именно на решение проблемы моделирования распространения радиоактивных примесей в условиях трехмерной геометрии городской застройки. Данный программно-вычислительный код должен реализовывать трехмерную математическую модель переноса, основанную на решении уравнений Навье-

Стокса. Код должен работать со специально разработанными трёхмерными компьютерными моделями зон застройки и пригоден для моделирования в масштабах территории с габаритами от нескольких десятков метров до нескольких километров. В расчёте должна учитываться геометрия застройки, особенности формирования воздушных потоков вблизи зданий, температурная стратификация атмосферы, эффекты теплового подъема и седиментации примеси. Программно-аппаратный комплекс должен рассчитывать концентрацию радиоактивной примеси в воздухе, плотность ее выпадения на подстилающую поверхность и объекты, оценивать мощность дозы гамма-излучения на заданный момент времени либо накопленную дозу в точке за период. Результаты моделирования представляются пользователю в форме визуализированных полей концентрации и выпадения примеси, а также в табличной форме. Должна быть пройдена валидация на материалах натурных экспериментов по распространению примесей в городской среде, проводимых в США и Европе.

Задача подраздела 3

Мировая практика реагирования на радиационные инциденты в густонаселенных районах показывает, что прямой вред здоровью не является основным негативным эффектом подобных чрезвычайных ситуаций. Основные финансовые и другие потери государство и общество несут за счет вынужденного отчуждения территорий, приостановления экономической деятельности, затрат на перемещение населения и дезактивационные и прочие восстановительные работы. Таким образом, любые действия и распоряжения властей, направленные на ликвидацию чрезвычайной ситуации в районах с высокой плотностью населения, развитым промышленным производством или сельским хозяйством, могут быть выражены, в конечном итоге, в суммах финансовых затрат государства, экономических агентов и жителей данной территории. Для учета неизбежных финансовых затрат при планировании защитных мероприятий в мегаполисе

при радиационных авариях лица, отвечающие за планирование, должны иметь четкие инструкции и алгоритмы расчета ожидаемых экономических затрат, а также потенциального социального ущерба за счет ухудшения качества жизни населения.

В ходе исследовательской работы должны быть выделены все основные факторы, определяющие прямой и косвенный социально-экономический ущерб от радиационного фактора; определены понятия социального и экономического ущерба и их количественных оценок; выстроены алгоритмы подхода к оценке ущербов в среде мегаполиса; создан математически и экономически обоснованный подход к количественной оценке ущербов; созданы базы данных расчетных формул, констант и параметров для их использования при оценке финансовых потерь, а так же нематериального ущерба. Результатом работы будут методики, содержащие подходы и алгоритмы, которые позволят людям, занимающимся оценкой рисков радиационных аварий, численно рассчитать потенциальный ущерб в экономической и социальной сфере в результате радиационной аварии в мегаполисе при различных сценариях реагирования.

В настоящее время в Российской Федерации нет единой методики или рекомендуемого подхода к оценке социального и экономического ущерба в результате радиационных аварий, которые бы активно применялась на практике при планировании мероприятий по защите населения и территорий в городской среде. В ходе данной работы будет создан инструмент, который позволит оперативно получить количественные оценки ущербов, вызванных как прямыми, так и опосредованными эффектами радиационного загрязнения в мегаполисе.

Задача подраздела 4

Одно из ключевых звеньев в проблеме обеспечения ядерной и радиационной безопасности населения мегаполиса – это организация аварийного реагирования и защиты населения при угрозе возникновения или

возникновения аварии с выходом радиоактивных веществ в окружающую среду, научно-техническое обеспечение которого – важнейшее направление. Аварийное реагирование – сложная и многогранная проблема. Наличие комплексной системы мониторинга мегаполиса в составе системы аварийного реагирования на чрезвычайные ситуации радиационного характера является обязательным фактором, обеспечивающим защиту населения и территорий в случае возникновения ЧС радиационного характера.

Для обеспечения мониторинга радиационных инцидентов в городских условиях (самого разного происхождения и характера) должны быть созданы аппаратные и программные средства, включающие в себя комплексы радиационной разведки, на базе пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов вертолетного типа, робототехнических комплексов радиационной разведки.

Выполнение работ позволит создать опытные образцы высокотехнологичных измерительных систем мониторинга радиационной обстановки в городе. Доработка этих опытных образцов до промышленных вариантов исполнения позволит оперативно, высокоэффективно и полноценно оценивать радиационную обстановку в районах ЧС радиационного характера и вырабатывать и применять защитные меры адекватно реальным угрозам для населения и окружающей среды. Это предотвратит применение необоснованных и излишних финансовых затрат.

Решаемая фундаментальная проблема.

Существенное снижение рисков и повышение безопасности жизнедеятельности на территориях с большой плотностью населения и высокой концентрацией общественных производств в условиях возрастания террористических угроз и роста серьезных объемов диспергированных накоплений ядерно-опасных веществ.

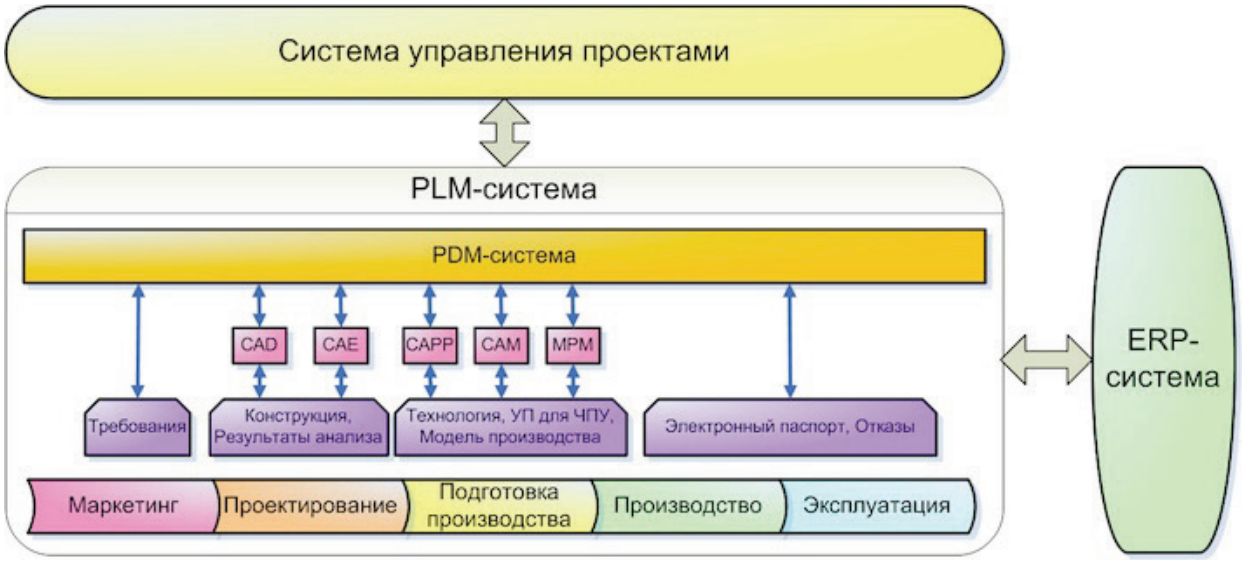
3.8. Применение технологий управления жизненным циклом наукоемких изделий и промышленных объектов (по отраслям промышленности)

Product Lifecycle Management (PLM - управление жизненным циклом продукции) - методология применения современных информационных технологий для повышения конкурентоспособности промышленных предприятий на основе управления данными об изделии.

Основными компонентами PLM-системы являются:

- PDM-система (Product Data Management) - система управления данными об изделии, является основой PLM и предназначена для хранения и управления данными;
- CAD-система (Computer Aided Design) - проектирование изделий;
- CAE-система (Computer Aided Engineering) - инженерные расчеты;
- CAPP-система (Computer Aided Production Planning) - разработка техпроцессов;
- CAM-система (Computer Aided Manufacturing) - разработка управляющих программ для станков с ЧПУ;
- MPM-система (Manufacturing Process Management) - моделирование и анализ производства изделия.

Ключевую роль в PLM играет PDM-система, задача которой заключается в предоставлении необходимых данных в определенное время в требуемой форме в соответствии с правами доступа.



PLM-решение для конкретного предприятия, как правило, включает в себя:

- Информационную модель данных и документов, описывающих предприятие, его продукцию и технологии ее изготовления;
- Модель бизнес- и производственных процессов создания и производства продукции;
- Программные и аппаратные средства с соответствующими настройками;
- Подготовленный персонал;
- Нормативно-справочную базу.

В рамках направления осуществляется создание и внедрение PLM-решений:

- Аудит инженерной деятельности предприятия, формирование концепции решения, стратегии его развертывания, оказание помощи в выборе базового программного обеспечения.
- Поставка лицензий необходимого программного обеспечения.
- Консультирование специалистов клиента. Консультирование представляет собой выработку и представление рекомендаций по внедрению (выполнению отдельных его этапов, управлению процессом

внедрения), при необходимости оформляемое в виде научно-технических отчетов. Внедрение выполняется специалистами клиента.

- Реализация проектов по внедрению. Под внедрением понимается: проведение анализа автоматизируемых бизнес-процессов предприятия, выработка предложений по их реинжинирингу, настройка внедряемой информационной системы под новые бизнес-процессы, разработка нормативной документации, регламентирующей использование системы, подготовка пользователей системы, наполнение системы классификаторами и справочниками, импорт унаследованных данных, организация сопровождения системы силами предприятия. В процессе настройки может потребоваться доработка функционала внедряемых систем, требующая программирования. Такая доработка обычно заключается либо в доработке пользовательского интерфейса, либо в разработке модулей обмена данными с другими информационными системами предприятия. При внедрении PLM-технологий могут быть выделены наиболее типичные задачи автоматизации:

Управление требованиями к продукции. Система позволяет упорядочить все требования и привязать их к выполнению конкретных задач на каждом этапе жизненного цикла продукции. В системе указывается статус каждого из требований, что позволяет оперативно получать информацию о процессе выполнения требований к продукции на каждом этапе ее жизненного цикла. Кроме того, в процессе проектирования и изготовления изделия требования могут меняться, что также отслеживается системой.

Архив электронной документации предназначен для централизованного упорядоченного хранения всей электронной документации по изделию/объектам с разграничением прав доступа пользователей к документам.

Электронный документооборот. Система позволяет существенно сократить время согласования-утверждения документации и повысить прозрачность технического документооборота.

Управление разработкой конструкторско-технологической документации. Внедрение системы управления технической документацией в электронном виде позволяет организации существенно сократить срок разработки и повысить качество разрабатываемой документации.

Управление процессами инженерных расчетов и расчетными данными предполагает повышение качества расчетных обоснований различных решений (конструкторских, проектных, технологических, экономических решений) за счет создания и применения автоматизированной системы, обеспечивающей: единую информационную среду для проведения расчетов (с использованием разнообразных расчетных систем и высокопроизводительных вычислительных ресурсов), организацию защищенного и упорядоченного хранения всех расчетных данных (с возможностями отслеживания взаимосвязей между исходными данными и конечными результатами расчетов), автоматизацию и регламентацию бизнес-процессов проведения расчетных обоснований.

Управление составом и конфигурацией изделия. В процессе жизненного цикла изделия его состав и конфигурация могут меняться. Важной задачей является поддержка состава изделия в актуальном состоянии. Решение позволяет в любой момент времени перейти к предыдущим составам изделия и просмотреть документацию, актуальную для данного состава изделия.

Справочники и классификаторы. В процессе разработки изделия используется множество различных справочников (материалы, стандартные изделия, радиоэлементы, оборудование, оснастка и т.д.). PLM-решение позволяет перейти к централизованному ведению электронных справочников и исключить дублирование информации.

Управление изменениями. В процессе разработки и производства изделия, а также на последующих этапах жизненного цикла изделия требуется по тем или иным причинам проводить изменения утвержденной документации на изделия. Для этого необходимо выпустить извещение об изменении и согласовать его, провести изменения в документации, согласовать измененную документацию, сдать измененные документы в архив и оповестить о проведении изменений все заинтересованные подразделения. PLM система готова взять на себя выполнение рутинных функций данного процесса.

Управление технологической подготовкой производства. PLM-система автоматизирует процессы разработки маршрутов и техпроцессов, подготовки программ для станков с ЧПУ, технологического документооборота, нормирования, проектирования оснастки. В рамках решения осуществляется создание и поддержка библиотек типовых элементов и справочников (оборудование, инструмент, оснастка, операции, профессии и др.).

Управление процессом производства. На базе PLM-системы может быть реализовано решение для контроля над работой станков с числовым программным управлением.

Управление данными о продукции на этапах производства и эксплуатации. PLM-система позволяет обеспечить отслеживание экземпляров изделий, узлов и партий, ведение электронных дел, сопровождение эксплуатации, отказов и ремонта, модернизации изделий и узлов.

Управление проектами. Реализация PLM-решения позволяет интегрировать систему управления проектом в единую информационную модель продукции.

Система поддержки принятия решений – компьютерная автоматизированная система, целью которой является помощь

руководителям, принимающим решение в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной деятельности.

Компьютерные системы менеджмента качества. На базе PLM-системы реализуется поддержка систем менеджмента качества в соответствии с ISO серии 9000. В рамках решения осуществляется автоматизация управления документацией СМК, управления записями, управления несоответствующей продукцией.

Управление жизненным циклом программного обеспечения. Решение для автоматизации проектирования программных систем, управления требованиями, изменениями и конфигурациями продукта, версионного контроля исходных текстов программ, автоматизированного тестирования и управления тестовыми лабораториями.

Интегрированная логистическая поддержка. Решение обеспечивает информационную поддержку различных видов инженерной деятельности, ориентированных на обеспечение высокого уровня готовности изделий (в том числе, показателей, определяющих готовность – безотказности, долговечности, ремонтопригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности и др.) при одновременном снижении затрат, связанных с их эксплуатацией и обслуживанием.

Интеграция корпоративных приложений. PLM-система может выступать в качестве программной платформы для интеграции САПР, АСУП/ERP систем предприятия и автоматизированных систем заказчиков / подрядчиков.

- Сопровождение и техническая поддержка. Сопровождение и техническая поддержка представляют собой мероприятия по поддержанию работоспособности внедренной ранее системы.

Обучение PLM-технологиям

В рамках ТП КБПЭ (Специалистами ООО «КЭЛС-центр»- участника технологической платформы) сформирована образовательная программа и методические материалы для проведения уникальных обучающих курсов, не

имеющих аналогов в России. Специалистами ООО «КЭЛС-центр» разработан государственный образовательный стандарт по специальности «Автоматизация управления жизненным циклом продукции».

Образовательный спектр охватывает все этапы внедрения PLM-решения на предприятии – от ознакомительного семинара для руководителей до обучения конечных пользователей по рабочим инструкциям.

Программа обучения строится без привязки к каким-либо существующим PDM-системам. На практических занятиях возможно изучение различных вариантов для разных PDM-систем.

Обучение производится по фиксированным или специально разработанным учебным курсам, которые построены по модульному принципу и позволяют заказчику формировать индивидуальный план обучения на учебной базе КЭЛС-центра в Москве или с выездом специалистов компании на предприятия. Также возможен вариант дистанционного образования.

К проведению занятий привлекаются лучшие специалисты отрасли, в том числе, специалисты партнеров компании и независимые эксперты.

Консультирование в области функциональной безопасности

Команда КЭЛС-центра наработала большой опыт оказания помощи в решении проблем функциональной безопасности на промышленных объектах повышенной опасности.

Компания оказывает услуги по расчету вероятности возникновения опасной ситуации при неправильном функционировании системы автоматизации, проводит мероприятия по снижению уровня ее возникновения и ограничению тяжести последствий на допустимом уровне риска.

Специалисты компании подготовили ряд действующих в настоящее время национальных стандартов Российской Федерации в области функциональной безопасности, которые раскрывают термины и определения,

содержат требования к программному обеспечению и рекомендации по применению методов определения уровней полноты безопасности.

Приемущества

- Независимость от производителей PLM-систем. Работа компании нацелена на решение задач клиента оптимальными средствами, представленными на рынке.
- Опыт интеграции информационных систем и применение лучших практик обеспечивают эффективную организацию функционирования различных программных продуктов и достижение синергетического эффекта.
- Понимание специфики отечественной промышленности. Наиболее глубокий опыт приобретен компанией в приборостроении, машиностроении, авиационной, космической и атомной отраслях.
- Опора на требования современных отечественных и международных стандартов. Оригинальная методика внедрения решений основана на существующих практиках управления проектами и подтверждена опытом успешного выполнения проектов.
- Специалисты компании являются экспертами в своих предметных областях, регулярно публикуются в профессиональных изданиях и выступают на тематических конференциях.

Примеры реализованных проектов комплексной автоматизации:

ЗАО «Завод Экспериментального Машиностроения РКК «Энергия». Проведен аудит, разработана концепция Системы информационной поддержки жизненного цикла изделия (СИП ЖЦИ), проведена автоматизация технологической подготовки производства от получения конструкторского состава изделий до разработки техпроцессов и их электронного согласования. Обеспечена интеграция с АСУП.

ОАО «Раменский Приборостроительный Завод». Проведен аудит, разработана концепция и стратегия реализации PLM-решения. Реализованы контуры конструкторской и технологической подготовки производства и учета отказов в производстве и эксплуатации. Проведена интеграция PDM и АСУП, PDM и САПР технолога.

ОАО «Раменское Приборостроительное Конструкторское Бюро». Проведен аудит, разработаны требования к обмену данными со смежниками, реализован контур конструкторской подготовки производства (электронный архив документации) и учет отказов.

ЗАО «Универсал-Контактные Сети». Проведен аудит, разработаны концепция и стратегия реализации PLM-решения, осуществлен выбор PDM-системы, реализованы контуры типового проектирования и конструкторской подготовки производства. Реализована интеграция с ERP-системой.

Госкорпорация «Росатом» (проектное направление «Прорыв»):

Система поддержки принятия решений. Выполнена настройка информационной модели PDM-системы, реализован интерфейс для наглядного визуального представления текущего состояния результатов и прогресса реализации проекта с отображением соответствия результатов заданным требованиям на гетерогенных 3D-моделях объекта и информационных панелях, разработана функциональность для управления расчетными данными и реализована подсистема технико-экономических расчетов и оптимизации этапов замкнутого ядерного топливного цикла.

Системная оболочка (СО) для численного моделирования реакторных установок нового типа. Определены требования к системе, осуществлен выбор программной платформы (SPDM-системы), разработана архитектура решения, реализована функциональность для интеграции расчетных систем в состав СО, автоматизации процессов выполнения расчетов и управления расчетными данными, реализована технология взаимодействия с высокопроизводительными вычислительными ресурсами.

Система управления разработкой расчетных кодов. Выбрана программная платформа, разработана архитектура решения, формализована методика по разработке и верификации расчетных кодов, адаптированы модели жизненных циклов объектов, реализована интеграция с системами календарного планирования и автоматизированного тестирования, реализована сборка расчетных кодов по расписанию.

3.9. Исследования и разработки в области пожаро- и взрывобезопасности промышленных предприятий и предприятий ТЭК, а также повышения эффективности комплексной работы систем пожаротушения.

Важнейшим направлением обеспечения безопасности промышленных предприятий является обеспечение пожаро- и взрывобезопасности. Наибольшую потенциальную опасность для индустриальных объектов представляют аварийные выбросы используемых в технологических циклах или выделяемых в ходе аварийного процесса горючих смесей. Взрывоопасной средой являются – смеси горючих газов, паров и пылей с воздухом и другими окислителями, летучие компоненты взрывчатых веществ. Горение или детонация больших объемов таких смесей могут привести к серьезным повреждениям индустриальных объектов, а в случае АЭС иметь крайне негативные последствия как в масштабе отрасли, так и для страны в целом. Разработка мер по борьбе с выбросами горючих смесей, проектирование систем контроля, удаления и пожаротушения требует достоверных знаний о процессах распространения таких смесей в пределах помещений объекта промышленности и/или в атмосфере. Как правило, струйный характер течений, высокая степень вероятности образования стратифицированных слоев, возникновение локальных областей с высокими концентрациями представляет собой крайне сложную задачу, решение которой требует комплексного подхода по созданию адекватных

мультифизичных физико-математических моделей. Эти обстоятельства определяют актуальность предлагаемых в данной заявке исследований.

Для предотвращения аварийных проливов горящих жидкостей, например, при пожаре в трансформаторных камерах, применяется ряд конструктивных способов, ограничивающих развитие пожара. Среди таких способов можно отметить применение защитных металлических коробов, специальных кожухов, аварийных маслоотводов и поддонов (резервных емкостей) для сбора пролившейся жидкости. Однако подобные меры защиты не являются средствами пассивного или активного тушения горящих при проливах жидкостей и не способны решить проблемы обеспечения и повышения пожарной безопасности объекта.

Процесс тушения подобных пожаров является сложной технической задачей, требующей больших материальных затрат, поскольку пожар с высокой степенью интенсивности огня и дыма стремительно распространяется вместе с жидкостью, образуя значительную поверхность горения. Для предотвращения растекания горящей жидкости и предотвращения процесса распространения пожара необходимо применять энергонезависимый конструктив пассивного типа для надежной локализации пролива, с возможностью самотушения и последующего сбора пролившейся жидкости.

Активным средством тушения для комплексного обеспечения противопожарной защиты, для дотушивания горящей жидкости и тушения других горящих материалов на поверхностях и конструкциях, в данном случае, должна являться автоматическая установка пожаротушения.

Наиболее безопасным для людей, экологически чистым для окружающей среды и универсальным огнетушащим веществом для тушения пожаров является вода, однако ей присущи многие недостатки, такие как повреждение материальных ценностей, необходимый объем, распространение дыма при тушении и ограничение по тушению

электрических установок под напряжением. Распыленная до мельчащих капель вода лишена перечисленных недостатков, однако на отечественном рынке отсутствует технология и конструктивные решения для генерации ротационно-направленной тонкодисперсной водной среды тушения под высоким давлением с каплями одинакового размера (50 мкм). В данной технологии как для комплексного использования, так и для индивидуального нуждается большое количество отраслей, в их числе энергетика (АЭС, ТЭЦ, ПС), транспорт и промышленность

3.9.1. Исследования (на основе новейших российских разработок) в области математического моделирования процессов распространения и формирования опасных концентраций взрывоопасных газов на индустриальных объектах (химическая и газовая промышленность, водородная энергетика, ТЭС, АЭС) с целью обеспечения пожаро-взрывобезопасности

Характерной особенностью задач исследования типовых сценариев, связанных с выбросом опасных веществ, является не только учет взаимного влияния различных физических процессов (мультифизика), но и взаимное влияние различных пространственных и временных масштабов (многомасштабность). Так, в задачах водородной безопасности конвективные процессы под защитной оболочкой АЭС связаны с химической кинетикой горения, и их характерные пространственные и временные масштабы на много порядков отличаются друг от друга. Важную роль играют процессы межфазного взаимодействия горючих газовых смесей и мелкодисперсной влаги, струйный характер течения, наличие как неконденсируемых, так и конденсируемых газов, аэрозолей, плавучесть, например, водорода. В связи с этим, в данной работе ставится задача по созданию на основе новейших российских разработок в области математического моделирования программно-технического комплекса, предназначенного для моделирования

процессов распространения и формирования опасных концентраций взрывоопасных газов, его верификация и проведение комплекса расчетных исследований типовых потенциально опасных сценариев с выбросами горючих смесей на индустриальных объектах (химическая и газовая промышленность, водородная энергетика, ТЭС, АЭС). В процессе работы предполагается разработка, на основе результатов прецизионных вычислений, рекомендаций по системам контроля и смягчения последствий путем совершенствования систем пожаротушения, ингибирования и/или безопасного удаления взрывоопасных смесей.

Впервые в России должна быть разработана методика и программно-технический комплекс в области математических алгоритмов, позволяющие проводить исследования процессов распространения и формирования опасных концентраций горючих газов на индустриальных объектах (химическая и газовая промышленность, водородная энергетика, АЭС), что позволит существенно повысить безопасность индустриальных объектов, использующих в своих технических циклах или производстве взрывоопасные смеси газов. Уникальность методики заключается в способности точно моделировать турбулентные течения многокомпонентного газа без использования моделей турбулентности и настроечных параметров. Методика также сохраняет эффективное распараллеливание как газовой динамики, так и подключенного широкого спектра разномасштабных физических процессов на тысячи процессоров. Разработанный программный комплекс позволяет считать на неструктурированных ячейках детализированную сложную геометрию, характерную для современных промышленных объектов. Принципиальная **новизна** предложенного направления исследований заключается в следующих возможностях:

- моделирование турбулентных течений многокомпонентного газа без моделей турбулентности и настроечных параметров;

- эффективное распараллеливание как газовой динамики, так и мультифизики на десятки тысяч процессоров;
- возможность гибкого подключения широкого спектра разномасштабных физических процессов;
- разработка суперкомпьютерного кода, позволяющего моделировать процессы распространения и горения взрывоопасных смесей в широком диапазоне пространственных и временных масштабов.

Решаемые фундаментальные проблемы

Фундаментальной проблемой **пожаро-взрывобезопасности** являются перенос, включая струйные течения, и формирование взрывоопасных локальных концентраций при аварийных выбросах горючих смесей в воздух или другой окислитель на объектах промышленности или энергетики.

В рамках данного научного приоритета предполагается:

- создать методы и современные расчетные средства для моделирования трехмерных турбулентных многофазных многокомпонентных течений при больших числах Рейнольдса в областях сложной геометрической формы с использованием новейших российских разработок в области математических алгоритмов CFD;
- создать методы для выполнения расчетов гидродинамических сопротивлений, пульсаций гидродинамических величин, расщеплений потоков и когерентных вихревых структур в взрывоопасных и реагирующих смесях газов;
- создать и верифицировать современные расчетные средства для моделирования конвективного турбулентного перемешивания водорода под защитной оболочкой АЭС с учетом многокомпонентности и многофазности, струйных течений, плавучести паро-водородных смесей, учетом действий систем безопасности, включая модели пассивных каталитических рекомбинаторов водорода, пассивных систем отвода тепла от защитной оболочки АЭС, спринклерной системы;

- создать физико-математические модели и программные средства для моделирования горения и детонации горючих газовых смесей в помещении с учетом многокомпонентности и многофазности.

3.9.2. Исследование и разработка технологии пассивного подавления процесса газофазного (диффузионного) горения и направленной генерации на очаги возгорания тонкодисперсной водной среды под высоким давлением для активного воздействия на возгорания при аварийном проливе горящих жидкосте

В рамках данного приоритета предполагает:

- исследование проблем повышения пожарной безопасности объектов промышленной, энергетической и транспортной инфраструктуры при проливах горящих и легковоспламеняющихся жидкостей.
- исследование и разработку конструктивного решения на базе технологии пассивного тушения горящей жидкости на основе физической модели подавления процесса газофазного (диффузионного) горения.
- исследование и разработку технологии генерации и направления на очаг возгорания тонкодисперсной водной среды тушения под высоким давлением в современных установках пожаротушения тонкораспыленной водой для объектов промышленной, энергетической и транспортной инфраструктуры.
- исследование и разработку и апробация конструктивного решения на базе технологии генерации тонкодисперсной водяной среды тушения под высоким давлением.

В рамках данной работы должно быть осуществлено:

- моделирование процесса пролива горящей жидкости в трансформаторной камере;

- физическое обоснование процесса самотушения горящей жидкости на примере модели газофазного горения;
- разработка независимого конструктивного решения для апробации технологии пассивного тушения горящей жидкости.
- на основе полученных в результате исследования данных, выполнить модернизацию базовой модели устройства самотушения горящих при проливах жидкостей;
- моделирование процесса генерации тонкодисперсной водяной среды под высоким давлением с ротационно-направленным выходом;
- моделирование возгорания плотно расположенных электрических кабелей в помещении энергетического объекта и моделирование процесса распространения тонкодисперсной водяной среды и ее взаимодействия с пожарной нагрузкой и продуктами горения (аэрозолями);
- разработка технологии и конструктива для генерации и направления на очаг возгорания тонкодисперсной водной среды тушения под высоким давлением

Решаемые фундаментальные проблемы

В рамках данной задачи предполагается найти решение следующих проблем:

- повышение пожарной безопасности объектов промышленной, энергетической и транспортной инфраструктуры при проливах горящих и легковоспламеняющихся жидкостей;
- повышение эффективности традиционных способов тушения зданий, сооружений и помещений, в которых возможны проливы горящих и легковоспламеняющихся жидкостей;
- повышение эффективности традиционных спринклерных и дренчерных установок пожаротушения распыленной водой;

- локализация пожара, препятствие его дальнейшему возникновению и предотвращение возгораний (в т.ч. повторных) пролитых легковоспламеняющихся жидкостей, осаждение дыма, охлаждение помещения, сохранение материальных ценностей и отсутствие вреда для людей при срабатывании автоматической установки пожаротушения.

Основные проблемы, возникающие при пожаре на предприятиях энергетики и промышленности – это риски человеческих потерь, риски больших материальных и репутационных потерь, вплоть до остановки предприятия. В качестве примера можно провести ПС «Чагино» Московского энергетического кольца, каждый пожар на которой приводил к серьезным последствиям. Например, пожар во всех трансформаторных камерах подстанции в 2005г. привел к серьезнейшим последствиям, которые описаны ниже.

Было отключено электроснабжения Московского НПЗ, что могло привести к катастрофе в результате остановки насосов, откачивающих газ, образующийся в ходе непрерывного технологического процесса нефтеперегонки, и подающих к установкам технологическую воду для их охлаждения.

Произошло каскадное отключение подстанций «Очаково», «Ногинск» (г. Ногинск), «Пахра» (, г. Домодедово), «Калужская» (Калужская область, г. Малоярославец), «Михайловская» (Рязанская область, г. Михайлов).

Отключились также пять московских электростанций и ещё 15 питающих центров. Энергетическая авария перешла в стадию «цепной реакции», оставив без энергоснабжения Подмосковье, Тульскую, Калужскую и Рязанскую области — были отключены Алексинская ТЭЦ, Новомосковская ГРЭС, Ефремовская ТЭЦ, Щёкинская ГРЭС. В Московской области без электричества остались 34 района. Тула была полностью обесточена: не ходил транспорт, не работала связь.

На резервные источники электропитания переводились здания Совета Федерации и Генерального штаба, службы Центрального командного пункта и узла связи космических войск, штаба дальней авиации и штаба тыла вооружённых сил, Главного штаба ракетных войск стратегического назначения, Главного центра испытания и управления космических войск, Западного командного пункта системы предупреждения о ракетном нападении космических войск.

Межрегиональный центр информатизации Центрального банка Российской Федерации, на который приходится основная часть расчётов в стране, сместил время платежей на несколько часов. Многие банки вынуждены были прекратить работу части своих офисов и филиалов. Больше всего проблем было с банкоматами в южных районах Москвы. Более половины торговых точек прекратили транзакции по банковским карточкам.

Две основные торговые площадки, РТС и ММВБ, приостановили торги в середине дня. Это было сделано так как в связи с нарушениями работы каналов связи до 80 % участников (по оценке ММВБ) не могли получить доступ к торгам.

Большая часть российского сегмента Интернета испытывала серьёзные проблемы. Резко упала скорость доступа к российским интернет-ресурсам. Количество пользователей Интернета снизилось на 20 %, а число просмотренных страниц — на 40 %. Из-за аварии отключился основной российский узел обмена интернет-трафиком – М9.

Все крупные операторы мобильной связи признали сбои со связью в результате обесточивания базовых станций в Москве и Московском регионе и перевода на резервные источники питания. Одновременно в сети наблюдались перегрузки из-за резко возросшего уровня использования мобильной связи. В течение дня ситуация постоянно ухудшалась. По предварительным оценкам, проблемы коснулись до 30 % абонентов Московского региона, то есть примерно 6 млн. человек. В помощь связистам

(а также больницам и коммунальным службам) были выделены армейские мобильные дизель-генераторы, которые не смогли доставить на места из-за возникших автомобильных пробок.

Массовые убытки понесли торговые сети на юге столицы в связи с прекращением или сокращением торговых операций, порчей продуктов из-за остановки холодильного оборудования.

В течение дня не работали все предприятия, расположенные в промышленных зонах столицы — в частности, ЗИЛ, Московский подшипниковый завод. Московский НПЗ остановил производство и работал в режиме рециркуляции. Остановились три крупных мясокомбината — Микояновский, Бирюлёвский и Таганский, а также Царицынский молокозавод и почти все производители мороженого. Не работали другие производители скоропортящихся продуктов питания в Москве и области.

Сообщалось о серьёзных проблемах на Коломенском тепловозостроительном заводе.

Понесли убытки автозаправочные станции Южного, Юго-Восточного и Юго-Западного округов, не имеющие собственных систем автономного питания.

Московский метрополитен столкнулся с самым масштабным сбоем в работе за всю свою историю. Началось массовое отключение питающих центров «Мосэнерго», подающих напряжение на линии Метрополитена. В результате из работы были исключены 52 из 170 станций Московского метро, остановились эскалаторы.

- Проблемы с наземными перевозками были в первую очередь вызваны тем, многие светофоры были отключены. На самых сложных участках оказались обесточены троллейбусы и трамваи, осложнившие движение из «спальных районов» юго-востока, юга и юго-запада к центру столицы. Был перекрыт доступ большегрузного транспорта в город в

районе большого и малого бетонных колец на территории Московской области.

- Возникли проблемы у авиапассажиров, движение электропоездов в южных направлениях было остановлено. На железных дорогах Московского региона наблюдались массовые сбои. На момент аварии на различных участках московской железной дороги в движении находилось до 40 пассажирских поездов, 700 пригородных электропоездов и 125 грузовых поездов. Был мобилизован весь тепловозный парк Московского узла и близлежащих железных дорог (Горьковской, Северной, Октябрьской).

Применение технологии пассивного тушения горящей жидкости как средства дополнительной противопожарной защиты повысит общую пожарную безопасность объектов, предупредит распространение огня, сделает более эффективной работу систем пожаротушения в комплексе и локализует стремительное распространение пожара.

При выборе установок пожаротушения, для мест в которых отсутствует массовое пребывание людей, первоочередной задачей является выбор огнетушащего вещества с максимально возможной экономической эффективностью. Для больших объемов, таких, как трансформаторная камера, наиболее предпочтительное вещество – двуокись углерода. Его огнетушащая концентрация в 35% смертельна для оказавшихся в зоне действия установки пожаротушения людей. Данное исследование призвано обосновать применение технологии генерации и направления на очаг возгорания тонкодисперсной водной среды тушения, абсолютно безвредной для людей и более эффективной с точки зрения эксплуатации, повысить эффективность работы традиционных установок пожаротушения. В рамках проводимого исследования дополнительно планируется изучить комплексный подход для повышения противопожарной защиты объектов

промышленности, энергетики и транспорта при совместном использовании активных и пассивных средств тушения.

3.10. Теоретические основы и технологии обеспечения энергетической безопасности

Обеспечение энергетической безопасности и качественного электроснабжения потребителей, в том числе, специального назначения является одной из приоритетных задач энергетики. Решение этих задач в очень большой мере зависит от правильной работы систем релейной защиты и автоматики (РЗА) энергетических объектов, т.к. неправильная работа этих систем может стать причиной системных аварий, надолго нарушающих нормальное электроснабжение потребителей.

Традиционные системы РЗА составляют 70-80% всех эксплуатируемых в настоящее время систем РЗА. Большинство традиционных систем РЗА имеет большой срок эксплуатации и не может быть заменено на современные ввиду финансовых и технических ограничений. Кроме того, традиционные системы РЗА по сравнению с современными цифровыми системами значительно более устойчивы к внешним воздействиям, направленным на их выведение из строя или инициирование их неправильного функционирования. Поэтому традиционные системы РЗА будут эксплуатироваться еще длительное время, а в ряде случаев вообще не могут быть заменены на цифровые. Однако затраты на эксплуатацию традиционных систем РЗА постоянно возрастают из-за отсутствия в них средств диагностики и мониторинга состояния оборудования и непрозрачности их для систем автоматизации энергетических объектов.

Поэтому для обеспечения надлежащего уровня надежности энергетических объектов с традиционными системами РЗА и соответствующего уровня энергетической безопасности в целом требует решения задач диагностики и мониторинга состояния оборудования этих

систем и их адаптации к работе в системах автоматизации энергетических объектов.

Задача направления

Обеспечение надежности традиционных систем релейной защиты подстанций и их адаптации в современные системы автоматизации энергетических объектов.

В ходе выполнения настоящей задачи должны быть разработаны:

- методические основы и унифицированные технологии диагностики и мониторинга состояния оборудования традиционных систем РЗА;
- методические основы и технологии адаптации традиционных систем РЗА к работе в системах автоматизации энергетических объектов, а также созданы макеты технических средств для проверки и отработки разработанных технологий.

Решаемые фундаментальные проблемы.

- Исследование и разработка технологий и методологических основ обеспечения надежности работы традиционных систем РЗА.
- Исследование и разработка технологий и методологических основ мониторинга традиционных систем РЗА.
- Исследование и разработка технологий и методологических основ адаптации традиционных систем РЗА в современные системы автоматизации энергетических объектов.
- Создание методических основ и технологий обеспечения экономичной и надежной эксплуатации традиционных системам РЗА в современных автоматизированных энергетических объектах

3.10.1. Теоретические основы и технологии построения интеллектуально-адаптивных электроэнергетических систем (ИАЭС) и их элементов

Реализация ИАЭС – комплексное внедрение в классические электроэнергетические системы организационно-технических мероприятий и

новых технологий в процессы генерации, транспорта, распределения и потребления электроэнергии, обеспечивающих оптимизацию режимов работы всех составных частей энергосистем, минимизацию непроизводительных потерь энергии и энергоресурсов, использование экологически чистых возобновляемых источников электроэнергии.

Одними из основных узлов ИАЭС являются распределительные подстанции, которые должны обладать необходимым «интеллектуальным» потенциалом для общения с другими элементами ИАЭС для участия в решении указанных выше задач.

Сегодня существует большое количество подходов к построению ИАЭС и цифровых подстанций (ЦПС), на основе которых реализуются пилотные проекты. Однако отсутствие унифицированных технологий ведет к тому, что каждый проект реализуется, как уникальный. Такой подход является затратным как по срокам, так и по привлекаемым физическим и финансовым ресурсам. Кроме того, он ограничивает конкуренцию при реализации проектов ЦПС, поскольку каждый проект ориентирован на уникальные технологии и оборудование конкретных производителей. Поэтому он не позволяет решить нарастающую в РФ задачу модернизации огромного количества выработавших ресурс распределительных подстанций (ПС) классов напряжения 35-110 кВ с одновременной реализацией в ходе этой модернизации технологий ЦПС. Это необходимо для обеспечения современного уровня распределительной сети Российской Федерации по энергоэффективности, надежности и качеству электроснабжения потребителей, а также обеспечения энергобезопасности Российской Федерации, в том числе, в части электроснабжения объектов специального назначения.

Для решения этой задачи необходима разработка унифицированных технологий создания и внедрения ЦПС. Такие унифицированные технологии позволят существенно снизить время и затраты на проектирование,

производство, строительство и эксплуатацию современных ПС отечественными предприятиями, использующими указные технологии. Унификация технологий также позволит создать конкурентную среду, дав ориентацию производителям оборудования для ЦПС на требования к этому оборудованию для унифицированных решений, что исключит зависимость энергопредприятий - потребителей ЦПС, от производителей, использующих уникальные невзаимозаменяемые решения.

Задача подраздела

Разработка технологий и методологических основ создания унифицированной цифровой подстанции.

В ходе работы должны быть решены задачи:

- унификация архитектурно-структурных решений систем защиты, управления и автоматики и распределения функций интеллектуальных электронных устройств (IED), входящих в эти системы, для обеспечения высокой живучести, кибербезопасности и надежности работы всех систем цифровой подстанции и самой подстанции в целом при минимальных затратах на ее проектирование, строительство и эксплуатацию
- разработка методических основ и технологий для сокращения сроков и затрат на проектирование, изготовление, монтаж и ввод в эксплуатацию вторичных систем ЦПС, а также сокращения затрат на их обслуживание.
- создание макетов технических средств для проверки и отработки разработанных технологий.

Содержание работ:

- исследование и разработка технологий интеграции силового оборудования в цифровые системы передачи команд и статусной информации;

- исследование и разработка оптимальных распределений IED по системам ЦПС с реализацией основных технологических функций, включая оперативное управление;
- исследование и разработка оптимальных распределений основных технологических функций (измерение, защита, автоматика, регистрация, диагностика) между IED;
- исследование и разработка методик оптимизации резервирования цифровых каналов и IED для обеспечения необходимого уровня надежности;
- исследование и разработка методик автоматизированного проектирования, конфигурирования и сопровождения ЦПС на всех этапах их жизненного цикла.

Решаемые фундаментальные проблемы

Исследование и разработка технологий и методологических основ реализации одного из основных элементов ИАЭС - унифицированных цифровых подстанций (ЦПС), не привязанных к конкретным производителям оборудования, для обеспечения решения надвигающейся задачи модернизации значительного количества выработавших свой ресурс распределительных подстанций (ПС) классов напряжения до 110 кВ;

- Исследование и разработка технологий всех этапов создания ЦПС, обеспечивающих минимальные сроки и затраты на реализацию этих этапов.
- Разработка архитектурно-структурных решений систем защиты, управления и автоматики и распределения функций интеллектуальных электронных устройств (IED), входящих в эти системы, для обеспечения высокой живучести, кибербезопасности и надежности работы всех систем цифровой подстанции и самой подстанции в целом при

минимальных затратах на ее проектирование, строительство и эксплуатацию;

- Создание методических основ и технологий комплексной модернизации базовых узлов существующей энергетической системы с оборудованием, ресурс которого близок к исчерпанию, в новую современную ИАЭС при минимальных затратах и обеспечении конкурентной среды поставщиков оборудования.

4. Базовые технологии, которые предполагается развивать в рамках технологической платформы

Технологии интегрированных интеллектуальных систем управления производством, включая технологии комплексного управления жизненным циклом продукции.

1.1. Технологии комплексного управления жизненным циклом продукции;

1.2. Технологии обработки и анализа «больших» данных о предпочтениях потенциальных клиентов и их дальнейшей интеграции в процессы формирования требований к дизайну изделий;

1.3. Технологии и системы мониторинга и управления комплексной безопасностью:

1.3.1. Технологии математического, компьютерного моделирования сложных технических систем, аварийных процессов в энергетических и промышленных установках, и их влияния на жизнедеятельность человека и экономику;

1.3.2. Технологии мониторинга (сбора, обработки, передачи и анализа информации), состояния и уровня безопасности, а также управления безопасностью промышленных объектов, объектов энергетики и распределительных систем, инфраструктурных объектов и опасных грузов, обеспечивающих контроль и противоаварийное управление на всех этапах жизненного цикла в реальном масштабе времени;

1.3.3. Технологии анализа и управления рисками;

1.3.4. Технологии технической и расчетно-аналитической поддержки управления и принятия решений в реальном или квазиреальном масштабах времени, предупреждающие возникновение аварийных и чрезвычайных ситуаций на промышленных

объектах, системообразующих объектах энергетики и объектах коммунальной энергетики;

1.3.5. Технологии математического моделирования и обработки информации, полученной об объектах промышленности и энергетики;

1.3.6. Технологии непрерывного мониторинга и адаптивного управления производственными процессами;

1.3.7. Технологии и системы интеллектуальной технической диагностики и неразрушающего контроля:

1.3.7.1. Технологии оперативной режимной диагностики промышленного и энергетического оборудования, а также трубопроводов, систем тепло- и электроснабжения и др. без вывода их из эксплуатации, базирующиеся на использовании принципов многокритериальной оценки состояния материалов с адаптивными алгоритмами управления параметрами применяемых видов физических полей;

1.3.7.2. Технологии диагностирования внутренней структуры материалов, основанные на новых принципах взаимодействия различных физических полей, в том числе, комплексации их, с компьютерной визуализацией результатов и вычислительным восстановлением трехмерной внутренней структуры объекта;

1.3.7.3. Технологии неразрушающего контроля материалов с использованием современных методов и средств, повышающих достоверность результатов контроля;

1.3.7.4. Технологии оптимизации информационных характеристик, направленных на создание специализированной расчетно-информационной технической системы, которая позволяла бы проводить эксплуатацию объекта диагностирования по его

фактическому состоянию на базе контролирования остаточного и выработанного ресурсов критических конструктивных элементов, т.е. системы эксплуатационного мониторинга ресурса по условиям прочности;

1.3.7.5. Технологии томографических систем визуализации неоднородностей материала с использованием физических полей рассеянного излучения;

1.3.7.6. Высокопроизводительные и высокоинформативные технологии акустического и электромагнитного контроля качества сварных соединений и основного металла высоконагруженного оборудования и трубопроводов потенциально опасных производственных объектов (АЭС, ТЭС, трубопроводный транспорт и др.) на основе техники антенных решеток;

1.3.7.7. Высокоинформативные технологии контроля для распознавания образов выявленных дефектов и оценки напряженно-деформированного состояния, применительно к задачам эксплуатационного мониторинга ресурса оборудования и трубопроводов потенциально опасных производственных объектов;

1.3.7.8. Технологии и системы защиты мощных турбогенераторов от аварийных режимов.

1.4. Технологии систем контроля производственных процессов, включая высокоточные сенсоры и сенсорные системы для «умных» производств:

1.4.1. Технологии создания высокоточных и энергоэффективных сенсорных систем и их элементов, в том числе для использования в агрессивных и экстремальных средах;

1.4.2. Технологии сбора и анализа многомерных и разноформатных данных сенсорных сетей;

1.4.3. Технологии и протоколы эффективной передачи информации в сенсорных сетях.

1.5. Технологии гибкого межфирменного производственного планирования в рамках цепочек поставок на основе облачных решений;

1.6. Технологии электронного управления правами на продукты и интеллектуальную собственность в рамках интегрированных межфирменных цепочек поставок;

1.7. Межфирменные технологии контроля прав доступа к управлению производственными процессами, основанные на гибкой ролевой модели.

2. Технологии индустриальной математики, включая многомерное и многоцелевое моделирование и проектирование сложных изделий и производственных процессов:

2.1. Технологии многомерного и многоцелевого моделирования, интегрированные во все стадии разработки дизайна продукта (CAD, CAM, CAE);

2.2. Технологии виртуальной реальности для оптимального проектирования производственных мощностей, воссоздания внешнего вида и тестирования комплексных изделий, обучения персонала и др.;

2.3. Технологии имитационного моделирования комплексных производственных процессов;

2.4. Технологии и алгоритмы высокопроизводительных вычислений для задач моделирования производственных процессов и функциональных свойств материалов и продуктов;

2.5. Технологии распределенного проектирования, интеграции и тестирования моделей;

2.6. Технологии проектирования, производства и поставки продукции потребителю в формате сервиса по использованию продукции с гарантированными параметрами эксплуатации, ремонта, обслуживания и утилизации;

2.7. Системы организации «умных» рабочих мест на производстве:

2.7.1. Технологии визуализации многомерных данных о производственных процессах;

2.7.2. Технологии создания интерфейсов «plug-and-play» в производственной среде для использования персоналом;

2.7.3. Технологии интерактивного обучения (e-learning) и поддержки принятия решений для персонала с различными компетенциями и уровнем ответственности (включая технологии дополненной реальности);

2.7.4. Технологии создания интерфейсов «робот-человек» для производственных сред, работающие в реальном времени;

2.7.5. Технологии виртуальных диагностических комплексов для мониторинга промышленного оборудования и имитационных стендов для оценки технического состояния промышленных объектов.

3. Технологии генерации и направления на очаг возгорания тонкодисперсной водной среды тушения под высоким давлением в современных установках пожаротушения тонкораспыленной водой.

4. Технологии построения интеллектуально-адаптивных электроэнергетических систем и их элементов.

5. Перечень реализуемых проектов

В настоящее время из числа участников ТП КБПЭ формируются консорциумы, в состав которых входят ведущие отраслевые и академические научно-исследовательские институты, высшие учебные заведения, государственные корпорации, проектные организации, опытно-конструкторские бюро, инжиниринговые, производственные и сервисные компании, финансово-кредитные организации, страховые компании, маркетинговые и сбытовые организации, общественные организации и объединения для реализации пилотных проектов, результатом которых должна стать разработка ряда важнейших инновационных промышленных технологий из числа базовых технологий, которые развиваются в рамках ТП КБПЭ, и создание соответствующих продуктов (сервисов).

Проекты, прошедшие научную, техническую, технологическую и бизнес экспертизу:

5.1 Интегрированная система управления и обеспечения безопасности жизнедеятельности территории (в рамках концепции «Безопасный и умный город») (см. Приложение 1)

Создание научно-технического задела для разработки Интегрированной информационной системы управления и обеспечения безопасности жизнедеятельности (ИСУБЖ) и технологии информационного обеспечения процессов управления безопасностью территории на базе **ситуационного** центра региона с применением сервисно-ориентированного подхода преследует следующие цели:

- повышение эффективности и прозрачности управления территорией и обеспечения безопасности жизнедеятельности на ней;

- сокращение времени реагирования экстренных служб на чрезвычайные ситуации, повышение эффективности их совместных действий, минимизация ущерба от чрезвычайных ситуаций;
- повышение качества жизни населения и конкурентоспособности территории как места обитания за счет комплексного использования информационно-коммуникационных технологий;
- повышение эффективности использования всех видов ресурсов (вода, газ, энергия и т.д.);
- сокращение государственных и муниципальных расходов на содержание и эксплуатацию информационных систем, снижение совокупной стоимости владения информационно-вычислительными ресурсами.

Результаты исследований должны послужить основой для последующей разработки информационной системы для поддержки процессов управления территориальных органов исполнительной власти, направленных на обеспечение безопасности жизнедеятельности территории. Достижение запланированных результатов исследования обеспечит формирование научно-технического задела, необходимого для последующего создания информационных систем управления для ситуационных центров субъектов Российской федерации.

Объектом исследований должны стать процессы деятельности и взаимоотношений органов муниципального управления и исполнительной власти территориальных образований, направленные на обеспечение устойчивого и эффективного функционирования и развития территорий (городов, областей, регионов) как в повседневной жизни, так и в режиме предотвращения, реагирования и устранения последствий чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и антропогенного характера.

С учетом того, что для каждой территории существуют свои угрозы безопасности жизнедеятельности, свой сложившийся информационный ландшафт и другие особенности, необходимо разработать концепцию

ИСУБЖ, общие принципы функционирования ИСУБЖ, интеграционную платформу и технологию внедрения ИСУБЖ для территории с учетом особенностей территории.

По завершении исследований на основе ожидаемых результатов будет возможна разработка Интегрированной информационной системы управления и обеспечения безопасности жизнедеятельности (ИСУБЖ). Внедрение ИСУБЖ будет предполагать адаптацию системы к условиям (особенностям) конкретного региона и реализацию в виде отдельного «облачного» сервиса, созданного на базе типовой (стандартизированной) программной платформы, предоставляемого в соответствии с сервисной (операторской) моделью оказания услуг.

Для обеспечения возможности подключения в ИСУБЖ как существующих прикладных систем, так и вновь создаваемых, в рамках проектирования ИСУБЖ будут разрабатываться новые методы создания стандартизированной интеграционной платформы, в которую прикладные системы могут быть подключены по стандартным интерфейсам в качестве отдельных сервисов, обеспечив, таким образом, создание комплексного решения.

Основными конкурентными преимуществами предлагаемой к созданию ИСУБЖ должны стать:

- обеспечение единого подхода к управлению (модели угроз безопасности, показатели безопасности, модели описания процессов принятия решений, модели описания процессов взаимодействия органов власти, служб и населения, модели данных, модели обмена информацией и т.п.). ИСУБЖ должна обеспечивать единообразные механизмы принятия решений, использовать единые информационные модели, единообразные интерфейсы взаимодействия.
- создание интеграционной платформы для существующих и создаваемых систем, исключая таким образом потерю уже сделанных инвестиций в

существующие системы и позволяя объединять все доступные на данной территории информационные сервисы в единую систему.

- импортозамещение – результаты исследований позволят разработать отечественный программный продукт, т.к. применение западных продуктов в предполагаемой области применения недопустимо по соображениям национальной безопасности.
- значительное сокращение совокупной стоимости владения (стоимости жизненного цикла) программным обеспечением для конечного пользователя - администраций субъектов Российской Федерации за счет использования сервисной (операторской) модели оказания услуг и контракта жизненного цикла. Использование единого централизованного решения позволит исключить разработку отдельных систем для каждого региона, в т.ч. закупку лицензий и создание региональных центров обработки данных.
- сокращение сроков внедрения (адаптации и развертывания) системы за счет готовности аппаратных средств и каналов связи (обеспечивает оператор) и средств гибкой настройки (адаптации) модели данных и модели управления, реализованных в ИСУБЖ.
- обеспечение мультипликативного эффекта для территории от организации комплексного управления ею: повышение качества жизни населения, повышение эффективности использования ресурсов территорией, повышение защищенности населения от чрезвычайных ситуаций.

Ведущая организация консорциума - ООО «Корпоративные электронные системы» («КЭЛС-центр»).

5.2 Разработка технологий эффективного управления «Умными инфраструктурами» для обеспечения комплексной безопасности и оптимизации функционирования гибридных топливно-энергетических систем

Ожидается разработка научного направления "Научно-теоретические и прикладные исследования по риск-информированному управлению стойкостью и для обеспечения комплексной безопасности топливно-энергетических систем", которое подлежит исследованию в рамках приоритетного направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации «Информационно-телекоммуникационные системы» по критической технологии «Технологии информационных, управляющих, навигационных систем», «Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», «Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения».

Тенденции развития современных промышленных производств свидетельствуют о кардинальном повороте к эффективному управлению сложными топливно-энергетическими системами (ТЭС) в их жизненном цикле. Такое управление возможно, когда в каждом элементе, их объединениях и сосредоточении функциональных усилий просматриваются «умные» действия по достижению целей. При этом общая идея, связываемая с добавлением понятия «Умный» к понятию «Инфраструктура», подразумевает эффективное управление качеством и рисками, возникающими в условиях высокой неопределенности. Большинство технологий «умных» систем находится еще на раннем этапе своего развития (об этом свидетельствуют множества различных программ и проекты в США, Европейском союзе, иных странах ОЭСР), в т.ч. в области понятийного аппарата.

Благодаря мониторингу различных процессов, анализу собираемой информации, прогнозированию качества и рисков, применению накопленных и генерируемых знаний, в качестве отличительных черт «умного» предприятия и инфраструктуры, выделяются следующие свойства:

способность к «умному» реагированию по критериям максимизации эффективности и качества, минимизации рисков или оптимизации затрат при различных ограничениях;

«актуализация активов», т.е. работники, оборудование и базы данных интегрированы и осведомлены о своем состоянии, благодаря системе сенсоров и обладают способностями к обработке информации и автоматического самоанализа;

способность оборудования «умного» производства к обнаружению внештатных ситуаций и реагирования на них в реальном времени;

понимание границ автоматического действия «умных» систем и их способность к оперативному реагированию на изменения в технологическом процессе, снабжению требуемой информацией операторов и управленцев для принятия необходимых решений с обоснованием достижимого качества и возможных рисков.

В качестве «Умной инфраструктуры» понимается такая инфраструктура, которая обладает перечисленными выше свойствами.

В жизненном цикле ТЭС уже стоят и будут лишь обостряться вопросы гарантированного обеспечения эффективности управления и снижения различного рода рисков. Вышеизложенное во многом объясняет перспективность предлагаемого направления научных исследований.

Для повышения качества и снижения рисков в жизненном цикле систем «Умное предприятие» и «Умная инфраструктура» необходимо спрогнозировать их уровни на такой период времени, в течение которого еще возможно предпринять упреждающие воздействия для улучшения ситуации. Анализ ученых НИИПМС показал, что сегодня наиболее распространенный

аналитический способ прогнозирования качества и рисков для различного рода систем состоит в следующем: по известной частоте зарегистрированных чрезвычайных ситуаций по заданному распределению (чаще - экспоненциальному) рассчитать вероятность наступления чрезвычайных ситуаций за заданное время. Но без учета структурной сложности и специфичности составных системных элементов это - весьма грубый подход к прогнозированию рисков, не учитывающий способности элементов и системы в целом быть «умными». Другой распространенный способ прогнозирования заключается в использовании методов симуляции и имитационного моделирования. При этом демонстрируются лишь единичные варианты реализации, т.е. на практике заведомо произойдет что-то иное (если вообще произойдет), но похожее по средним характеристикам. Т.е. развитие событий имитируется для единичного случая (из тысяч возможных, разыгрываемых при имитации). Это хорошо для визуальной демонстрации, но снижает объективность восприятия будущих неопределенностей и адекватность принимаемых решений. При имитационном моделировании для адекватности вероятностных расчетов по закону больших чисел требуются тысячи имитаций для одних и тех же исходных данных (в этом – специфика сути имитационного моделирования). Более того, имитации не позволяют эффективно решать обратные задачи (т.е. возможно решение задач анализа, но не синтеза), т.к. отсутствуют явные аналитические зависимости, и при каждой имитации получаются разные результаты. Тем самым для используемых методов прогнозирования качества и рисков свойственны грубизна моделей (не учитывающая возможностей «умного предприятия» и «умной инфраструктуры»), невозможность прогноза риска для различных сценариев угроз с учетом возможностей мониторинга, мер противодействия и нейтрализации угроз, а также неспособность в реальном времени решать обратные задачи обоснования объективных требований к средствам и методам повышения качества и снижения рисков.

В заключение для обоснования выбираемой проблемы необходимо обратиться к понятиям приемлемого качества и допустимого риска для «умного предприятия» и «умной инфраструктуры». Эти уровни критичности необходимы для адекватных реагирующих действий «умной системы» и ее элементов. Например, за рубежом задаваемый уровень допустимого риска обосновывается лишь исходя из социально-экономических соображений (если ради выгоды, получаемой от эксплуатации объекта, общество готово пойти на этот риск). Сам риск не связывают аналитически с расчетными методами его прогноза в зависимости от возможностей мониторинга процессов возникновения, развития и мер нейтрализации возможных угроз, что является непреодолимым препятствием к решению обратных задач, связанных с обоснованием требований исходя из задаваемого допустимого риска. Именно по этой причине на Западе и в России начинают развиваться методы и технологии предсказательного моделирования. Их создание позволит обосновывать уровни приемлемого качества и допустимых рисков, строить стратегии поддержки принятия эффективных управленческих решений по повышению качества и снижению рисков для «умного предприятия» и «умной инфраструктуры», для изначально сложных «умных» систем. Такая работа находится в начальной стадии становления.

Проведенный анализ свидетельствует о высокой теоретической и практической важности решения проблемы научного обоснования условий и упреждающих системных мер повышения качества и снижения рисков в жизненном цикле систем «Умное предприятие» и «Умная инфраструктура».

Проблема подлежит разрешению в рамках приоритетного направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации «Информационно-телекоммуникационные системы» по критической технологии «Технологии информационных, управляющих, навигационных систем».

Отсутствие научного решения проблемы приводит:

к дополнительным неоправданным затратам в управлении, не использующем возможности «умных» элементов для повышения эффективности (поскольку аналитические зависимости интегральных показателей прогнозируемых качества и рисков от процессов возникновения, развития и нейтрализации возможных угроз не устанавливаются, и при этом многочисленные бессистемные выборы управляющих воздействий превращаются в безрезультативные угадывания приемлемых вариантов);

к недопустимым ущербам при нарушениях качества и наступлении аварий (из-за отсутствия поддержки принятия эффективных управленческих решений по повышению качества и снижению рисков).

Целью исследований является повышение эффективности управления «Умными инфраструктурами» и снижение рисков в решении типовых производственных задач для обеспечения комплексной безопасности и оптимизации функционирования гибридных топливно-энергетических систем.

Ожидаемые результаты исследований соответствуют действующим приоритетным направлениям научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, базовым развиваемым технологиям, основным продуктам и пилотным проектам Технологической платформы «Комплексная безопасность промышленности и энергетики».

Для достижения поставленной цели должен быть создан технологический макет информационно-аналитической системы управления «Умными инфраструктурами» и снижения рисков в решении типовых производственных задач для обеспечения комплексной безопасности и оптимизации функционирования гибридных ТЭС. Макет должен реализовывать технологию научной поддержки в решении следующих типовых производственных задач ТЭС:

1) обеспечения качества процессов сбора, обработки и представления необходимой информации, включая информацию от сенсоров и SCADA-систем, для управления технологическими процессами, учета, контроля и рационального (т.е. «умного») оперативного реагирования на возможные отклонения по формальным критериям;

2) обеспечения качества функционирования автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ) с учетом взаимодействия «умной инфраструктуры» с должностными лицами различной степени квалификации;

3) обоснования границ приемлемого качества и допустимых рисков при реализации технологических процессов в системах «Умной инфраструктуры», в т.ч. с учетом возможностей их оснащения интеллектуальными элементами для контроля, мониторинга и оперативного восстановления нарушаемой целостности элементов;

4) обоснования системных требований к допустимым условиям функционирования и упреждающим мерам противодействия угрозам для критичных систем «Умной инфраструктуры», в т.ч. с учетом возможностей их оснащения интеллектуальными элементами для контроля, мониторинга и восстановления нарушаемой целостности элементов;

5) оптимизации функционирования систем «Умная инфраструктура».

Результатами работы должны стать:

Промежуточный отчет «Основные положения по эффективному управлению «Умными инфраструктурами» и снижению рисков в решении типовых производственных задач для обеспечения комплексной безопасности и оптимизации функционирования гибридных ТЭС»;

Материалы эскизно-технического проекта на технологический макет информационно-аналитической системы управления «Умными инфраструктурами» и снижения рисков в решении типовых производственных задач для обеспечения комплексной безопасности и

оптимизации функционирования гибридных ТЭС (в том числе, пояснительные записки по математическому, информационному и программному обеспечению), осуществляющей научную поддержку в решении следующих типовых производственных задач ТЭС:

1) обеспечения качества процессов сбора, обработки и представления необходимой информации, включая информацию от сенсоров и SCADA-систем, для управления технологическими процессами, учета, контроля и рационального (т.е. «умного») оперативного реагирования на возможные отклонения по формальным критериям;

2) обеспечения качества функционирования автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ) с учетом взаимодействия «умной инфраструктуры» с должностными лицами различной степени квалификации;

3) обоснования границ приемлемого качества и допустимых рисков при реализации технологических процессов в системах «Умной инфраструктуры», в т.ч. с учетом возможностей их оснащения интеллектуальными элементами для контроля, мониторинга и оперативного восстановления нарушаемой целостности элементов;

4) обоснования системных требований к допустимым условиям функционирования и упреждающим мерам противодействия угрозам для критичных систем «Умной инфраструктуры», в т.ч. с учетом возможностей их оснащения интеллектуальными элементами для контроля, мониторинга и восстановления нарушаемой целостности элементов;

5) оптимизации функционирования систем «Умная инфраструктура»;

технологический макет информационно-аналитической системы управления «Умными инфраструктурами» и снижения рисков в решении типовых производственных задач для обеспечения комплексной безопасности и оптимизации функционирования гибридных ТЭС (в т.ч. пояснительные записки по математическому, информационному и

программному обеспечению), осуществляющей научную поддержку в решении следующих типовых производственных задач ТЭС;

Программа и методики испытаний технологического макета;

Протоколы испытаний технологического макета;

Эксплуатационная документация на технологический макет;

Свидетельство о государственной регистрации комплекса программ для ЭВМ на технологический макет информационно-аналитической системы управления «Умными инфраструктурами» и снижения рисков в решении типовых производственных задач для обеспечения комплексной безопасности и оптимизации функционирования гибридных ТЭС (в том числе, пояснительные записки по математическому, информационному и программному обеспечению), осуществляющей научную поддержку в решении следующих типовых производственных задач ТЭС;

Заключительный отчет «Разработка технологий эффективного управления «Умными инфраструктурами» для обеспечения комплексной безопасности и оптимизации функционирования гибридных топливно-энергетических систем».

Созданные технологические решения должны стать теоретической и практической основой решения проблемы научного обоснования условий и упреждающих системных мер эффективного управления «Умными инфраструктурами» для обеспечения комплексной безопасности и оптимизации функционирования гибридных ТЭС.

Предлагаемые исследования и прикладные решения должны представлять собой перспективные технологии обоснования параметров эффективного управления для решения практических производственных задач в интересах «Умной инфраструктуры» ТЭС и в полной мере соответствуют мировым инновационным тенденциям. Сами предлагаемые вероятностные модели возникновения, развития, контроля и нейтрализации возможных угроз могут быть положены в основу научного решения

сформулированной выше проблемы для «умных» систем различного функционального назначения, а также использованы в качестве интеллектуальных аналитических компонентов как для краткосрочных (на секунды или минуты, т.е. в режиме реального времени), так и долгосрочных (на годы и десятилетия) прогнозов рисков. Эффективное упреждающее управление процессами возникновения, развития, контроля и нейтрализации возможных угроз должно осуществляться в рамках формальных постановок оптимизационных задач.

По состоянию на 2014г. тематика исследований «Умной инфраструктуры» в России только начинает формироваться и является остро инновационной. Частично в настоящей работе планируется использовать результаты НИР «Поисковые исследования по созданию Интернет-технологии оперативной поддержки принятия решений по управлению качеством и рисками для информационных систем различного приложения согласно требованиям международных стандартов», выполненной ООО НИИ прикладной математики и сертификации (НИИПМС) по государственному контракту №02.514.11.4073 по заказу Федерального агентства по науке и инновациям в 2007-2008гг. (Исключительные права собственности на результаты выполненной НИР принадлежат ООО НИИПМС).

Целесообразность самостоятельного проведения практических исследований силами российских ученых обусловлена тем, что при стремлении различных стран решать проблему повышения эффективности интеллектуальных систем управления режимами гибридных энергетических комплексов именно российские ученые более продвинулись в этом направлении. Это объясняется тем, что в России с 70-х годов прошлого века существовали наиболее сильные школы по теории случайных процессов. Ученые именно этих школ, приобретшие опыт на предприятиях оборонно-промышленного комплекса, способны осуществить научно-технический прорыв в решении сформулированной научной проблемы (к таковым

относятся ведущие ученые коллектива предлагаемого проекта). Согласно Указу Президента Российской Федерации от 07.07.2011 г. № 899 "Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации" сформулированная тема НИОКР относится к приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации, как «Информационно-телекоммуникационные системы», «Безопасность и противодействие терроризму», а также охватывает следующие критические технологии: «Информационные и когнитивные технологии», «Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

2015 год – Эскизно-технический проект создания технологического макета информационно-аналитической системы управления «Умными инфраструктурами» и снижения рисков в решении типовых производственных задач ТЭС;

2016 год – Разработка и испытания технологического макета информационно-аналитической системы управления «Умными инфраструктурами» и снижения рисков в решении типовых производственных задач ТЭС;

2017 год – Обоснование рекомендаций по эффективному управлению «Умными инфраструктурами» и снижению рисков в решении типовых производственных задач ТЭС.

Результатами работы должны быть:

По 1-му этапу:

Промежуточный отчет «Основные положения по эффективному управлению «Умными инфраструктурами» и снижению рисков в решении типовых производственных задач для обеспечения комплексной безопасности и оптимизации функционирования гибридных ТЭС»;

Материалы эскизно-технического проекта на технологический макет информационно-аналитической системы управления «Умными инфраструктурами» и снижения рисков в решении типовых производственных задач для обеспечения комплексной безопасности и оптимизации функционирования гибридных ТЭС;

По 2-му этапу:

технологический макет информационно-аналитической системы управления «Умными инфраструктурами» и снижения рисков в решении типовых производственных задач для обеспечения комплексной безопасности и оптимизации функционирования гибридных ТЭС (в т.ч. пояснительные записки по математическому, информационному и программному обеспечению), осуществляющей научную поддержку в решении следующих типовых производственных задач ТЭС;

Программа и методики испытаний технологического макета;

Протоколы испытаний технологического макета;

По 3-му этапу:

Эксплуатационная документация на технологический макет;

Свидетельство о государственной регистрации комплекса программ для ЭВМ на технологический макет информационно-аналитической системы управления «Умными инфраструктурами» и снижения рисков в решении типовых производственных задач для обеспечения комплексной безопасности и оптимизации функционирования гибридных ТЭС (в т.ч. пояснительные записки по математическому, информационному и программному обеспечению), осуществляющей научную поддержку в решении следующих типовых производственных задач ТЭС;

Заключительный отчет «Разработка технологий эффективного управления «Умными инфраструктурами» для обеспечения комплексной безопасности и оптимизации функционирования гибридных топливно-энергетических систем».

Результаты работы должны представлять собой теоретический и практический вклад в разработку научного направления "Научно-теоретические и прикладные исследования по риск-информированному управлению стойкостью и для обеспечения комплексной безопасности топливно-энергетических систем".

Ведущая организация консорциума – НИИ прикладной математики и сертификации.

5.3 Создание опытно-промышленного образца установки лазерно-плазменного нанесения сверхтвёрдых покрытий и модификации поверхности металлов и сплавов и сервиса по нанесению покрытий для российской промышленности (см. Приложение 2)

Разработанная на базе ИЛФ СО РАН прорывная технология Оптогард по лазерно-плазменной обработке поверхностей решает проблему снижения износа и повышения коррозионной стойкости, обладает намного бОльшей эффективностью и меньшей удельной стоимостью по сравнению с такими подходами как лазерная или плазменная закалка, термоупрочнение в атмосфере азота, плазмохимические (CVD/PVD) и газотермические процессы, получения твердых покрытий и хромирование. Технология Оптогард позволяет кратно увеличить скорость обработки при улучшении и сохранении качества (износостойкость, шероховатость, адгезия и т.п.) получаемых поверхностей, а также уменьшить расходные материалы покрытий и убрать необходимость финишной обработки. В отличие от наиболее близких аналогов (PVD/CVD технологии) технология Оптогард не использует вакуум и, таким образом, не обладает ограничениями на размер обрабатываемых деталей. В совокупности, преимущества технологии позволяют на порядок снизить стоимость получаемых покрытий, что позволяет говорить о ее прорывном характере.

В ходе реализации Проекта планируется создать образец опытно-промышленной установки, реализующей приложения лазерно-плазменной технологии для модификации металлов и формирования покрытий с уникальными характеристиками. Денежный поток от коммерциализации технологии образуется на первом этапе по сервисной модели путем наработки пакета конкретных прикладных технологий в тесной работе с промышленными предприятиями. Далее – в том числе от продажи аналогичных установок, а также за счет выстраивания партнерства с мировыми технологическими игроками и включения технологии Оптогард в их продуктовые и производственные цепочки с целью выхода на международные рынки.

Ведущая организация консорциума - ООО «Оптогард Нанотех», Москва, Новосибирск.

5.4 Создание промышленного образца устройства многоканальной биометрической идентификации на российской оптической и электронной компонентной базе для применения в система учета рабочего времени и системах безопасности

Компания «Биометрические технологии» реализует сервис учета рабочего времени БОСС Контроль для предприятий торговли, промышленности, сферы гостеприимства и государственного сектора в Российской Федерации при помощи систем биометрической идентификации. Компания успешно реализовала пилотные проекты в крупных государственных компаниях, таких как ФГУП «Почта России», а также в Роспотребнадзоре. Дальнейшее масштабирование внедрения в государственных органах и в коммерческих компаниях потребует локализацию производства оборудования в РФ на российской компонентной базе и в антивандальном исполнении оборудования. Компания имеет

налаженные каналы сбыта подобного оборудования путем сдачи данного оборудования в аренду заказчикам с ежемесячной оплатой.

Предметом проекта будет разработка конечного электронного дизайна и макета устройства мультифакторной биометрической идентификации для отработки электронной схемы устройства, а также написание программного обеспечения для данного устройства. Одним из этапов проекта будет наладка выпуска устройств в Российской Федерации на уровне годовой потребности в 30 000 штук/год на следующие 5 лет.

Ведущая организация консорциума - ООО «Биометрические технологии», Санкт-Петербург.

5.5 Создание производства энергоэффективных электромашин на основе постоянных магнитов

Проект направлен на коммерциализацию новой экономичной технологии производства электромашин на основе постоянных магнитов, на выпуск уникального вентильного двигателя с КПД 98.5% и прототипа безредукторного электропривода колесной пары на его основе для производителей подвижного состава Российских железных дорог. Проект позволит РФ экономить до 14 млрд. рублей в год только на электричестве для скоростного ЖД транспорта, что составляет 8% от общих энергозатрат на питание подвижного состава ОАО «РЖД». Электропривод разрабатывается в соответствии с техническими требованиями ООО «Уральские Локомотивы» Исх. № 2703 от 19.09.13, предъявляемыми на тяговый электропривод скоростного электропоезда «Ласточка» (Desiro Rus), отвечающими требованиям ОАО «РЖД». По сравнению с применяемыми в данный момент асинхронными двигателями продукт Проекта будет иметь большую эффективность при аналогичном уровне стоимости.

Реализация проекта позволит создавать в год от 100 до 200 электроприводов на основе энергоэффективного синхронного

электродвигателя на постоянных магнитах (СДПМ) мощностью 500 кВт с КПД 98.5%.

Ведущая организация консорциума - ООО ПМТ и К, Фрязино, Московская область.

5.6 Разработка линейки продуктов на основе наночастиц металлов собственного производства

Компания Наномет разработала уникальную технологию производства наночастиц различных металлов, обладающую недостижимо низкой для других технологий себестоимостью наночастиц. Это открывает новые возможности по созданию и массовому внедрению следующих материалов с не имеющим на рынке аналогов соотношением цена/качество:

- Антибактериальные/ Противогрибковые/ Противоводорослевые/ Медицинские краски, покрытия, моющие средства
- Радиоэкранирующие и радиопоглащающие защитные покрытия
- Высокоэффективные катализаторы для различных применений, в том числе для использования в нефте-газовом секторе

Целью проекта является разработка и сертификация различных продуктов на основе, получаемых по технологии Наномет, наночастиц различных металлов.

5.7 Создание на базе ДВФУ лаборатории по мониторингу экологической обстановки в зоне влияния объектов использования атомной энергии Госкорпорации «Росатом» в Дальневосточном федеральном округе

В 2016 году ТП КБПЭ, ИБРАЭ РАН, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет» (ДВФУ) и

Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» (далее Госкорпарация «Росатом») продолжили работу по созданию на базе ДВФУ лаборатории по мониторингу экологической обстановки в зоне влияния объектов использования атомной энергии Госкорпорации «Росатом» в Дальневосточном федеральном округе.

Задержка создания лаборатории была обусловлена отсутствием источников финансирования.

Основной целью создания этой лаборатории в долгосрочном плане является развитие научно-технического потенциала по мониторингу и оценки различных аспектов трансграничного загрязнения воздушной и водной среды в северо-восточном тихоокеанском регионе и создание научно-технической платформы для реализации современных подходов к обоснованию экологической безопасности объектов использования атомной энергии на разных стадиях их жизненного цикла в Дальневосточном федеральном округе Российской Федерации.

Реализация этой цели предполагает последовательное решение следующих задач:

- развитие системы экологического мониторинга с учетом географических и климатических особенностей региона в районах расположения ОИАЭ;
- выработка общих требований к оценке региональных и глобальных радиационных и химических рисков;
- создание на базе Дальневосточного центра компетенций программно-аналитического комплекса для сбора, систематизации разнородной информации, получаемой из системы ЕГАСМРО, собственных прецизионных мониторинговых исследований и других источников; ее научного анализа; проведения расчетов по оценкам воздействия на человека

и биоту и сопутствующим рискам; составления прогнозов и рекомендаций для региональных и федеральных органов власти, для руководства Госкорпорации «Росатом» в области охраны окружающей среды и сохранения здоровья населения;

- повышение готовности к реагированию на радиационные инциденты и аварии и ликвидации последствий возможных чрезвычайных ситуаций на них;
- развитие технологий дистанционного взаимодействия и обучения. Этому будут способствовать: тематика (экология, морская среда, подводный мир) и местоположения ДВ НОЦ ЯТ и РБ (ДВФУ), реально существующая потребность в новых технологиях обучения на основе современных систем коммуникации, задачи кадрового и инфраструктурного обеспечения подготовки кадров для региональных проектов Госкорпорации «Росатом» и иных российских компаний;

получение стратегической информации по экологическим рискам в районах расположения ядерно- и радиационно-опасных объектов, эксплуатируемых организациями Госкорпорации «Росатом» и иных ведомств России с учетом иных объектов радиационного и экологического воздействия на окружающую.

5.8 Научно-образовательный центр «Морские экосистемы»

В 2016 году продолжил работу научно-образовательный центр (НОЦ) «Морские экосистемы», созданный совместно с ФГУП ПИНРО на базе биологического факультета Мурманского государственного технического университета (МГТУ) в целях повышения уровня образовательной и научной деятельности. Основными целями деятельности НОЦ были: комплексное развитие научных исследований и образовательных программ в области рационального природопользования морей Западной Арктики;

высококачественная подготовка молодых специалистов и специалистов высшей квалификации в области разведки, исследования, переработки, воспроизводства морских гидробионтов и защиты окружающей среды на основе интеграции научно-педагогического потенциала участников НОЦ; ускоренное внедрение в промышленность, в социально-экономическую сферу и в учебный процесс результатов фундаментальных и прикладных научных исследований участников НОЦ. Среди студентов и аспирантов НОЦ были организованы конкурсы научных работ в рамках научной школы по морской биологии «Траектория карьеры в морской биологии».

5.9 Мероприятия по развитию научной инфраструктуры, в том числе центров коллективного доступа к научному и экспериментальному оборудованию

В рамках данного направления в ИБРАЭ РАН развернута и развивается сеть порталов по разным направлениям. Сеть представляет собой единую программную среду, обеспечивающею разграниченный доступ пользователей по защищенному соединению к порталам – сайтам на основе веб-технологий.

Каждый портал позволяет:

- осуществлять доступ, редактирование, хранение рабочих документов по направлению разработки с разбиением на отдельные проекты и этапы, справочной и иной информации, с автоматическим контролем версий;
- автоматизировать различные рабочие процессы, например,: верификацию, экспертирование, нормоконтроль и т.п. (электронный документооборот);
- планирование работ (списки задач, напоминания).

Часть порталов на данный момент внедрены в ИБРАЭ РАН, и активно используются в повседневной работе, часть – находятся на стадии разработки и внедрения.Доступ к данным порталов возможен как из сети ИБРАЭ РАН, так и (при наличии соответствующих прав пользователя) удаленно. Для доступа к данным используются стандартные средства Microsoft Windows.

5.10 «Моделирование и технологии эксплуатации высокотехнологичных систем» (ТП «МТЭВС»)

Представители ТП КБТЭ провели целый комплекс встреч и переговоров с представителями других технологических платформ, где было выявлено, что у многих из них в области информационно-коммуникационных технологий существуют одинаковые задачи, которые целесообразно решать совместно.

Примером межплатформенного взаимодействия является сотрудничество между ТП КБПЭ и технологической платформой «Моделирование и технологии эксплуатации высокотехнологичных систем» (ТП «МТЭВС»).

Участники ТП КБПЭ совместно с представителями ТП «МТЭВС» разработали информационно-аналитическую систему, предназначенную для автоматизации информационно-аналитической деятельности и повышения оперативности и качества принимаемых управленческих решений в области энергоэффективности и энергосбережения одного из крупных оборонных концернов. Данная система обеспечивает ведение справочника допустимого к использованию в концерне оборудования, хранение и поиск нормативной и справочной литературы в области энергетики, проведение расчетов мероприятий по повышению энергоэффективности различных процессов концерна за счет замены одного типа оборудования на другой.

Система реализована с использованием клиент-серверной архитектуры, предоставляющей конечным пользователям возможность работы через веб-

браузер и не требующей установки какого-либо дополнительного программного обеспечения.

В рамках реализации пункта 5 протокола совещания с представителями технологических платформ в Минэкономразвития России от 22.12.2016 № 18-Д01

ТП «МТЭВС» совместно с ТП КБПЭ подготовлен проект функциональных требований к информационной системе поддержки деятельности российских технологических платформ.

5.11 Разработка проекта внедрения технологии холодной (ионизационной) стерилизации для нужд медицины и сельского хозяйства (Приложение 3)

В рамках развития двух направлений деятельности ТП КБПЭ - «Нормативные правовые, нормативно-технические аспекты комплексной безопасности промышленности и энергетики» и «Обеспечение безопасности жизнедеятельности», в четвертом квартале 2016 года прошла серия переговоров между ИБРАЭ РАН, федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ) и федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институт ядерной физики им. И.Г. Будкера сибирского отделения Российской академии наук по вопросу совместной разработки проекта внедрения технологии холодной (ионизационной) стерилизации для нужд медицины и сельского хозяйства.

Технология холодной (ионизационной) стерилизации, то есть технология облучения ускоренными электронами, применяется в мире с 80-х годов прошлого века. Ее широкое внедрение (на начальном этапе внедрение в одном регионе) обеспечит решение ряда острых вопросов в медицине,

сельском хозяйстве, некоторых задач освоения северных территорий, в том числе Арктики, которая нуждается в инновационной технологии доставки свежих продуктов питания, обеспечивающей радикальное снижение отходов при транспортировке и стоимости процесса консервации.

При этом Всемирная организация здоровья, МАГАТЭ и Сельскохозяйственная организация ООН в 1980 году провели ряд исследований и официально доказали, что метод холодной стерилизации продуктов не представляет никакой угрозы для здоровья человека при дозе облучения менее 10 кГр, но для продления сроков хранения достаточны дозы в несколько раз меньше максимально допустимой.

В итоге, проведенных встреч и переговоров, ИБРАЭ РАН и КубГТУ заключили соглашение о сотрудничестве, определен состав организаций, которые войдут в консорциум по реализации данного проекта, начата разработка концепции создания предприятия по холодной стерилизации.

Вся работа по подготовке и реализации проекта внедрения технологии холодной (ионизационной) стерилизации для нужд медицины и сельского хозяйства является новым направлением деятельности ТП КБПЭ - Медицинская и Продовольственная безопасность.

5.12 «Мониторинг технического состояния корпусов судов с использованием телеуправляемого подводного аппарата» (Приложение 4)

ТП КБПЭ, ФГАУ «Научно-учебный центр «Сварка и контроль» при МГТУ им. Н.Э. Баумана и ТП «МТЭВС» приступили к совместной реализации проекта «Мониторинг технического состояния корпусов судов с использованием телеуправляемого подводного аппарата.

Эксплуатация судов различного назначения неразрывно связано с эффективностью используемых систем мониторинга технического состояния корпусов судов. Дефекты в металле корпусных конструкций ухудшают

общую и местную прочность судна, нарушают водонепроницаемость конструкции.

Дефекты, параметры которых не удовлетворяют нормативным требованиям, являются повреждениями. К таким повреждениям, прежде всего, следует отнести износ элементов корпусных конструкций, который возникает и развивается постепенно. Износ является прогрессирующим типом дефектов. Из всех видов износа электрохимическая коррозия оказывает наиболее разрушающее воздействие. Электрохимическая коррозия — наиболее распространенный вид износа корпусных конструкций, которая возникает вследствие образования гальванических пар в растворе электролита (морской воды). Различные элементы корпуса коррозируют с разной интенсивностью.

Задача выявления этих повреждений на ранних стадиях их возникновения является одной из самых важных в процессе обеспечения безопасной эксплуатации объектов водного транспорта.

В настоящее время мониторинг состояния конструкций корпусов судов осуществляется в доках либо на рейде с привлечением водолазов. Проведению мониторинга в доке предшествует длительный процесс подготовки, включающий в себя подготовку дока к принятию судна, заход судна в док, а также зачистку поверхности для проведения диагностики. Все это влечет за собой большие временные, трудовые, а, следовательно, — и материальные затраты. В целях мониторинга конструкций корпусов судов в МГТУ им. Н. Э. Баумана была разработана система, которая позволяет осуществлять обследование поверхности судна без захода в сухой док и без привлечения водолазов. В отечественной промышленности система не имеет себе подобных, по сути это первая автоматизированная система мониторинга конструкций корпусов судов, созданная в Российской Федерации.

6. Тематический план работ и проектов технологической платформы

Для эффективного решения задач технологической платформы предполагается реализация комплексов исследований и разработок, направленных на обеспечение стабильного развития каждой из групп технологий. Основные первоочередные направления исследований и разработок представлены в Таблице 7.

Таблица 7 – Основные первоочередные направления исследований и разработок, которые предполагается развивать в рамках технологической платформы

1	Создание методов компьютерного моделирования и анализа сценариев аварийных ситуаций на промышленных и энергетических объектах, а также методов математического моделирования и проведение анализа устойчивости и надежности промышленной инфраструктуры при аварийных ситуациях	***Блок моделирование***
2	Теоретическое моделирование распространения опасных химических и радиоактивных веществ и их влияние на здоровье населения	
3	Моделирование взаимодействия мощных электростанций с электроэнергетическими сетями	
4	Создание единой информационной системы для моделирования тяжелых аварий на объектах энергетики и промышленных производствах	
5	Разработка и внедрение методик оптимального управления электропотреблением, обоснование и прогнозирование параметров электропотребления объектов и населения	
6	Создание физико-математических моделей процессов взаимодействия различных физических полей и получение закономерностей их поведения при взаимодействии со структурными отклонениями и нарушениями сплошности материала	
7	Создание эффективных алгоритмов обработки диагностической информации на основе последних достижений в области обработки сигналов	
8	Анализ и систематизация основных высоконагруженных элементов энергетических установок ТЭС, АЭС и др. и возникающих в них дефектов	

9	Классификация показателей надежности и безопасности объектов и систем ТЭК, классификация рисков субъектов ТЭК и потребителей энергетических ресурсов, разработка методов их количественной оценки и измерений, состава и источников необходимой исходной информации	***Блок научных основ комплексной безопасности***
10	Разработка и внедрение основ технической поддержки принятия решений в реальном времени, в том числе в аварийных и чрезвычайных ситуациях как природного, так и техногенного характера	
11	Анализ и управление рисками субъектов промышленности и энергетики с целью прогнозирования и предупреждения аварийных и чрезвычайных ситуаций, разработка отраслевых и межотраслевой систем мониторинга объектов	
12	Разработка требований к контролируемым параметрам объектов ТЭК, определение номенклатуры основных датчиков, в том числе инновационных на новых физических принципах с использованием нанотехнологий и беспроводного съема информации, оценка сроков и стоимости их создания	
13	Формирование и развитие фундаментальных научных основ комплексной безопасности промышленных объектов, объектов энергетики и распределительных систем, определение концепции их комплексной безопасности	
14	Создание общероссийской базы данных показателей безопасности промышленности и энергетики и методики представления в нее соответствующей информации ее собственникам	***Блок разработки технологий***
15	Исследование состояния проблемы техногенных образований в процессах каталитического облагораживания углеводородных топлив с использованием цеолитсодержащих катализаторов	
16	Исследования источников возникновения и способов обезвреживания отходов промышленного производства и потребления, состава отходов и определение степени их опасности для окружающей среды, и населения	
17	Создание и совершенствование методик проведения ситуационных и противоаварийных тренировок персонала объектов промышленности и энергетики с использованием виртуальных компьютерных тренажеров	
18	Создание технологий диагностирования металлоконструкций, оборудования и трубопроводов потенциально опасных объектов, базирующихся на использовании принципов многокритериальной оценки состояния материала с адаптивными алгоритмами управления параметрами применяемых видов физических полей.	
19	Разработка методики оценки количественно-вероятностных характеристик систем диагностирования оборудования и трубопроводов потенциально опасных производственных объектов.	
20	Разработка научно-технических основ систем физической защиты промышленных и энергетических объектов и обеспечения экологических условий обитания персонала стационарных сооружений и систем	

Исследования и разработки технологической платформы по направлениям 1-20, нацелены на эффективное развитие группы технологий «Технологии и системы мониторинга и управления комплексной безопасности». Исследования и разработки технологической платформы по направлениям 6, 8, 12-20 нацелены на эффективное развитие группы технологий «Технологии и системы ТД и НК промышленного и энергетического оборудования». (Некоторые из направлений исследований и разработок нацелены на развитие нескольких групп технологий технологической платформы).

Краткосрочные задачи

К краткосрочным задачам, которые решаются до 2018 г включительно в рамках технологической платформы, относятся:

1. Формирование органов управления и эффективных механизмов взаимодействия участников технологической платформы, направленных на решение приоритетных государственных задач, и удовлетворение важнейших общественных потребностей по обеспечению безопасности функционирования объектов промышленности и энергетики с учетом интересов и возможностей ведущих профессиональных участников рынка, как разработчиков, производителей, так и потребителей технологий (государственно-частное партнерство), а также других технологических платформ.

2. Разработка единой (межотраслевой), непротиворечивой системы требований к безопасности объектов промышленности, строительства, производства строительных материалов и изделий и энергетики, включая объекты коммунальной энергетики, посредством подготовки новых и совершенствования существующих законопроектов, нормативно-технических актов, включая технические регламенты и стандарты,

направленных на обеспечение безопасного функционирования и развития промышленности и энергетики.

3. Отбор и проведение экспертизы исследований и разработок (Research and Development) для достижения основных целей технологической платформы на отраслевом и межотраслевом уровнях.

4. Разработка и реализация долгосрочной стратегической межотраслевой программы исследований в области комплексной безопасности промышленности, строительства, производства строительных материалов и изделий и энергетики.

5. Подготовка и отбор коммерческих проектов высокой степени готовности в области компетенции технологической платформы на отраслевом и межотраслевом уровнях.

Среднесрочные задачи

Среднесрочные задачи, которые должны быть решены до 2020 г. Включительно в рамках технологической платформы, приведены в Таблице 8.

Таблица 8 – Среднесрочные задачи (на период до 2020 г.), которые должны быть решены в рамках технологической платформы, по группам технологий

Группа технологий	**Наименование технологий**	**Задачи деятельности**
Технологии и системы мониторинга и управления комплексной безопасностью	Технологии математического, компьютерного моделирования аварийных процессов в энергетических и промышленных	- Создание методологии оптимального управления энергопотреблением, обоснования и прогнозирования параметров энергопотребления объектов и населения в условиях неопределенности, порождаемой переходным этапом развития экономики,

	установках, и их влияния на жизнедеятельность человека и экономику.	с целью повышения энергетической безопасности объектов (потребителей) и максимизации эффективности электроэнергетического обеспечения объектов, населения и населенных пунктов в условиях ресурсных ограничений и минимизации влияния фактора неопределенности при планировании их энергопотребления. - Разработка методов имитационного моделирования процессов, возникающих в результате аварийных событий, связанных с пожарами и взрывами, и анализ сценариев возможных аварийных ситуаций на предприятиях химической промышленности, а также ядерно и радиационно опасных объектах. - Обоснование структуры и состава системы электроснабжения важнейших объектов жизнеобеспечения и населения, предполагающих создание для них резервных источников электрической энергии и средств, обеспечивающих их функционирование, подключение и использование принадлежащих потребителю источников электрической энергии (индивидуальные потребители, сельские населенные пункты, больницы и т.п.), с учетом особенностей структуры региональных систем электроэнергетики.
	Технологии анализа и управления рисками (в том числе, вероятностный анализ безопасности).	- Разработка систем оценки и обоснования мероприятий по повышению устойчивости функционирования региональных систем электроэнергетики. - Разработка отраслевых систем взаимного страхования и обязательного страхования гражданской ответственности в промышленности и энергетике на основе

		анализа и управления рисками. - Разработка методологии количественной оценки радиационных и химических рисков с целью внедрения на ее основе методов научно-технической поддержки принятия решений в реальном масштабе времени, предупреждающих возникновение аварийных и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.
	Технологии мониторинга (сбора, обработки, передачи и анализа информации), состояния и уровня безопасности, а так же управления безопасностью промышленных объектов, объектов энергетики и распределительных систем, инфраструктурных объектов и опасных грузов, обеспечивающих контроль и противоаварийное управление на всех этапах жизненного цикла в реальном масштабе времени, в том числе, с использованием системы ГЛОНАСС.	- Разработка элементов автоматизированных систем управления промышленной и экологической безопасности предприятий и опасных производственных объектов. - Создание единой интегрировано-распределенной системы комплексной безопасности объектов промышленности и энергетики, включая объекты коммунальной энергетики, на федеральном, региональном, муниципальном, объектовом уровнях, обеспечивающей мониторинг и управление комплексной безопасностью вышеназванных объектов на всех стадиях их жизненного цикла в реальном масштабе времени. - Разработка систем мониторинга распространения опасных веществ в воздушной и водной среде и влияния их на население и окружающую среду.
	Технологии технической и расчетно-аналитической поддержки управления и принятия решений в	- Создание систем технической и расчетно-аналитической поддержки управления и принятия решений в реальном или квазиреальном масштабах времени, предупреждающие возникновение

	реальном или квазиреальном масштабах времени, предупреждающие возникновение аварийных и чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах, системообразующих объектах энергетики и объектах коммунальной энергетики.	аварийных и чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах, системообразующих объектах энергетики и объектах коммунальной энергетики.
	Прочие технологии и сопутствующие мероприятия.	- Развитие кадрового потенциала и поддержка научно-образовательных учреждений. - Создание центров подготовки и повышения квалификации персонала промышленности и энергетических объектов на основе виртуальных компьютерных тренажеров. - Разработка технологии безамбарного сбора и хранения отходов нефтедобывающей отрасли. - Проведение исследований источников возникновения и способов обезвреживания отходов производства, содержащих радиоактивность природного происхождения. - Разработка технологий формирования наноструктурированных поверхностных слоев из материалов с эффектом памяти формы плазменным напылением механоактивированных порошков. - Снижение доли энергоемкого оборудования в ЖКХ. Определение максимально возможного выхода тепловой и электрической энергии с 1 ТУТ, определение минимальных

		экономических затрат на сохранение комфортных условий проживания при минимальных энергетических затратах. Разработка стратегии и тенденций развития оборудования, технологий и материалов, обеспечивающих такие условия проживания и показателей, отражающих результаты. - Разработка стандартов затрат энергии на 1 кв. м жилья в осеннее зимний период для поддержания безопасных и комфортных условий проживания человека
Технологии и системы ТД и НК промышленного и энергетического оборудования	Технологии диагностирования внутренней структуры материалов, основанные на новых принципах взаимодействия различных физических полей, в том числе, комплексации их, с компьютерной визуализацией результатов и вычислительным восстановлением трехмерной внутренней структуры объекта.	- Создание физико-математических моделей процессов взаимодействия различных физических полей и получение закономерностей их поведения при взаимодействии со структурными отклонениями и нарушениями сплошности материалов. Получение комплекса сведений о новых информационных параметрах, характеризующих состояние материала диагностируемого объекта. - Создание оптимальных способов возбуждения и приема источников информации взаимодействующих физических полей. - Создание математических моделей и алгоритмов обработки информации, полученной об объекте. Решение задачи оптимизации информационных характеристик, направленных на создание специализированной расчетно-информационной технической системы, которая позволяла бы проводить эксплуатацию объекта диагностирования по его фактическому состоянию на базе контролирования остаточного и

		выработанного ресурсов критических конструктивных элементов, т.е. системы эксплуатационного мониторинга ресурса по условиям прочности. - Создание технологий диагностирования оборудования и трубопроводов потенциально опасных производственных объектов, базирующихся на использовании принципов многокритериальной оценки состояния материала с адаптивными алгоритмами управления параметрами применяемых видов физических полей. Проведение исследований применительно к конкретным материалам и объектам. Формулирование основных технических требований к диагностическим системам, реализующим предложенные технологии. - Разработка методик оценки количественно-вероятностных характеристик систем диагностирования оборудования и трубопроводов потенциально опасных производственных объектов. - Создание опытных образцов и освоение серийного производства систем (в том числе, мобильных) для диагностирования металлоконструкций, оборудования и трубопроводов потенциально опасных производственных объектов.
	Технологии неразрушающего контроля материалов с использованием современных методов и средств, повышающих достоверность результатов контроля.	- Создание высокопроизводительных и высокоинформативных технологий акустического и электромагнитного контроля качества сварных соединений и основного металла высоконагруженного оборудования и трубопроводов потенциально опасных производственных объектов (АЭС, ТЭС, трубопроводного транспорта и др.) на основе техники

		антенных решеток. - Создание высокоинформативных технологий контроля для распознавания образов выявленных дефектов и оценки напряженно-деформированного состояния, применительно к задаче эксплуатационного мониторинга ресурса оборудования и трубопроводов потенциально опасных производственных объектов. - Создание томографических систем визуализации неоднородностей материала с использованием физических полей рассеянного излучения.
	Технологии оперативной режимной диагностики промышленного и энергетического оборудования, а также систем тепло- и электроснабжения без вывода их из эксплуатации.	- Разработка имитационного вибродиагностического комплекса для мониторинга промышленного оборудования. - Разработка системы защиты мощных турбогенераторов от аварийных режимов. - Разработка комплекса электромагнитных виртуальных приборов и имитационных стендов для оценки технического состояния промышленных объектов.
	Электрофизические технологии охраны промышленных объектов, объектов энергетики и объектов транспортной инфраструктуры	- Создание систем физической защиты промышленных и энергетических объектов.

Долгосрочные задачи

К долгосрочным задачам (до 2025 г.) технологической платформы относятся ликвидация отставания Российской Федерации от мирового уровня и достижение конкурентоспособности на мировом уровне в области комплексной безопасности промышленности и энергетики.

Представленный перечень основных задач (в первую очередь долгосрочных) будет уточняться и корректироваться в ходе разработки и реализации Концепции технологической платформы и стратегической программы исследований и разработок, выполняемых в рамках технологической платформы.

Реализация технологической платформы будет осуществляться в тесной кооперации с Минэнерго России, МЧС России, Минпромторгом России, Минрегионом России, Госстроем, Ростехнадзором, страховым сообществом, субъектами промышленности, энергетики и другими заинтересованными органами федеральной и региональной власти.

При этом технологическая платформа будет осуществлять следующие основные функции в сфере технического регулирования (Рисунок 9):

- разработка и периодическая корректировка ОТТ и стандартов безопасности в соответствии с интересами национальной экономики, уровнем развития технологий, а так же международными нормами и правилами;
- экспертная поддержка при проведении контроля и надзора за выполнением ОТТ, а так же в ходе профессиональных экспертиз в интересах страховых организаций;
- сертификация соответствия стандартам безопасности;
- анализ и оценка рисков.

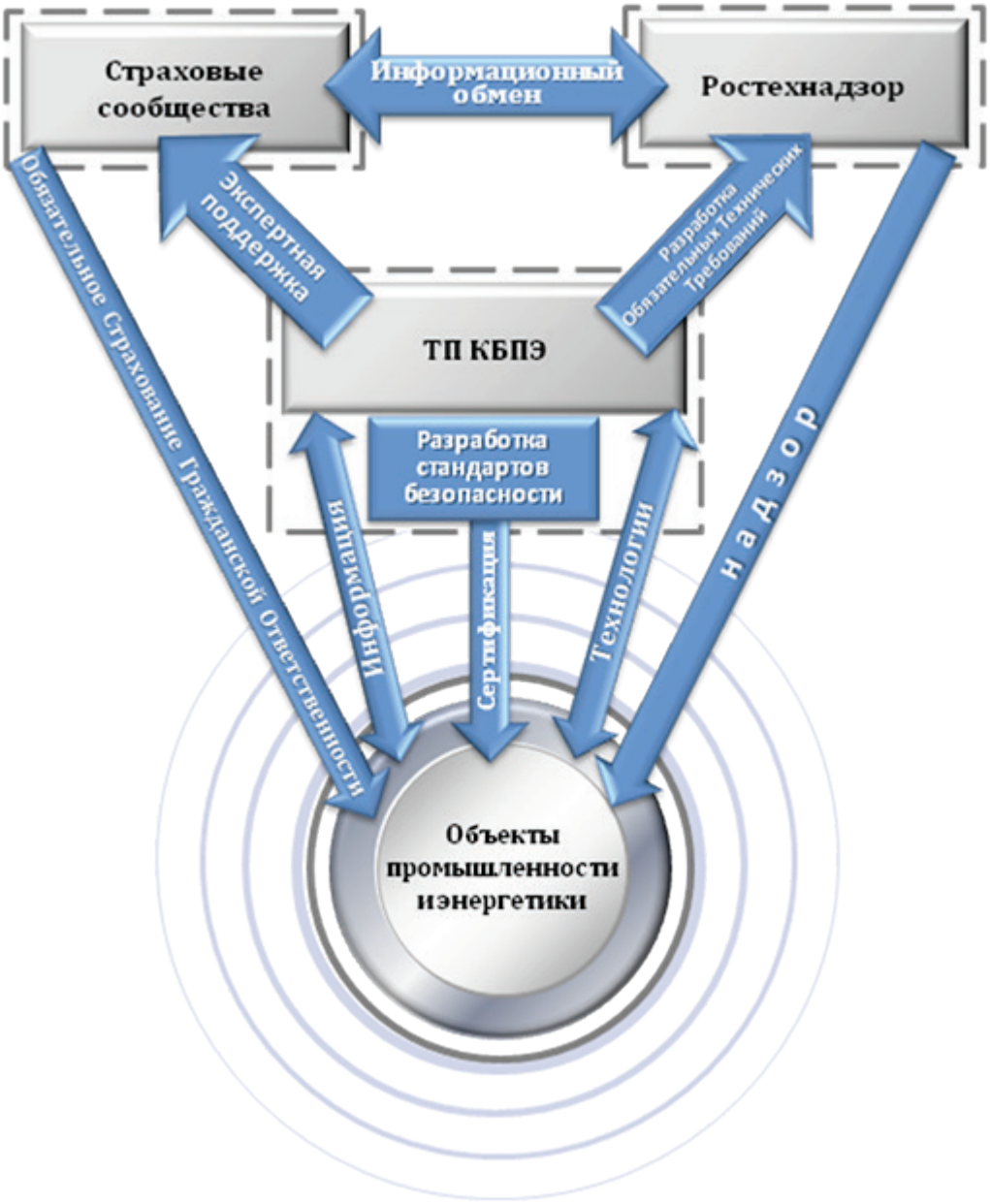


Рисунок 9 – Роль технологической платформы в системе технического регулирования

Основные планируемые результаты реализации технологической платформы

Функционирование технологической платформы обеспечит существенный вклад в долгосрочное социально-экономическое развитие и технологическую модернизацию Российской Федерации, в том числе:

– внедрение инновационных технологий в сфере безопасности сложных технических систем;

- повышение конкурентоспособности отдельных отраслей экономики, экспансии российских технологий;
- разработку инновационных «прорывных» технологий, определяющих возможность появления новых рынков высокотехнологичной продукции (услуг).

Результаты функционирования технологической платформы представлены в Таблице 9.

Таблица 9 – Результаты функционирования технологической платформы в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе.

№	Наименование результата	Соответствие результата мировому уровню развития науки и техники
1	***Краткосрочная перспектива***	
1.1	Стратегическая межотраслевая программа исследований и разработок в области комплексной безопасности промышленности и энергетики, а также последующие результаты ее реализации и внедрение этих результатов.	уровень соответствует общероссийскому
1.2	Эффективные модели государственно-частного партнерства в области комплексной безопасности промышленности и энергетики с учетом точек зрения всех заинтересованных сторон: государства, промышленности, научного сообщества, контролирующих органов, пользователей и потребителей, в том числе, и других технологических платформ, а также распространение полученного опыта.	уровень соответствует мировому

№	Наименование результата	Соответствие результата мировому уровню развития науки и техники
1.3	Принципы эффективного взаимодействия крупного высокотехнологичного бизнеса, как Заказчика, с научными коллективами. В результате этого взаимодействия, а также на базе экспертных прогнозов будут сформулированы задания на научно-исследовательскую деятельность, скорректированы тематики научных исследований в сторону получения результатов, имеющих уровень спроса со стороны реального сектора уже в настоящее время или потенциальный спрос в ближайшей перспективе. Кроме того, это позволит сформировать эффективные смешанные исследовательские коллективы (междисциплинарные группы из представителей различных технологических платформ/организаций/отраслей). Формирование таких межотраслевых междисциплинарных исследовательских коллективов, ориентация на получение конкретных результатов для реального сектора будут являться хорошей базой для создания новых высокотехнологичных компаний, расширения высокотехнологичного малого и среднего бизнеса и улучшения условий для его роста, формирования новых индустрий.	уровень соответствует мировому
2	***Среднесрочная перспектива***	
2.1	Единый в области комплексной безопасности промышленности и энергетики инновационный цикл, охватывающий различные технологические платформы, фундаментальную и прикладную науку, конструкторские, научно-технические и производственные подразделения предприятий и организаций.	уровень соответствует мировому
2.2	Инфраструктура для разработки новых технологий в области комплексной безопасности промышленности и энергетики.	уровень соответствует общероссийскому

№	Наименование результата	Соответствие результата мировому уровню развития науки и техники
2.3	Инновационные методы и технологии контроля и управления комплексной безопасностью в целях предупреждения аварийных и чрезвычайных ситуаций на промышленных и энергетических объектах, включая объекты коммунальной энергетики; расчетно-аналитической поддержки управления и принятия решений, в том числе, в аварийных и чрезвычайных ситуациях, работающих в режиме реального и квазиреального масштаба времени, и реализованных на основе комплексных физико-математических моделей технологических процессов промышленного производства и новых алгоритмах и методиках комплексной безопасности промышленных и энергетических объектов.	уровень соответствует мировому
2.4	Передовые технологии ТД и НК промышленного и энергетического оборудования.	уровень соответствует мировому
2.5	Повышение уровня научно-технической, экономической и производственно-технологической независимости Российской Федерации в части разработки и производства передовых технологий и систем обеспечения комплексной безопасности промышленности и энергетики.	уровень соответствует общероссийскому
2.6	Научно-методические положения и информационно-управляющие системы по оценке и обоснованию мероприятий по повышению устойчивости функционирования и развитию региональных систем электроэнергетики и электроснабжения потребителя.	уровень соответствует общероссийскому
2.7	Обоснование структуры и состава систем электроснабжения (электрического хозяйства) жизнедеятельности крупных объектов-потребителей или комплексов объектов инфраструктуры, определяющих объемы электропотребления региона, и их норм электропотребления.	уровень соответствует общероссийскому
2.8	Учебные программы и образовательные стандарты в среде комплексной безопасности промышленности и энергетики.	
3	***Долгосрочная перспектива***	
3.1	Развитие конкурентоспособной приборостроительной отрасли и сектора экономики, связанных с разработкой, изготовлением, монтажом, наладкой и контролем состояния технологически опасных промышленных производств.	уровень соответствует мировому

№	Наименование результата	Соответствие результата мировому уровню развития науки и техники
3.2	Рост экономики в целом, и, в частности, приборостроения, машиностроения и других отраслей, поскольку решение вопросов комплексной безопасности даст существенный толчок для производства соответствующего оборудования, стимулируя для развития смежные сектора экономики, повысив занятость населения.	уровень соответствует общероссийскому
3.3	Повышение уровня энергобезопасности России, экономия огромного количества топливных ресурсов с возможностью использования их в других секторах экономики страны, дополнительно обеспечив экспортный потенциал углеводородов.	уровень соответствует общероссийскому
3.4	Новые производства и высокотехнологичные компании в области комплексной безопасности, в том числе, в отдаленных районах России, расширение существующих предприятий за счет диверсификации и появления нового класса оборудования, развитие инфраструктуры и повышение трудовой занятости населения.	уровень соответствует общероссийскому

7. Мероприятия по коммерциализации технологий. Развитие механизмов государственно-частного партнерства при решении задач комплексной безопасности промышленности и энергетики

Вопросы коммерциализации технологий Правление поставило во главу угла, поскольку конечным итогом деятельности платформы должно стать формирование условий, способствующих реализации проектов, обеспечивающих активизацию процессов трансформации инновационных научных идей в востребованные рынком инновационные технологии, продукты и услуги, появляющиеся как результат удовлетворения потребностей производства и общества, направленные на повышение комплексной безопасности промышленности и энергетики, в первую очередь, за счет прогнозирования и предупреждения аварийных, чрезвычайных и внештатных ситуаций.

А именно:

1. Была сформирована при Правлении постоянно действующая Рабочая группа, состоящая из специалистов, обладающих высокими квалификациями и имеющих опыт в «бизнес – упаковке» технологических проектов, а также в привлечении и структурировании финансов для их реализации;

2. В целях:

- совершенствования механизма привлечения участ-ников
- ТП КБПЭ;
- анализа их предложений исследований, разработок, товаров и услуг;
- изучения возможности их реализации в рамках ТП КБПЭ;
- механизмов взаимодействия с участниками ТП КБПЭ,

был разработан, утвержден и разослан как вновь вступающим, так и актуальным участникам ТП КБПЭ Порядок присоединения к Технологической платформе «Комплексная безопасность промышленности и энергетики» организаций - участников, включающий Форму заявления о присоединении к ТП КБПЭ, Анкету к Заявлению о присоединении к технологической платформе «Комплексная безопасность промышленности и энергетики» и Предложения о включении в план исследований и разработок либо мероприятий технологической платформы «Комплексная безопасность промышленности и энергетики» (до 2017 года) проектов, направленных на решение задач ТП КБПЭ.

Выполненная работа позволила осуществить глубокий анализ участников ТП КБПЭ, определить приоритетные направления их деятельности, получить информацию об их проектах и программах, интересы организаций в рамках

ТП КБПЭ, существенным образом повысить эффективность взаимо-действия как органов управления с участниками ТП КБПЭ, так и между собой в решении своих задач и реализации проектов, а также повысить качество вновь принимаемых участников

ТП КБПЭ.

3. Было разработано и утверждено Положение «О порядке организации и проведения правовой, научно-технической, технологической и финансово-экономической экспертизы предложений и проектов Экспертным советом технологической платформы «Комплексная безопасность промышленности и энергетики».

Это позволило повысить качество подготовки проектной доку-ментации и уровень осмысления авторами механизмов их реализации.

4. В целях развития механизмов государственно-частного партнерства при решении задач комплексной безопасности промыш-ленности и энергетики был заключено Соглашение о сотрудничестве и

обмене информацией между координатором ТП КБПЭ ИБРАЭ РАН и ОАО «Федеральный центр проектного финансирования» (далее ФЦПФ), являющееся 100%-ной дочкой Внешэкономбанка. Согласно этому договору, ФЦПФ выступает Консультантом превращения технологических проектов в бизнес- проекты, кредитует подготовку технико-экономических обоснований проектов, проведение экспертиз и начальных стадий проектов, оказывает содействие в получении кредитных ресурсов банков и/или финансовых средств инвестиционных фондов в полном объеме. В настоящее время инвестиционный комитет ФЦПФ одобрил проект 5 с объемом финансирования порядка 100 млн. рублей, в стадии рассмотрения находятся проекты 2 и 3 с объемом финансирования порядка 150 млн. рублей каждый(см. раздел 6).

5. Формируются механизмы взаимодействия с системообразующими компаниями как непосредственно, в частности, Госкорпорация «Ростехнологии», так и посредством участия в рабочих группах Минэнерго России. В рамках этого механизма осуществляется согласование потребностей этих компаний, сформулированных в ПИРах и возможностей участников технологической платформы.

6. Формируются консорциумы участников ТП КБПЭ в целях реализации технологических проектов, результатом которых должна стать разработка ряда важнейших инновационных промышленных технологий из числа приведенных в разделе 5 и создание соответствующих образцов продуктов.

7. Отрабатываются механизмы взаимодействия с Минобрнауки России по участию в конкурсах на получение грантов ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» (было подано 12 заявок, получили гранты 3 консорциума общим объемом свыше 360 млн. рублей), а также с

Российским Научным фондом и Российским фондом технологического развития (предварительно была одобрена 1 заявка).

8. При организации деятельности ТП КБПЭ ее Правление ставит задачу имплантировать исследовательские и образовательные ресурсы из уже функционирующих российских кластеров и центров инновационного развития (технопарки, ВУЗы России, региональные исследовательские институты). На сегодняшний день там уже аккумулированы потенциально интересные разработки, технологии и проекты, которые могли бы в перспективе перерасти в start-up компаний. Многие из региональных проектов находятся сегодня «в середине процесса между инновационной идеей и инновационным бизнесом», но им не хватает умений и знаний как расти дальше.

В связи с этим возникает потребность в построение инфраструктуры (виртуальной и реальной), позволяющей связать ТП КБПЭ с региональными, корпоративными или отраслевыми инновационными кластерами и центрами в целях ускорения трансформации идей и знаний в инновационные продукты, технологии и бизнесы.

Необходимо нарастить компетенции в области инновационного менеджмента и возможности ускоренной коммерциализации.

Необходимо в местах концентрации интеллектуальных и образовательных ресурсов, формировать инновационные узлы (хабы) - специальные сервисы (интерфейсы), нацеленные на перетекание в ТП идей и проектов уже в высокой степени готовности к созданию start-up`пов. Эти хабы призваны сыграть роль форпостов платформы в регионах. Они призваны обеспечить:

- объединение и координацию исследовательской, иннова-ционной и образовательной деятельности и компетенций академиче-ских и прикладных институтов, университетов, технопарков и т. д. для максимизации их коммерческого потенциала;

- создание распределенной инновационной сети в регионах, которая будет интегрирована в национальную и международную сеть исследований, образования и инноваций;
- организацию потока инновационных проектов и предло-жений, ориентированных на ускоренное создание start-up компаний.

Задачами такого хаба должны быть:

- организация поиска, мониторинга и отбора перспективных идей, технологий и решений, имеющих коммерческий потенциал;
- создание механизмов и процедур поддержки индивидуальных исследователей (исследовательских групп) на ранних стадиях подготовки коммерчески перспективных предложений и проектов;
- организация специализированных экспертных сервисов для исследователей (независимая научно-техническая экспертиза на стадии «Pre Seed» и «Seed» с точки зрения их научной новизны, научной и практической значимости, формирование предмета интеллектуальной собственности, оценка перспектив и направлений коммерциализации, предварительное бизнес-моделирование и др.);
- организация IP-сервисов для исследователей;
- организация учебных программ, курсов, семинаров по R&D менеджменту и инновационному предпринимательству;
- внедрение инновационных технологий ведения исследовательской деятельности (открытые инновационные сети, центры коллективного пользования, компактные проектные группы и др.);
- построение собственной web-ориентированной инноваци-онно-исследовательской системы (объединение вычислительных ресурсов, хранилищ данных, специального ПО, создание виртуального исследовательского комьюнити и др.), интегрированной с виртуальной образовательной системой (виртуальные (интерактивные) учебные классы) – так называемого «виртуального хаба;

- организация финансирования исследовательских проектов и программ с высоким потенциалом коммерциализации

В рамках развития коммуникации в научно-технической и инновационной сферах Координатор Технологической платформы – ИБРАЭ РАН подписал Соглашения об организации взаимодействия с:

• Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор);

• Правительствами Челябинской и Ульяновской областей,

а также с технологическими платформами:

• ТП «Биоэнергетика»;

• ТП «Технологии экологического развития»;

• ТП « Глубокая переработка углеводородных ресурсов»;

• ТП «Управляемый термоядерный синтез»;

• ТП «Интеллектуальная энергетическая система России».

Готовится также подписание соглашения с Технологической платформой «Малая распределенная энергетика».

8. Мероприятия по совершенствованию механизмов управления правами на результаты интеллектуальной деятельности

Управление правами на результаты интеллектуальной деятельности (РИД)

Управление правами на РИД следует рассматривать как часть деятельности Платформы, в том числе в области инновационного и технологического развития, в целях осуществления бизнес-стратегии на внутреннем и мировом рынках, в том числе как часть программ инновационного развития, которая осуществляется в целях повышения их эффективности и достижения целевых показателей.

Для обеспечения эффективной работы в этой области целесооб-разно ре¬шением руководителей платформы и членов экспертного совета разработать Основные положения по управлению правами на РИД в рамках платформы и план мероприятий по их реализации с учетом утвержденной программы стратегического развития.

Система управления правами на РИД должна обеспечить выполнение, в том числе следующих задач (функций):

- содействие созданию, выявлению потенциально охраноспособных РИД, в том числе путем нормативно-методического, информационно-аналитического обеспечения указанной деятельности, в том числе при осуществлении научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ в рамках платформы;
- обеспечение правовой охраны РИД, в том числе выявление потенциально охраноспособных РИД, осуществление соответствующих процедур по обеспечению правовой охраны, поддержанию охранных документов в силе, а также организация учета прав на РИД;

- коммерциализация прав на РИД, в том числе определение перспективных направлений и рынков;

9. Меры в области подготовки и развития научных и инженерно-технических кадров

После аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году всем стало ясно, насколько зависит жизнь народа и даже человечества от уровня образования, компетентности и чувства ответственности людей, принимающих технические решения. Очевидно, что низкий уровень квалификации персонала на промышленных объектах является одним из важнейших факторов риска.

За время, прошедшее с 1986 года было сделано несколько попыток реформировать образование в стране, начиная с периода так называемой перестройки, когда была создана инициированная М.С. Горбачевым Комиссия по реформе образования в СССР под руководством Председателя Государственного комитета СССР по народному образованию, академика Г.А. Ягодина.

В основе этих попыток, при всех своих различиях в социально-экономических и политических условиях, лежит комплексный подход к формированию единой системы непрерывного образования, в рамках которого отдельные ее звенья рассматриваются во взаимосвязи.

Естественно, за более чем 25 лет в системе образования сделано немало. Совершенствуется государственная политика в этой области. Значительные перемены произошли в организации науки и образования.

В целом, завершен переход на двухступенчатую Болонскую систему высшего образования: бакалавриат и магистратура, специалитет оставлен лишь для ограниченного числа образовательных программ.

Воплощена в жизнь идея профильного обучения в старших классах средней школы.

Введены Единые Государственные экзамены.

Приняты стандарты третьего поколения, происходит институциональное развитие инновационной сферы и т.д.

Широкое внедрение вычислительной техники как в учебный процесс, так и во все сферы производства открыло новые возможности для обучения и человеческой деятельности.

Реформирована система средних специальных учебных заведений – колледжей. Некоторые из них связаны договорами с вузами соответствующего профиля, и выпускники колледжа могут продолжить обучение в вузе на последних курсах.

Появились общенаучные факультеты в технических (инженерных) вузах, например, в МГСУ - МИСИ. Кроме того, во многих вузах появились факультеты прикладной математики и программного обеспечения. Специалисты такого профиля также могут довольно легко менять сферу деятельности.

Учреждены исследовательские университеты.

В результате сформировалось устойчивое понимание, что центральную роль в единой системе непрерывного образования должны играть структуры, формирующие положительные обратные связи внутри самой системы, а также между ней и общественным производством (базовые школы, базовые кафедры, научно-образовательные центры и т.п.).

Однако ни одна из реформ не достигла поставленных целей кардинально повысить эффективность образования.

Главная причина неудач состоит, по нашему мнению, в том, что невозможно сформулировать концепцию образования без научно обоснованной концепции развития общества в целом.

До последнего времени не росла доля высокотехнологических отраслей экономики. Ее сырьевой характер еще более закрепился из-за недостаточной объективной мотивации усилий по модернизации страны, обусловленной стабильно удерживающимися высокими ценами на углеводороды.

В результате, существенно понизилась престижность инженерного образования, произошел массовый отток из страны высококвалифицированных кадров.

Наконец, существенно снизился общий уровень и качество образования, в том числе, благодаря увеличению количества мест в ВУЗах за счет вечерних, заочных форм обучения и платных отделений, а также в результате открытия новых негосударственных образовательных учреждений, которые испытывают трудности с комплектованием профессорско-преподавательского состава высокой квалификации. Следствием этого является появление устойчивого тренда деинтеллектуализации, снижения среднего уровня общего развития учащихся.

Открытие негосударственных ВУЗов отражает запрос общества на высшее образование, а примирение его с пониженным качеством такого образования означает только то, что выпускники таких ВУЗов не работают по приобретенной специальности. Открытие прикладных бакалавриатов (4-х летняя подготовка с увеличеенй практической составляющей, ориентированной под конкретные нужды индустрии) в государственных ВУЗах, позволила бы более эффективно использовать молодое поколение как человеческий ресурс для модернизации национальной промышленности.

Среди всего клубка существующих взаимосвязанных проблем есть две ключевые, без решения которых мы не сможем осуществить структурные преобразования экономики, перевод ее на высокотехнологические рельсы.

Речь идет о том, чтобы сократить путь от фундаментальной научной идеи до производства высокотехнологичного товара, востребованного рынком (проблема 1). Это возможно сделать только при наличии высококвалифицированных кадров (проблема 2).

Поскольку важнейшим итогом деятельности любой технологической платформы (далее – ТП), в том числе и ТП КБПЭ, должно стать

формирование условий, обеспечивающих активизацию процессов трансформации инновационных научных идей в востребованные рынком продукты, появляющиеся как результат удовлетворения потребностей производства и общества, то решение проблемы 2 становится условием, необходимым для достижения целей ТП.

Коммуникационный механизм, лежащий в основе ТП, полностью соответствует идеологии систем с обратными связями. Каждый элемент системы, взаимодействуя с каждым другим ее элементом, получает выгоду от такого сотрудничества. Этот механизм, призванный исходно координировать деятельность отраслевых организаций в области разработки, внедрения и стандартизации новых технологий, отлично подходит и для создания образовательных стандартов и программ. ТП становится базой для формирования образовательных программ, в том числе, и с точки зрения их финансирования.

Создание образовательных программ на основе механизма ТП позволит одновременно решить проблему финансирования образования и науки, стандартизацию отраслевого образования и повышения качества образования за счет повышения конкуренции и привлечения специалистов.

Таким образом, на основе механизма технологических платформ осуществляется организация интеграции бизнеса, науки и образования.

ТП в общем должны задавать тренд образованию в направлении востребованности тех или иных профессий , т.к. на данный момент наше образование хотя и перешло на болонскую систему образования, так или иначе носит в себе черты советского образования, соответствующего постиндустриальному развитию страны.

На бытовом уровне у населения есть некоторое сопротивление на переход к новой системе образование, больше всего в виду того, что такой переход не разъяснен и популярно не обоснован, не видны цели такого перехода.

С другой стороны многие получаемые профессии уже не востребованы не только в рамках нашей страны, но и в целом в мире, поэтому технологическими платформами должны также формулироваться востребованности в тех или иных специальностях, на первом этапе как дополнительные специализации в рамках существующих кафедр разных университетах, а дальнейшем возможно и выделение в отдельные направления либо перепрофилирование существующих.

Поскольку именно человеческий фактор значительно влияет на безопасность функционирования промышленных и энергетических объектов, то создание автоматизированных систем принятия решений, на основе комплексных систем мониторинга сложных технических объектов, выявляющих «узкие места» с точки зрения допустимого уровня безопасности этих объектов (связанных, в том числе, и с человеческим фактором), стоит в центре внимания ТП КБПЭ. Результаты функционирования подобных систем позволят сформулировать требования к подготовке новых специалистов и необходимые меры для переподготовки персонала, станут основой для совершенствования действующих и разработки новых профессиональных и образовательных стандартов, профильной и уровневой структуры подготовки специалистов с учетом потребностей бизнеса в сфере деятельности платформы, развитию системы и механизмов непрерывного образования в рамках базовых технологий Платформы: «начальное профессиональное – прикладной или классический бакалавриат – магистратура – повышение квалификации».

Прикладной бакалавриат сможет сократить время подготовки выпускников на технические должности, связанные с управлением сложными технологическими процессами.

Основными направлениями деятельности в сфере подготовки научных и инженерно-технических кадров являются:

Во-первых, содействие организации в научно-исследовательских и федеральных университетах базовых кафедр компаний-участников платформы для целевой подготовки студентов в интересах компании на долгосрочный (5-10 лет) период, привлечение сотрудников предприятий реального сектора экономики к совершенствованию действующих и разработке новых специальных курсов, учебных планов и образовательных программ специализаций направлений бакалавриата, специальностей магистратуры и специалитета, методических и обучающих материалов, систем аттестации, с вовлечением их в педагогическую деятельность, к работе в наблюдательных, научно-технических, ученых советах и аттестационных комиссиях вузов.

Во-вторых, содействие предприятиям-участникам Платформы, в рамках корпоративных систем образования, открытию кафедр вузов, проведению производственных практик, стажировок студентов, преподавателей и сотрудников.

В-третьих, развитие механизмов и поддержка многосторонней кооперации компаний и вузов участников платформы в образовательной сфере, в том числе, по созданию во взаимодействии с инновационными территориальными кластерами региональных учебно-демонстрационных центров, содействие мобильности научных и инженерно-технических кадров организаций-участников платформы.

В-четвертых, создание и организация функционирования системы мониторинга кадрового обеспечения предприятий-участников платформы, а также уровня подготовки их научных и инженерно-технических кадров.

Следует также отметить, что участие Платформы в определении тематики исследований, разработке технических требований к лотам целевых государственных программ и грантам других институтов развития формирует среду для подготовки кадров высшей квалификации, позволяет

поддерживать необходимый уровень инновационной активности в области комплексной безопасности промышленности и энергетики.

Важнейшей стоящей перед ТП КБПЭ задачей является постоянное воспроизводство творческих кадров. Это возможно только при условии обеспечения единства исследовательского и образовательного процесса. Только преподаватель, активно участвующий в творческом научно-техническом процессе, способен подготовить по-настоящему творческую личность и обеспечить ее мотивацию. Использование его опыта, творческого потенциала и результатов исследований непосредственно в учебных программах в рамках созданной системы научно-образовательных центров, обеспечит получение студентами и аспирантами системных знаний, а также формирование компетенций, которые позволят выпускникам без длительной адаптации включиться в инновационный процесс в любой технологической отрасли экономики. Важно, чтобы они были хорошо знакомы с азами предпринимательства, были способны комплексно видеть в проекте, как исследовательскую составляющую, так и возможность довести инновационный проект до практического применения (до коммерциализации), чтобы коммерциализация результатов была для них естественным продолжением исследовательской работы. Восполнить недостающий опыт у студентов и аспирантов вы-страивания инновационных цепочек и привлечения инвестиций для создания start-up могут только преподаватели сами активно участвующие как в исследовательском процессе, так и в процессе коммерциализации

В свою очередь, постоянное общение со студентами, своими ученика-ми позволит исследователю лучше осмыслить результаты своего труда, станет дополнительным источником творческой активности самого преподавателя.

В плане реализации так необходимого для активизации инновационного процесса единства исследовательского и образовательного процессов важную роль должны сыграть научно-образовательные центры (далее –

НОЦ). В рамках ТП КБПЭ уже действует НОЦ ядерных технологий, радиационной и экологической безопасности при Дальневосточном федеральном университете (г. Владивосток), подписано соглашение о создании НОЦ комплексной безопасности зданий и сооружений при Уральском федеральном университете (г. Екатеринбург). В рамках этих центров реализуется партнерство между государством и бизнесом: государство создает матери-ально-техническую базу этих центров, а бизнес выступает заказчиком как научно-технических работ, так и научно-технических кадров. В результате возникает рыночная востребованность научно-технических кадров, утерянная в результате существенного сужения государственного финансирования. Производители в России получают реальные сигналы способности научно-технического комплекса «производить инновации», что постепенно повысит спрос на них.

Главные элементы деятельности Центра, обеспечивающие решение задач интеграции с бизнесом будут реализованы следующим образом:

- структура НОЦ предполагает совместное участие в исследовательской и образовательной деятельности ученых и специалистов из ведущих исследовательских центров, обладающих огромным опытом в проведении исследований в рамках инновационных цепочек. Это создает благоприятную среду исследований и разработок.
- создание и поддержание коммуникационной среды: еже-годные научные школы для подведения итогов деятельности Центра, а также утверждения планов исследовательской и образовательной деятельности на следующий год по всем направлениям; специализированные workshops по отдельным проектам; школы молодых ученых и студенческие школы; участие в научно-технических конференциях по тематике Центра; научные поездки для проведения совместных работ; стажировки для аспирантов.

Перечисленные выше коммуникационные мероприятия создают максимально комфортные условия для вовлеченности в инновационный процесс молодых ученых, магистрантов и аспирантов на всех этапах «внедренческой» цепочки, включая стадию оформления интеллектуальной собственности и коммерциализации, не говоря уже о том, что общение ученых повышает эффективность самого исследовательского процесса.

Важное место в образовательной деятельности НОЦ призвана занять модернизация образовательных программ. Этому также будет способствовать подготовка новых образовательных программ по всей тематике НОЦ и чтение силами его сотрудников в их рамках новых курсов.

Модернизация существующих и создание новых образовательных программ может быть осуществлена за счет внедрения программ подготовки и повышения квалификации отраслевых систем дополнительного профессионального образования, которые наиболее близки к требованиям промышленности, и, соответственно, будут снижать время подготовки выпускников ВУЗов, на должность.

В дальнейшем созданный образовательный комплекс может стать основой для подготовки менеджерских кадров, обеспечивающих управление комплексной безопасностью сложными инженерными системами промышленности и энергетики. Кадровым ядром, реализующим эту задачу, станут делегированные НОЦ и/или привлеченные с рынка (и прошедшие в Центре переподготовку) профессора и преподаватели.

Для образовательных программ могут быть разработаны и читаться профессорами и специалистами организаций-участников курсы, могут быть встроены в образовательную программу, как в модульном режиме, так и on-line, научные школы для студентов на территории вузов-партнеров. Вместе с перечисленными выше мероприятиями это создаст максимально комфортные условия для вовлеченности в инновационный процесс молодых ученых, магистрантов и аспирантов на всех этапах «внедренческой» цепочки,

включая стадию оформления интеллектуальной собственности и коммерциализации, не говоря уже о том, что общение ученых повышает эффективность самого исследовательского процесса. Единство исследовательского и образовательного процесса должно обеспечить постоянное воспроизводство творческих кадров.

Участвующие в деятельности НОЦ исследователи, студенты и аспиранты будут вовлекаться в корпоративную культуру и предпринимательскую среду, станут носителями формируемого подхода и, своего рода, агентами его влияния, а планируемая ежегодная Конференция по перспективным технологиям моделирования и управления жизненным циклом объектов с участием международный экспертов позволит привлечь внимание к комплексной безопасности промышленности и энергетики, расширить интеграцию с другими НОЦ. Это, в свою очередь, поддерживает и ускоряет процесс передачи технологий из Центра потребителю.

В рамках НОЦ должны получить развитие инновационные коммуникативные методы. Учебные проекты и каждая деловая игра могут развивать одновременно несколько различных компетенций и объединять различные дисциплины, такие как, например, MultiD-проектирование, анализ рисков, инженерия требований. Спецификой является также то, что во всех проектах и играх будет в значительной степени присутствовать элемент командной работы и развиваться соответствующая компетенция. И учебные проекты, и деловые игры будут внедряться как элементы, предназначенные для развития и применения одновременно инженерных и управленческих знаний, умений и навыков.

Наконец, принцип стратегического планирования и проектного управления, как главенствующий принцип организации деятельности НОЦ, наряду с перечисленными, является важнейшим фактором, формирующим культуру инноваций, которая также создает комфортную среду для

подготовки молодых кадров, способных влиять на процессы трансформации инновационных идей в востребованные на рынке продукты.

Долгосрочные социально - экономические последствия результатов деятельности НОЦ для Российской Федерации наряду с перечисленными выше результатами образовательной деятельности состоят в повышении безопасности и предсказуемости для населения и территорий (с точки зрения охраны окружающей среды) функционирования объектов промышленности и энергетики.

При правильном планировании R&D действующий НОЦ ядерных технологий, радиационной и экологической безопасности выходит за рамки чисто ядерной энергетики, тем самым являясь методологической основой для анализа и управления рисками любых сложных критически опасных технических систем. Распространение разработанных методов и инструментов для решения задач повышения комплексной безопасности промышленных и энергетических объектов повысит в долгосрочной перспективе инвестиционную привлекательность компаний, владеющих этими объектами, поскольку выполнение обязательных технических требований увеличит их капитализацию и будет стимулировать их технологическую модернизацию.

Лежащий в основе развиваемого подхода современный анализ рисков (risk analysis) и управления рисками (risk management) на протяжении жизненного цикла промышленных и энергетических объектов, являются методологической основой для исследовательской деятельности и станут методическим базисом формируемого образовательного комплекса для подготовки, как исследователей, так и инженеров - исследователей для отраслей с длинными производственными цепочками.

Особое место в методологии НОЦ может занять разрабатываемый в соответствии с рекомендацией Государственной корпорации «Росатом» при содействии ИБРАЭ РАН проект экологического мониторинга по аналогии с

лабораторией МАГАТЭ в Монако. Проект ДВФУ предусматривает не только объединение усилий научного сообщества, федеральных и муниципальных структур, бизнеса, но и широкое вовлечение общественности в мониторинг экологической обстановки, прогнозирование ситуаций и реагирование на техногенные и природные катастрофы. Такая сеть могла бы стать и своеобразным «народным контролем» по мониторингу экологической обстановки в непосредственной близости от техногенно опасных предприятий и производств. В консолидации с проектом «Народный мониторинг» (www.narodmon.ru) появляется возможность сбора данных широкого спектра датчиков и устройств, собранных или приобретенных заинтересованными гражданами за свой счет. Такой подход повышает одновременно и надежность, и оперативность, и географический охват данных при одновременной существенной экономии затрат на ее развертывание. Кроме того, простота изготовления устройств позволяет участвовать в проекте людям любого возраста – от школьника до пенсионера. Первая группа, в свою очередь, формирует резерв для поступления в вузы на технические специальности. С использование такого краудсорсингового (от слов крауд – народ и сорс – источник) подхода появляется возможность формирования сначала региональных, а затем и международных волонтерских команд для участия в мероприятиях по предупреждению/эвакуации населения, ликвидации последствий аварий и катастроф и т.д. Несомненно, для успеха проекта необходима прак-тическая заинтересованность и содействие региональных властей и феде-ральных структур, отвечающих за профилактику и ликвидацию такого рода происшествий. Готовность участия в подобных проектах подтвердили ведущие специализированные организации России, вузы и т.д., а также выразили заинтересованность во взаимодействии представители ряда стран АТР – Китая, Японии, Вьетнама и др.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Интегрированная система управления и обеспечения безопасности жизнедеятельности территории (ИСУБЖ)

Интегрированная система управления и обеспечения безопасности жизнедеятельности территории (ИСУБЖ)

Основные положения концепции

ООО «Корпоративные электронные системы» («КЭЛС-центр»)

От «Безопасного города» к безопасности жизнедеятельности

Проблемные места «Безопасного города» (по мнению МВК)

- разрабатываемые сегменты комплексов функционально не согласованы и направлены на решение задач различных ведомств федерального и регионального уровня
- отсутствует системный комплексный подход и общесистемное управление процессом создания комплексов на межведомственном, межмуниципальном и региональном уровнях
- функции комплексов и проводимые мероприятия дублируются, что приводит к нерациональному использованию бюджетных средств
- при создании элементов комплексов применяются различные технические решения и несовместимые протоколы обмена информацией, что препятствует информационной интеграции составляющих подсистем
- отсутствуют единые стандарты изготовления технических средств, затрудняющие их промышленное производство на базе отечественных предприятий
- разрабатываемые решения в большей степени ориентированы на борьбу с последствиями ЧС, а не на профилактику и раннее обнаружение угроз безопасности

3

Устойчивое развитие территории

Элементы современного понятия безопасности

4

Аспекты безопасности жизнедея-тельности

Уровни управления безопасностью жизнедеятельности

5

- Уровень руководителя территории
- Уровень органов исполнительной власти (комитетов, департаментов) территории
- Уровень ДДС служб и объектов
- Уровень интеллектуальных датчиков и исполнительных устройств

Ключевые подходы к созданию ИСУБЖ

6

- Глобальная цель – повышение степени БЖ, включающее:
  - Повышение степени защищенности
  - Повышение комфортности среды обитания
  - Повышение эффективности использования ресурсов
- Но:
  - Повышение степени БЖ – процесс бесконечный, как и ремонт (завершить невозможно, можно только прекратить). Поэтому необходимо в каждый момент времени ставить локальные цели, зависящие от текущей ситуации на территории
  - Три составляющих БЖ конфликтуют друг с другом, поэтому в каждый момент времени необходимо соблюдение баланса между ними
- Необходимо рассмотрение БЖ как процесса управления территорией
- Необходим комплексный подход и построение ИСУБЖ:
  - Единый подход к БЖ и ее составляющим, который позволит соблюсти баланс между ними
  - Учет всех аспектов БЖ и взаимовлияния между ними
  - Учет всех уровней принятия решений по БЖ

Основные принципы ИСУБЖ

7

1. Поддержка основных инструментов управления территорией:
   - Обеспечение функционирования территории:
     - Сбор всей информации по текущему состоянию любой инфраструктуры
     - Контроль наличия угроз БЖ (общественных, природных, экологических и т.д.)
     - Сбор обращений населения
     - Сбор информации о наличии и готовности сил и средств для ликвидации ЧС
     - Поддержка принятия решений по обеспечению текущего функционирования
     - Поддержка принятия решений по ликвидации ЧС
     - Доведение принятых решений до исполнителей и организация взаимодействия между ними
   - Развитие территории:
     - Целеполагание
     - Учет имеющихся у территории ресурсов, в том числе природных
     - Планирование мероприятий с учетом мнения населения и бизнеса и имеющихся ресурсов
     - Контроль выполнения мероприятий
     - Формирование корректирующих и предупреждающих воздействий
   - Оказание услуг населению и бизнесу
     - Оказание государственных услуг
     - Выявление потребностей в прочих услугах
     - Предоставление площадки для оказания прочих услуг

8

Основные принципы ИСУБЖ (2)

2. Население и бизнес являются активными участниками процесса:
   - Сбор информации
   - Формирование обращений
   - Участие в принятии решений по развитию территории (формирование предложений, оценка принимаемых решений, обратная связь)
   - Запрос, предоставление и пользование услугами. Т.е. предоставляемые сервисы могут быть «частными», а не государственными. Это обеспечит гибкость подхода при формировании комфортной среды обитания

9

Основные принципы ИСУБЖ (3)

3. Охват управления всеми аспектами БЖ и всех органов исполнительной власти, включая организацию оперативного взаимодействия между ними. Достижение договоренности между органами исполнительной власти Курской области, а также органами федерального подчинения

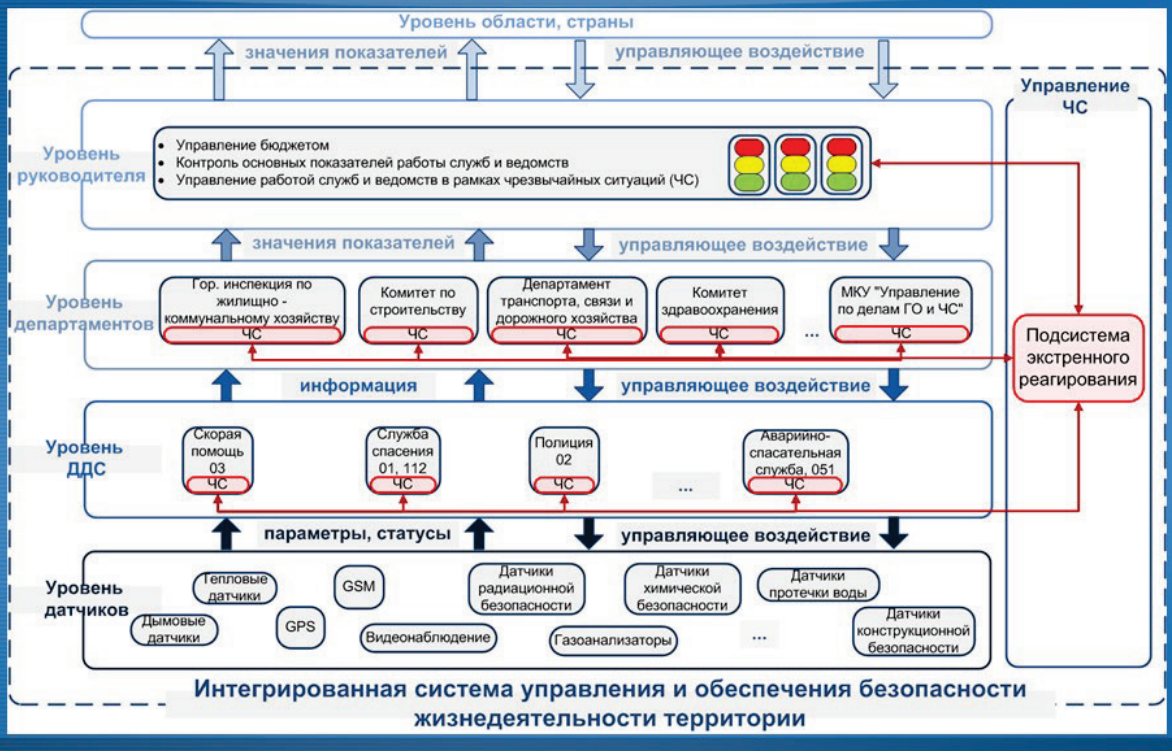
4. Охват всех уровней принятия решений, включая организацию оперативного взаимодействия между ними

5. Создание единого центра управления территорией – ситуационного центра руководителя территории

6. Создание единой ДДС территории

10

Структура ИСУБЖ



11

Принципы построения ИСУБЖ

- Общие вопросы:
  - Интеграция всех существующих систем.
  - Создание систем там, где их еще нет.
  - Связь с федеральными системами БЖ.
  - Использование принципа «Программное обеспечение как услуга» (операторская модель предоставления услуг)
  - Открытость системы для подключения новых систем, представленных в виде сервисов

12

Принципы построения ИСУБЖ (2)

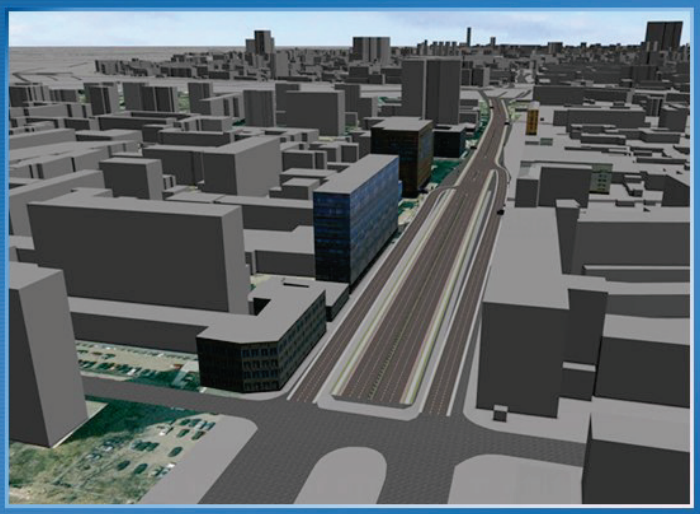
- Методические вопросы:
  - Единая модель управления территорией:
    - Интегрированные показатели БЖ (начиная со значений показателей датчиков и заканчивая интегрированными показателями для руководителя территории), при этом показатели различных аспектов БЖ должны быть взаимосвязаны (при необходимости).
    - Единые регламенты управления территорией и реагирования на обращения населения и ЧС.
  - Единые данные для управления территорией, которыми пользуются все участники, включая т.н. «открытые данные». Создание единой информационной модели территории.

13

Единая информационная модель территории

Единая информационная модель территории позволяет отображать и контролировать различные объекты, такие как здания и сооружения, подземные и наземные инженерные коммуникации, датчики и видеокамеры, объекты систем спутниковой навигации и т.д.

- объекты модели территории могут иметь различную степень детализации
- технология дополненной виртуальной реальности
- использование единой модели территории на всех уровнях управления ИСУБЖ



14

Принципы построения ИСУБЖ (3)

- Технические вопросы:
  - Реализация функционала СЦ руководителя территории.
  - Реализация функционала ЕДДС.
  - Реализация платформы для предоставления услуг населению и бизнесу.
  - Применение интеграционной платформы, желательно с открытым кодом.
  - Применение стандартных механизмов обмена данными.
  - Применение ГИС-технологий и других современных средств визуализации для отображения информации (в том числе, технических средств). Особенно – при создании ситуационного центра руководителя территории и ЕДДС.
  - Наличие средств анализа и прогнозирования обстановки.
  - Применение интеллектуальных датчиков и активных управляющих устройств.

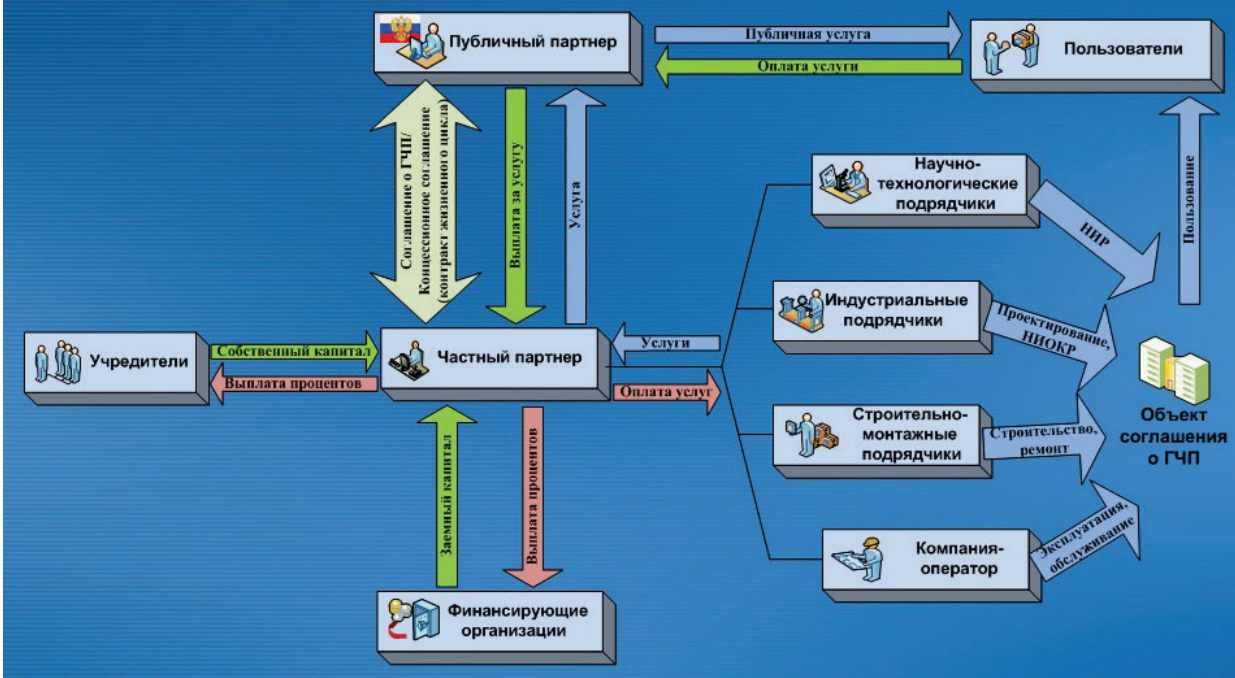
15

Принципы построения ИСУБЖ (4)

- Организационные вопросы
  - Использование механизма ГЧП (создание оператора ИСУБЖ)
  - Привлечение частного бизнеса и населения для создания сервисов
  - Создание «оператора данных»

16

Использование механизмов ГЧП



17

Ограничения и существенные условия реализации

- Нормативно-правовая база для ГЧП
- Телекоммуникационная и инженерная инфраструктура
- Межведомственное взаимодействие
- Исходная подготовка и актуализация данных

18

Этапы и источники финансирования

- НИОКР (2014 год)
  - Концепция, реализация прототипа ИСУБЖ в пилотной зоне (Курск), подготовка бизнес-плана для инвесторов
  - Финансирование: ФЦП; городской, областной бюджеты; МВК по Безопасному городу; собственные средства исполнителей
- Внедрение (2015-2017)
  - Создание оператора в рамках ГЧП, реализация ИСУБЖ в полном объеме в Курской области
  - Финансирование: инвесторы; городской, областной бюджеты; МВК по Безопасному городу
- Эксплуатация (2016+)
  - Возврат инвестиционных средств

19

План ближайших работ

- **Завершение формирования межведомственной рабочей группы: апрель 2014**
- **Доработка концепции и утверждение ее экспертным советом технологической платформы: май 2014**
- **Получение финансирования из ФЦП «ИР»: май 2014**
- **Организация финансирования на 2014 год: май 2014**
  - **Подготовка документации для получения финансирования из федерального бюджета (МВК)**
  - **Подготовка документации для получения финансирования на 2014 год из городского бюджета**
  - **Подготовка документации для получения финансирования на 2014 год из областного бюджета**
- **Подготовка бизнес-плана для инвесторов: сентябрь 2014**
  - **Проработка вопросов о текущей ситуации в части информационных систем и нормативно-правового поля в части ГЧП: июнь 2014**
- **Разработка и издание нормативно-правовых актов в части ГЧП: декабрь 2014**
- **Получение финансирования от инвестора: декабрь 2014**
- **Реализация прототипа ИСУБЖ: декабрь 2014**

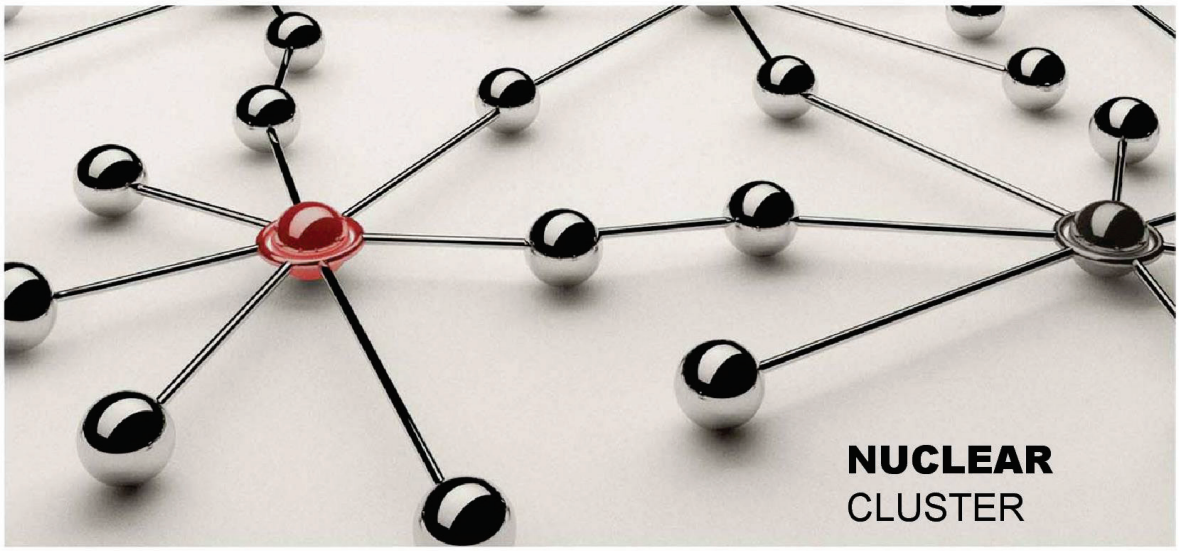
20

Основные предложения в проект решения

- Принять к сведению доклад С.В. Сумарокова «Об основных положениях концепции Интегрированной системы управления и обеспечения безопасности жизнедеятельности территории». Одобрить предложенный подход с учетом высказанных на совещании замечаний и предложений. Принять за основу при создании ИСУБЖ Курской области предложенные в концепции подходы
- Одобрить представленную ТП КБПЭ Дорожную карту по созданию ИСУБЖ для Курской области и принять за основу для организации работ. Обеспечить реализацию мероприятий в соответствии с ДК. Контроль исполнения ДК осуществлять не реже чем один раз в месяц на совещании межведомственной рабочей группы под председательством Заместителя губернатора Курской области

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Создание опытно-промышленного образца установки лазерно-плазменного нанесения сверхтвёрдых покрытий и модификации поверхности металлов и сплавов и сервиса по нанесению покрытий для российской промышленности

Оптогард Нанотех



ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА СВЕРХТВЕРДЫХ ПОКРЫТИЙ И МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ

- **Эффективные лазерно-плазменные технологии для повышения прочности и долговечности как новых, так и вновь восстанавливаемых ответственных деталей машин и механизмов**
- **Лазерно-плазменная модификация поверхности металлов с образованием сверхтвердого верхнего слоя и твердого подслоя с уникальной структурой**
- **Лазерно-плазменный синтез сверхтвердых покрытий с заданными характеристиками**

ПРОБЛЕМАТИКА

3-5% ВВП
Затраты на преодоление износа поверхностей, вызванным трением

Неисчисляемы
Затраты на преодоление коррозийного разрушения поверхностей

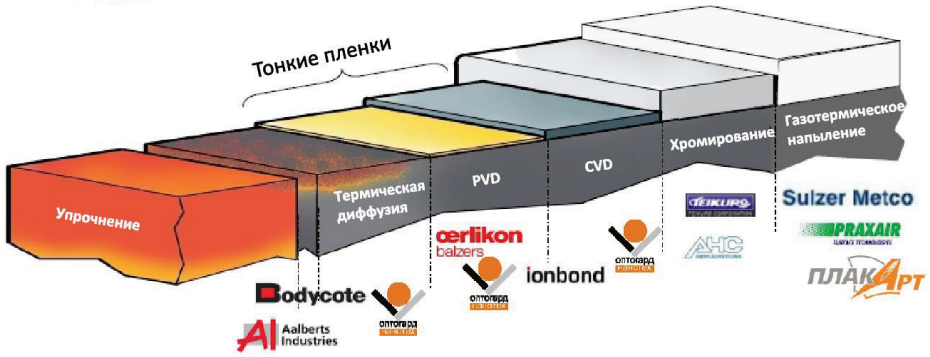
Методы снижения затрат:

- **Повышение надежности продукции**
- **Увеличение срока эксплуатации**
- **Снижение себестоимости**
- **Реновация старых деталей до уровня новых**

Важнейшие характеристики повышения конкурентоспособности изделий, выпускаемых в промышленных масштабах

3

ИНЖИНИРИНГ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ



Источник: Oerlikon Balzers, Оптогард

- Управление свойствами (упрочнение) изделий целиком (весь объем)
- Массовое производство на начальном переделе

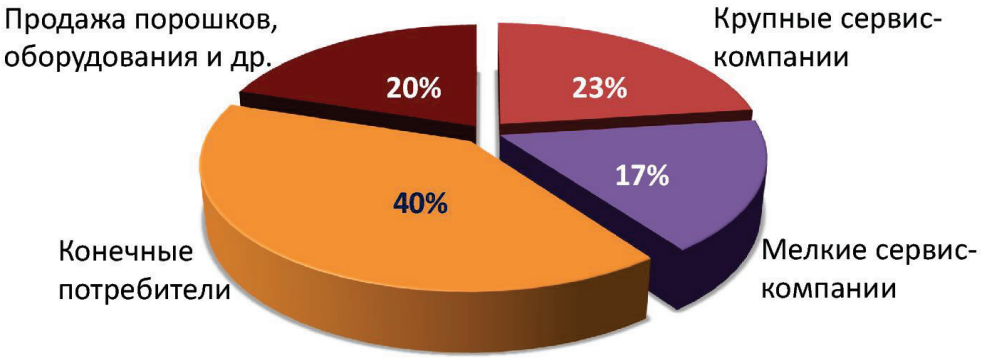
- Управление поверхностными свойствами, создание функциональных пленок: упрочнение, повышение износостойкости, снижение коэф. трения, коррозионная и химическая защита
- Обработка готовых деталей и компонент, как правило, партиями у третьих лиц (сервис)

- Обработка конструкций и компонент с целью создания термобарьера и защиты от внешних воздействий (коррозия и т.п.), требуется постобработка
- Относительно дешевое оборудование

4

РЫНОК ПОКРЫТИЙ

Глобальный рынок покрытий - $30 млрд.



PPG Industries, DuPont, Bodycote, Praxair, Oerlikon Balzers, Ionbond IHI Group, AkzoNobel, BASF, Hauzer Techno Coating, Sulzer, Плакарт

5

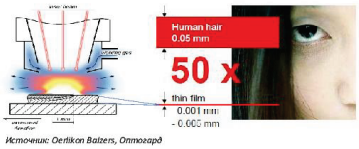
РЫНОК ПОКРЫТИЙ

Глобальный рынок керамических покрытий - $9,5 млрд. к 2019 г. (7,5% в год)

- **Основные сегменты, формирующие спрос – машиностроение, авиа- и автомобилестроение;**
- **Рынок полупроводников и LCD – один из важных растущих сегментов;**
- **Северная Америка, Европа и Азия – 90% рынка;**
- **Бизнес-модели:**
  - Внешний сервис-провайдер (40% рынка), доп. логистика;
  - Обработка на месте у заказчика;
  - Поставка оборудования, обработка партий (внутренняя логистика).

6

ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИИ ОПТОГАРД НАНОТЕХ



Источник: Oerlikon Balzers, Оптогард

- Уникальная высокоскоростная (100 кв.см./сек) технология химического осаждения тонких пленок и модификации (упрочнения) поверхности в приповерхностной плазме;
- Безвакуумная технология, отсутствие геометрических ограничений, точечное кратковременное воздействие на поверхность температуры 400-600 С., встраиваемость в поточный технологических процесс.

Основные преимущества

➢ Синтез покрытий и модификация поверхностей металлов происходит **при атмосферном давлении**;

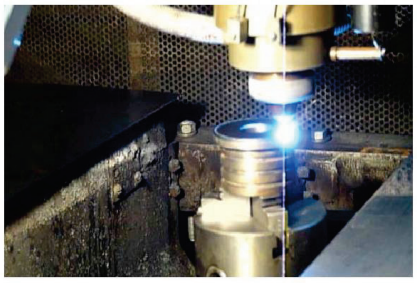
➢ В **7-10 раз выше** производительность, чем у традиционных методов упрочнения (закалки);

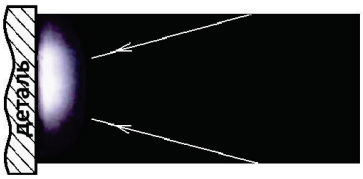
➢ Себестоимость **на порядки ниже** стоимости обработки традиционными методами;

➢ Характеристики покрытий, недостижимые традиционными методами, в том числе при соблюдении пропорций производительность – качество – себестоимость.

7

ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ:





Высокопроизводительная (до ~10 $см^2$/сек на кВт мощности лазера) обработка:

➢ чугунов;

➢ сталей;

➢ титановых сплавов

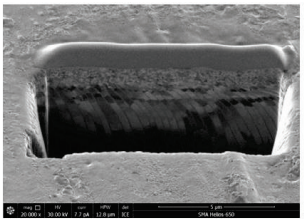
с образованием высокотвердых (10-20ГПа) сверхпластичных наноструктур, для многократного (до 7-10 раз) увеличения износостойкости и ресурса деталей и металлоконструкций.

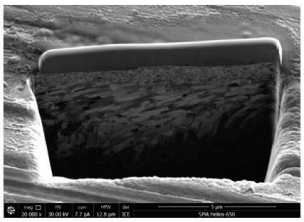
8

ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ:

Модификация (упрочнение) поверхности

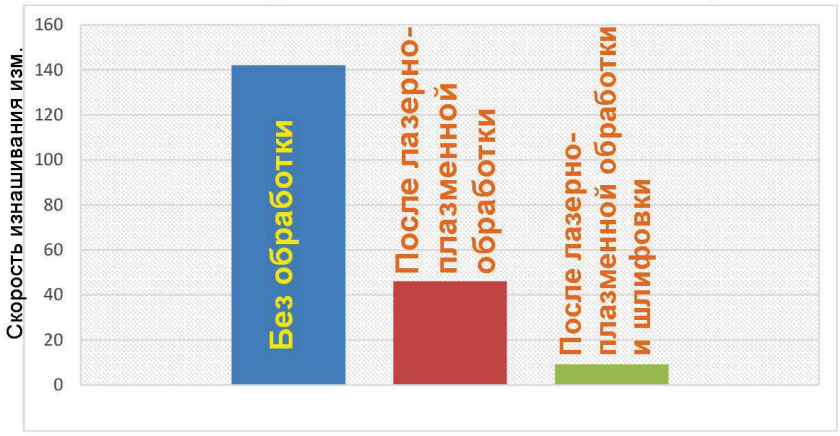
- В основе процесса – локальная нитридизация;
- Слой упрочнения 100-20 мкм с модифицированным слоем 1-2 мкм.;
- Применимость для сталей, чугунов и титановых сплавов;
- Образование высокотвердых (10-20ГПа) сверхпластичных наноструктур;
- Скорость в 5-6 раз выше, чем у сравнимой технологии лазерной закалки при кратном преимуществе по стоимости;





ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ:

Влияние лазерно-плазменной обработки (ЛПО) и состояния поверхности на изнашивание образцов



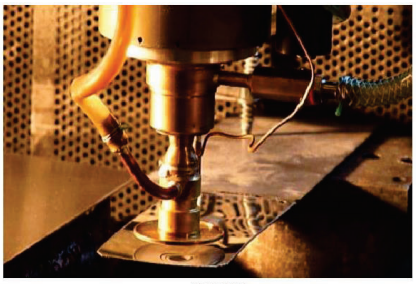
ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ:

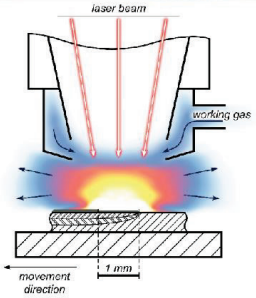
Показатели микротвердости ДО и ПОСЛЕ лазерно-плазменной модификации:

Материал	Микротвердость		Результат
	ДО обработки	ПОСЛЕ обработки	
Чугун СЧ-25	≈ 3,6 Гпа	≈ 10-12 Гпа	Увеличение ≈ в 3 раза
Титан ВТ-1	≈ 2,4 Гпа	≈ 12 Гпа	Увеличение ≈ в 5 раз
Сталь 65 Г	≈ 3,6 ГПа	≈ 8,2 ГПа	Увеличение ≈ в 2,3 раза
Сталь У8	≈ 4,6 ГПа	≈ 9,6 ГПа	Увеличение ≈ в 2,1 раза
Сталь 40ХНМС	≈ 3,7 ГПа	≈ 15 ГПа	Увеличение ≈ в 4 раза

11

ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА СВЕРХТВЕРДЫХ ПОКРЫТИЙ





Лазерно-плазменный синтез сверхтвердых покрытий

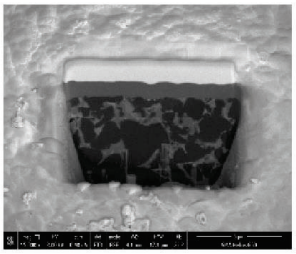
Технологии синтеза сверхтвердых (**20-40 ГПа**), стойких к высокотемпературному (**800-1700°С**) окислению, нанокомпозитных покрытий с карбонитридами кремния и (или) бора на металлах для защитных и антифрикционных покрытий, оборудования для нефтедобычи и переработки, режущего, штамповочного инструмента и металлоконструкций.

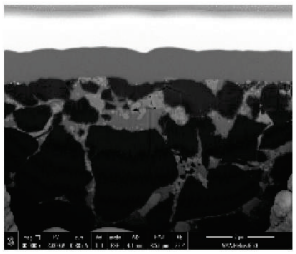
12

ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА СВЕРХТВЕРДЫХ ПОКРЫТИЙ

Синтез сверхтвердых покрытий

- Тонкие (2 мкм+) пленки на любой основе. Уже полученные пленки – SiCN, BCN;
- Нанесение без предварительной подготовки;
- Микротвердость HV 2500-3000;
- Химическая нейтральность к агрессивной среде;
- Однородная структура, с идеальной адгезией (5B, ASTM) и шероховатостью (0,03 мкм) и высокой текучестью;
- Температура окисления – 1800С;
- Кратное преимущество по стоимости относительно PVD/CVD технологии;
- Скорость синтеза до 100 см^2 в секунду.





13

КОНКУРЕНТНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ ОПТОГАРД НАНОТЕХ

Рост рынка 7,5% CAGR

- Увеличение надежности и производительност и оборудования и инструмента
- Уменьшение износа и трения
- Увеличение гибкости производства
- Увеличение сфер применений покрытий
- Переход на экологически чистые и экономичные технологии покрытий

Группа клиентов	Конкурентное предложение Оптогард Нанотех
Центры по оказанию услуг (Orlikon Balzers, Praxair, Bodycote, Плакарт) **ПРОДАЖА ОБОРУДОВАНИЯ**	• Увеличение гибкости в работе с клиентами: поточное производство покрытий вместо производства по партиям (PVD/CVD)); • Уменьшение капитальных и текущих затрат: а) множество различных покрытий и упрочнение в рамках одного технологического оборудования и цикла; б) отсутствие вакуумных установок и их обслуживания; в) пониженные требования к обслуживающему персоналу; г) экология;
Производители инструмента, компонент и оборудования **ПРОДАЖА ОБОРУДОВАНИЯ** **ОКАЗАНИЕ УСЛУГ**	• Снижение затрат производства: снижение требований к материалам, уменьшение запасов и производственного цикла за счет встраивание ЛПТ технологии в собственную цепочку; • Повышение гибкости производства за счет исключения из цепочки внешнего сервис-провайдера (нанесение покрытий); • Получение доступа к высококачественным покрытиям (PVD/CVD качества), которые ранее были недоступны: большая геометрия, специальные сплавы и т.п.; • Кратное снижение стоимости покрытий;
Конечные потребители оборудования (Shell, BP, Транснефть)	• Улучшение операционных показателей за счет качества новых покрытий: увеличение производительности, уменьшение износа и, как следствие, полезного срока жизни оборудования и межремонтного интервала;

14

КОНКУРЕНТНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ ОПТОГАРД НАНОТЕХ

Общая информация

- ООО Оптогард Нанотех основано в 2011 г. Команда двух институтов СО РАН;
- Одно из 100 лучших изобретений России (2011 г.). 2 действующих патента РФ;
- Выручка 2013-14 гг.: 15 млн. руб.;
- Действующая установка, подтверждающая технологию;

Подтверждение характеристик

- Действующий контракт (спец. тематика);
- Испытания режущего промышленного инструмента (совместно с Микробор);
- Испытание медицинского инструмента (Медтехника);
- Испытания дизельных двигателей (эффективность и расход масла);
- Начало работ с SHELL, Транснефть и Trustpipe;

Команда Оптогард Нанотех

- **Павел Смирнов**, основной идеолог проекта и генеральный директор, опыт более 10 лет в управлении собственным бизнесом (недвижимость, бронирование автомобилей);
- **Сергей Багаев** – академик РАН РФ, научный лидер;
- **Геннадий Грачев** – технический руководитель, организатор научно-технической части проекта;
- **Максим Киселев** – ментор по развитию бизнеса;

Потенциальные клиенты

Трансмашхолдинг, Транснефть, Медтехника, РЖД Российские железные дороги, ОМЗ Объединенные машиностроительные заводы, Shell, Новосибирский инструментальный завод, microbor

СТРАТЕГИЯ ВЫХОДА НА РЫНОК

	1 год	2 год	4-5 годы
Двигатели/ автомобилестроение	**Испытания** Shell, Медтехника, Коломенский завод, Транснефть, Новосибирский инструментальный завод, Trustpipe	Коломенский завод	АВТОВАЗ, Magna
Промышленный инструмент		Новосибирский и Свердловский инструментальный	ISCAR, Sandick
Нефтегазовое оборудование		Борец, Алнас, Пензтяжпромарматура, Гусар	Flowserve, Shlumberger
Прочее		Медтехника, Trusypipe	Микроэлектроника, Альтернативная энергетика
Оказание услуг	-	Оказание услуг на первой установке (10% мощности)	Запуск двух собственных центров
Поставка оборудования и технологии	Подписание договора на поставку первой установки	Поставка первой установки	Выход на продажи 5-10 установок в год

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИМЕРЫ ИНВЕСТИЦИЙ

SULZER Sulzer Metco — Лидер в области порошков и технологии газотермического напыления (выручка 690 млн. франков) был куплен **Oerlikon Group** в 2014 г. за 1 млрд. франков (мультипликатор 1,45 к выручке);

VST Keller — Компания-разработчик технологии пульсирующей плазменной диффузии (PPDTM) и обладающая портфелем клиентов в области автомобилестроения была куплена **Oerlikon Group** в 2007 г.;

Hauzer TECHNO COATING / ionbond — Лидер технологии PVD и одна из сетей центров по нанесению покрытий были куплены японским промышленным конгломератом **IHI GROUP** в 2012 г.

Венчурные инвестиции

DIAMONDHARDSURFACES — Алмазные покрытия для износостойкости. Венчурный фонд **E6 Ventures** (подразделение **De Beers**), 2008 г.

Hardide Coatings — «Толстые» CVD покрытия. Инвестиция **Oxford Capital Partners** в 2000 г. Проведено IPO в 2005 г.

naco — Разработчик технологии высокоскоростного магнетронного плазменного напыления. Инвестиция Imprimatur **Capital Technology Venture Fund** и **ZGI Nano** в 2011 г.

Рыночные мультипликаторы

EV/EBITDA, средн.	*10,5*
Oerlikon	7,09
Bodycote	12,7
Praxair	12,2
Aalberts Industry	10,0
EV/Revenue HARDIDE	8,7

СЕГМЕНТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Определены рабочей группой (ОАО «ВНИИЖТ», ИЛФ СО РАН, ООО «Оптогард Нанотех»), созданной по результатам одобрения проекта ОУС ОАО «РЖД» 25.10.2012 г.:

- **Упрочнение поверхностей деталей двигателей и трансмиссий локомотивов, применяемое в ремонтных работах;**
- **Восстановление износа и упрочнение трущихся поверхностей гребней колесных пар с целью наиболее оптимального выбора взаимоувязанных профилей колес и рельсов;**
- **Нанесение износостойких и сверхтвердых/ударопрочных покрытий на поверхности деталей в узлах трения и режущем инструменте, направленное на модернизацию ремонтной базы колесных пар, локомотивов, рельсов и других деталей с целью увеличения их межремонтного ресурса.**

СЕГМЕНТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Перспективные направления работ по применению лазерно-плазменных технологий для нужд ОАО «РЖД»

- Предотвращение изломов боковых рам с уделением особого внимания к повышению качества литых деталей тележек грузовых вагонов, а также трущихся поверхностей с целью повышения надежности изделий и сокращения протяженности гарантийных плеч обслуживания;
- Разработка технологии ремонтов пути с использованием современных материалов верхнего строения пути, машин и механизмов с целью упрочнения, шлифовки, сварки рельсовых стыков (по возможности) и взаимоувязки профилей колеса и рельса (в том числе в области высокоскоростного и скоростного движения);
- Повышение износостойкости колес и рельсов (в том числе рельсовых скреплений) для обеспечения стойкости к повышенным нагрузкам при движении поездов повышенной длины и веса на участках со сложным профилем пути в режимах тяги и торможения;

СЕГМЕНТ НЕФТЕГАЗОВОГО РЫНКА

Основная проблематика отрасли

- Главная задача – увеличение ресурса материалоемкого оборудования , увеличение межремонтных интервалов;
- Вынос кварцевого песка (60% отказов);
- Солеотложение (30% отказов);
- Коррозия (80% отказов);

Целевые сегменты оборудования

- Установки электроцентробежных насосов (УЭЦН):
  - Элекродвигатель;
  - Протектор;
  - Насосно-компрессорные трубы;
  - Рабочие колеса;
- Задвижки трубопрододной арматуры;

Преимущества ЛПТ

- Синтез керамических покрытий (SiCN, BCN);
- Противодействие отложению солей за счет низкой шероховатости (0,03 мкм);
- Стойкость поверхности – за счет идеальной адгезии (5B ASTM) и низкой пористости, а также высокой микротвердости (HV 3000) – сопротивление воздействию кварцевого песка;

Потенциальные клиенты

- УЭЦН (рынок – 29 млрд. руб./год)
  - Борец, Новомет, Алнас, Ижнефтепласт, Алмаз, Алнас, Бугульминский электронасос. завод;
- Арматура
  - Тяжпромарматура, Муромский завод трубопроводной арматуры, Армагус, Сенсор, ПТПА ;

Текущие контакты: SHELL, ТРАНСНЕФТЬ

21

СЕГМЕНТ ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И ОБОРУДОВАНИЯ

Основная проблематика отрасли

- Покрытия составляют 10-15% стоимости инструмента (70-90% от всего рынка);
- Задачи увеличения срока службы, увеличение допустимой скорости работы, уменьшение шероховатости;
- Высокая микротвердость и износостойкость – основные параметры покрытий;

Целевые сегменты

- Режущий инструмент (пластины, ножи и т.п.);
- Штампы;
- Фрезерный и сверлильный инструмент;
- Протяжки;
- Поверхности скольжения (станина станка, кольца, пластины износа);

Преимущества ЛПТ

- Синтез керамических покрытий (SiCN, BCN);
- Высокая температура оксидации (до 1800С) – увеличенная скорость обработки;
- Низкая шероховатость (0,03 мкм) – отсутствие наклепа (легкость реза) и обработка микроинструмента;
- Стойкость поверхности – за счет идеальной адгезии (5B ASTM), определяет долговечность инструмента;

Потенциальные клиенты

- Новосибирский инструментальный завод, Свердловский инструментальный завод, Кировский завод, ОМЗ;
- ISCAR, SANDVIK, BIG Kaiser, SCHUNK, The Walter, BENZ, KOMA Precision

Текущие контакты: Новосибирский инструментальный завод, Микробор;

22

СЕГМЕНТ ДВИГАТЕЛЕ- И АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ

Основная проблематика отрасли

- Высокие стандарты эффективности и экологичности;
- Основная проблема – последствия взаимодействия пар трения в двигателях , трансмиссиях и т.п.;
- Высокая температура эксплуатации и коррозионное воздействие;
- Цель: повышение надежности и долговечности механизмов;

Целевые сегменты

- Гильзы цилиндров двигателей;
- Поршни и поршневые кольца;
- Детали трансмиссии и двигателей;
- Тормозная система;

Преимущества ЛПТ

- Покрытия (SiCN, BCN) и модификации поверхности;
- Высокая температура оксидации (до 1800С) – увеличенная скорость работы и стойкости пар трения (тормоза);
- Стойкость поверхности – за счет идеальной адгезии (5В ASTM), определяет долговечность компонент;
- Низкая шероховатость (0,03 мкм) – снижение трения, расхода масла и износа деталей;
- Повышение эффективности и экономичности (по испытаний): снижение износа гильз и поршневых колец на 90%, увеличение срока службы тормозов в 2 раза, снижение расхода масла 2,5-5 раз;

Потенциальные клиенты

- Коломенский завод, АВТОВАЗ, Magna и т.п.
- AUDI (в настоящее время эксплуатирует близкую систему с худшими характеристиками);

Текущие контакты: Коломенский завод;

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ

Технология	*Производительность кв.м/час*	*Микротвердость HV*	*Коррозионная стойкость*	*Пост-обработка*	*Вакуум*	*Индекс стоимости*
ЛПТ	*30*	*4 000*	*Yes*	*No*	*No*	*1x*
CVD/PVD	*0,8**	*3 500*	*Yes*	*No*	*Yes*	*>100x*
Хромирование	*1,5**	*1 000*	*No*	*No*	*No*	*20x*
Газотермич. (HVOF)	*5**	*1 100*	*No*	*Yes*	*No*	*>10x*
Лазерная закалка	*5*	*1 020*	*No*	*Yes*	*No*	*20x*

** - по сравнимому базису*

- Комбинация высокого качества и цены
- Двойное применение для упрочнения и синтеза покрытий
- Соответствие высоким экологическим стандартам

ПРИЛОЖЕНИЕ: МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Показатели микротвердости ДО и ПОСЛЕ лазерно-плазменной модификации:

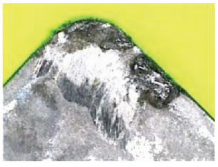
Материал	Микротвердость		Результат
	ДО обработки	ПОСЛЕ обработки	
Чугун СЧ-25	≈ 3,6 Гпа	≈ 10-12 Гпа	Увеличение ≈ в 3 раза
Титан ВТ-1	≈ 2,4 Гпа	≈ 12 Гпа	Увеличение ≈ в 5 раз
Сталь 65 Г	≈ 3,6 ГПа	≈ 8,2 ГПа	Увеличение ≈ в 2,3 раза
Сталь У8	≈ 4,6 ГПа	≈ 9,6 ГПа	Увеличение ≈ в 2,1 раза
Сталь 40ХНМС	≈ 3,7 ГПа	≈ 15 ГПа	Увеличение ≈ в 4 раза

25

ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА СВЕРХТВЕРДЫХ ПОКРЫТИЙ

- Нанесение сверхтвердых покрытий **в 2,5 раза** увеличивает ресурс обрабатывающего инструмента;
- Обработанные режущие пластины CORUN приблизились по своим характеристикам к дорогостоящим пластинам ISCAR с многослойным покрытием и это с первой попытки без оптимизации параметров

Режущая пластина CNMG 120404 CORUN, Serbia, без SiCN покрытия



Выедание по задней поверхности после **13 мин.** резания

Режущая пластина CNMG 120404 CORUN с SiCN покрытием

Выедание по задней поверхности после **32 мин.** резания

Режущая пластина CNMG 120408-TF IC908, ISCAR, Israel. Многослойное покрытие.

Выедание по задней поверхности после **40 мин.** резания

Увеличение ресурса в 2,5 раза

Качество покрытия соответствует самым дорогим аналогам

26

ПРИЛОЖЕНИЯ 3. Создание Сервисного центра по холодной стерилизации

ИБРАЭ РАН
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Институт проблем безопасного развития атомной энергетики

КРАСНОДАР СИТИ

Кубанский государственный технологический университет

Концепция проекта

«Создание Сервисного центра по холодной стерилизации»

Цель проекта

Создание Сервисного центра по холодной (ионизационной) стерилизации, обеспечивающего:

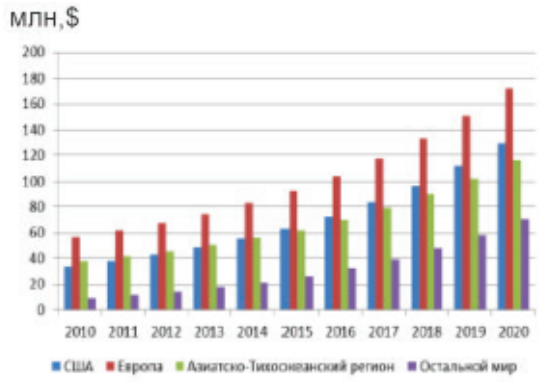
- ✓ **промышленную обработку сельскохозяйственной и медицинской продукции для увеличения сроков годности без изменения существующих условий хранения**
- ✓ **проведение комплексных исследований для увеличения эффективности выхода пучка электронов в ускорительной установке и расчета синхронизации работы конвейера в режиме тормозного гамма излучения**

Актуальность проекта
(потенциал рынка)

- ✓ **По данным ФАО ООН потеря продуктов вследствие порчи составляет порядка трети от мирового объема производства, более 1,3 млрд. тонн.**
- ✓ **При стерилизации медицинской продукции её рыночная стоимость возрастает в 1,5-2,5 раза.**
- ✓ **Лечебные учреждения ежегодно утилизируют колоссальный объем недезинфицированных медицинских отходов класса Б и В (эпидемиологические риски).**

Динамика рынка холодной стерилизации

Темпы роста рынка стерилизации пищевой и сельскохозяйственной продукции по регионам, в мире



Увеличение объемов обрабатываемой медицинской продукции, млн $

В связи с низкой стоимостью и высокой технологичностью мировой объем холодной стерилизации непрерывно растет, при доминировании в этой области ускорительных установок.

Методы консервирования сельскохозяйственной продукции

Для увеличения сроков хранения и обеспечения безопасности сельскохозяйственной продукции и продуктов питания их подвергают специальной обработке – консервированию.

- ✓ **ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ: низкие или высокие температуры, ультразвук, фильтрация, холодная (ионизационная) стерилизация;**
- ✓ **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ: сушка (сублимационная, конвективная, контактная), высокое осмотическое давление;**
- ✓ **ХИМИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ: пищевые кислоты (молочная, уксусная), этиловый спирт, хранение в среде CO_2, антисептики, фитонциды, копчение, антибиотики.**

5

Методы стерилизации медицинской продукции

Стерилизация медицинской продукции – процедура санитарно-гигиенической обработки изделий, представляющих эпидемиологическую опасность и способных стать источником распространения инфекционных заболеваний.

- ✓ **ТЕРМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ: воздушный, паровой, гласперленовый;**
- ✓ **ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ: газовый, растворы химических веществ;**
- ✓ **ПЛАЗМЕННЫЙ ИЛИ ОЗОНОВЫЙ МЕТОД;**
- ✓ **ХОЛОДНАЯ (ИОНИЗАЦИОННАЯ) СТЕРИЛИЗАЦИЯ;**
- ✓ **УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЕ ЛУЧИ.**

6

Метод холодной (ионизационной) стерилизации

ХОЛОДНАЯ СТЕРИЛИЗАЦИЯ - это ионизационная обработка

- ✓ **гамма-излучением изотопных источников;**
- ✓ **направленным пучком электронов;**
- ✓ **тормозным излучением.**

Тормозное и гамма-излучение схожи по своим характеристикам и различаются только по типу источника излучения.

Средняя стоимость обработки ионизирующим излучением в 3 – 5 раз ниже по сравнению со стоимостью другими методами стерилизации.

7

Преимущества холодной (ионизационной) стерилизации

- ✓ **без дополнительных затрат увеличиваются сроки хранения;**
  - ✓ **уничтожаются паразиты, бактерии, плесень, патогенные и иные микроорганизмы;**
- ✓ **радикально снижаются отходы при хранении пищевых продуктов**
  - ✓ **обеспечивается требуемый законом уровень стерилизации 10^{-6};**
- ✓ **отсутствуют остаточные явления в продукции после облучения;**
  - ✓ **сохраняются органолептические свойства продуктов на весь срок хранения в отличие от термической и химической обработки;**

8

Выбор технологии холодной стерилизации

В соответствии с Федеральным законом «Об использовании атомной энергии» № 170-ФЗ от 21 ноября 1995 г.

- ✓ **Установки, использующие изотопные источники требуют согласования с РОСТЕХНАДЗОРОМ, РОСПОТРЕБНАДЗОРОМ и требуют проведения Главэкспертизы, т.к. являются радиационно опасными объектами. Внештатные ситуации на них могут привезти к тяжелым социально-экономическим последствиям.**

- ✓ **Ускорители электронов согласовываются лишь с РОСПОТРЕБНАДЗОРОМ в объеме требований к пищевым производствам.**

Поэтому в качестве базовой технологии создаваемого Сервисного центра выбраны ускорительные установки.

Базовые технологии холодной стерилизации

Типы стерилизации ускорителями электронов:

- **пучком электронов с энергией до 10 МэВ;**
- **тормозным рентгеновским излучением с энергией до 5 МэВ.**

Характеристики	Электронный пучок	Тормозное излучение
Стоимость оборудования при равной производительности	Низкая	Средняя
Сложность излучателя	Средняя	Средняя
Надежность	Средняя	Средняя
Опасность оборудования	Низкая	Низкая
Стоимость обслуживания при равной производительности	Низкая	Высокая
Глубина проникновения в случае высокой плотности продукта	Умеренная	Большая
Воздействие на окружающую среду	Низкое энергопотребление, отсутствие радиоактивных изотопов	Высокое энергопотребление, отсутствие радиоактивных изотопов
Основные проблемы	Плохое проникновение в облучаемый продукт	Себестоимость.

При глубине обработки до 10 г/см2 целесообразно использовать поток ускоренных электронов. При глубине обработки 10-60 г/см2 предпочтительнее использовать тормозное рентгеновское излучение.

Базовые технологии холодной стерилизации

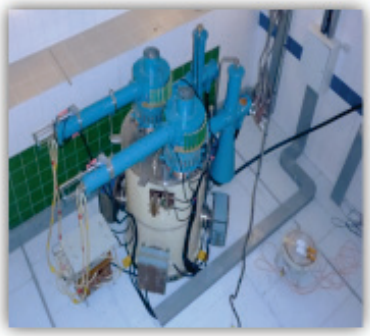
На сегодняшний день в России имеется ряд производителей разрабатывающих ускорители электронов.

Наиболее перспективными и технологичными являются установки «Института ядерной физики СО РАН» и ООО «Теклеор» (на базе ускорителя НИИЯФ МГУ).

Окончательный выбор производителя будет проведен на основе результатов маркетингового исследования.

Комплекс по холодной стерилизации на базе ускорительной установки ИЯФ СО РАН

	ИЛУ-10	ИЛУ-12	ИЛУ-14
Энергия электронов	5 МэВ	5-7,5 МэВ	10 МэВ
Мощность пучка	до 50 кВт	до 60 кВт	до 100 кВт
Производительность	до 35 тонн/час	до 40 тонн/час	до 70 тонн/час



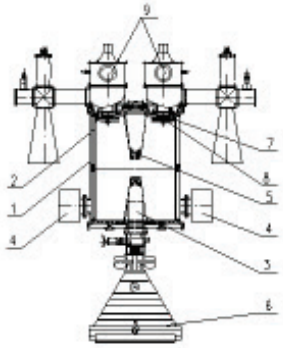


РИС1 ОБЩИЙ ВИД УСКОРИТЕЛЯ

1 – вакуумный бак,
2 – резонатор.
3 – фокусирующая линза.
4 – магниторазрядные насосы.
5 – инжектор электронов.
6 – выпускное устройство.
7 – опора петли связи.
8 – вакуумный конденсатор.
9 – ВЧ генератор.

Комплекс по холодной стерилизации на базе ускорительной установки ИЯФ СО РАН

- ✓ **Диапазон рабочих энергий 0,7-10 МэВ, мощность пучка до 100 кВт.**
- ✓ **Достоинства: простота конструкции, удобство эксплуатации и надежность.**
- ✓ **Дополнительно, ускорители могут быть оснащены мишенью для генерации тормозного излучения, для повышения проникающей способности.**
- ✓ **Максимальная энергия электронов в десятки раз меньше порога фотоядерных реакций, которые могут порождать радиоактивные изотопы**
- ✓ **Среднее время безотказной работы – 1000 часов**
- ✓ **Долговечность установки — 10 лет.**

Требуемая ресурсоемкость

На предприятии должно быть:

- ✓ **организовано хозяйственно-бытовое водоснабжение, с давлением не менее 4 бар;**
- ✓ **выделена электрическая мощность не менее – 2МВт.**

Территория предприятия должна иметь выезд на дорогу с асфальтовым покрытием, оборудованный для одновременного проезда грузового автотранспорта категории Е в противоположных направлениях и грузовую автостоянку

Оценка стоимости и сроков реализации проекта

Ускоритель и все его составные части должны быть размещены в отдельном здании, удовлетворяющим требованиям к СанПиН 2.6.1.2573-10 и ГОСТ 22005-76:

№ п/п	Наименование параметра	Требуемое значение
1.	Общая площадь здания	2 250 м^2
2.	Производственные помещения	1000 м^2
3.	Административные помещения	100 м^2
4.	Хозяйственно бытовые помещения	80 м^2
5.	Складские помещения	700 м^2
6.	Этажность	2-3
7.	Высота потолков	4 м
8.	Пандусы для разгрузки/загрузки автотранспорта	4 шт.

Стоимость линейки ускорителей ИЛУ

	Модель ускорителя	Стоимость, млн. руб.	Сроки поставки, мес.
1.	ИЛУ – 10	70	до 12 мес.
2.	ИЛУ – 12	130	до 18 мес.
3.	ИЛУ – 14	200	до 18 мес.

Нормативная правовая база Проекта

Международное регулирование радиационной обработки пищевых продуктов основано на 3 классах международных стандартов санитарии и фитосанитарии:

- ✓ **стандарты здоровья животных;**
- ✓ **стандарты здоровья растений, которые регулируется Международной конвенцией по защите растений, куда входят:**
  - **«растения» (живые растения, части растений, включая семена),**
  - **«растительные продукты» (не переработанные продукты и перемолотые продукты растительного происхождения, включая семена),**
- ✓ **стандарты безопасности и качества пищи, которые определены Кодексом Алиментариус («Продовольственный кодекс»).**

Существующая сегодня международная практика норм и правил облучения пищевых продуктов регламентирует облучение более чем 80 её видов, то есть охватывает практически весь перечень, и действует в 69 странах.

Нормативная правовая база Проекта

В РФ основополагающими нормативными правовыми актами для использования холодной стерилизации в сельском хозяйстве являются 5 Федеральных законов:

- ✓ **от 07.02.1992 № 2300-1 «О защите прав потребителей»;**
- ✓ **от 02.01.2000 № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов»;**
- ✓ **от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;**
- ✓ **от 02.01.2000 № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов»;**
- ✓ **от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».**

17

Нормативно правовая база Проекта

В развитие Федерального законодательства разработаны и утверждены:

- ✓ **Гигиенические требования (СанПиН 2.3.2.1078-01 и СанПиН 2.3.2.1234-03);**
- ✓ **Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»;**
- ✓ **Стандарты:**
  - **Общие нормативные положения обработки (ГОСТ ISO 14470-2014; ГОСТ 33340-2015; ГОСТ 33339-2015 и ГОСТ 33800-2016 - вступит в действие с 01.07.2017г.);**
  - **Регламентация процесса обработки видов продукции (ГОСТ 33271-2015; ГОСТ 33302-2015, а с 07.2017г. добавятся - ГОСТ 33820-2016 и ГОСТ 33825-2016);**
  - **Дозиметрии при обработке пищевых продуктов (ГОСТ Р ИСО/АСТМ 51204-2012; ГОСТ Р ИСО/АСТМ 51431-2012 и ГОСТ Р ИСО/АСТМ 51900-2013);**
  - **Определение факта радиационной обработки продуктов (ГОСТ Р 52529-2006; ГОСТ 31652-2012; ГОСТ 31672-2012);**
  - **Система менеджмента качества (ГОСТ ИСО 14470-2014; ГОСТ Р 51705.1-2001; ГОСТ Р ИСО 22000-2007)**

18

Нормативно правовая база Проекта

Основой ионизационной обработки медицинских изделий в Российской Федерации является Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».

В развитие этого закона разработаны и утверждены требования, стандарты и технический регламент:

- ✓ **общие требования и методы испытаний индикаторов наличие стерилизационной обработки (ГОСТ ISO 11140-1-2011)**
- ✓ **Требования к разработке, валидации и текущему контролю процесса стерилизации медицинских изделий (ГОСТ ISO 11137-1-2011);**
- ✓ **Установление стерилизующей дозы (ГОСТ ISO 11137-2-2011);**
- ✓ **Руководство по вопросам дозиметрии (ГОСТ Р ИСО 11137-3-2008);**
- ✓ **Требования к медицинским изделиям категории стерильные (ГОСТ EN 556-1-2011);**
- ✓ **Методика дозиметрии при проведении процесса радиационной стерилизации (ГОСТ Р 50325-2011);**
- ✓ **Требования к медицинским изделиям, подлежащим финишной стерилизации (ГОСТ EN 556-1-2011);**
- ✓ **Методы, средства и режимы стерилизации и дезинфекции изделий медицинского назначения. Термины и определения (ГОСТ 25375-82);**
- ✓ **Системы менеджмента качества (ГОСТ ISO 13485-2011)**

19

Нормативно правовая база Проекта

В рамках Таможенного союза утверждены «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продуктам товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)», Утверждены решением Комиссии Таможенного союза №29 от 28.05.2010г.

Существующая в России нормативная правовая база в области стерилизации медицинских изделий отвечает международным нормам и правилам и обеспечивает беспрепятственное использование технологии холодной стерилизации сельскохозяйственной, пищевой и медицинской продукции, поставляемой на внутренний и международный рынки.

20

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук (ИБРАЭ РАН)

Россия, 115191, г. Москва, ул. Б. Тульская, д.52

Большов Леонид Александрович - директор, академик РАН

e-mail secr@ibrae.ac.ru, 8(495) 955-22-47

Пономарёв Владимир Николаевич - заместитель директора, профессор, доктор физ.-мат. наук

e-mail svs@ibrae.ac.ru, 8(495) 955-22-04

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
Кубанский государственный технологический университет (КубГТУ)
350072, Россия, Краснодарский край
г. Краснодар, ул. Московская, д. 2
Лобанов Владимир Григорьевич – ректор, доктор технических наук, профессор
e-mail lobanov@kubstu.ru, 8 (861) 255-84-01
Калманович Светлана Александровна- проректор по научной и инновационной деятельности, профессор
e-mail kalmanovich@kubstu.ru, 8(861) 274-64-03

Сигидин Андрей Сергеевич – Депутат Законодательного Собрания Краснодарского края, генеральный директор ООО «Краснодар Сити»
тел.: 8(988)241-41-14

ПРИЛОЖЕНИЯ 4. Роботизированный комплекс для мониторинга технического состояния корпусов судов и других подводных объектов

ФГАУ НУЦ
«Сварка и контроль»
при МГТУ им. Н.Э. Баумана

Роботизированный комплекс для мониторинга технического состояния корпусов судов и других подводных объектов

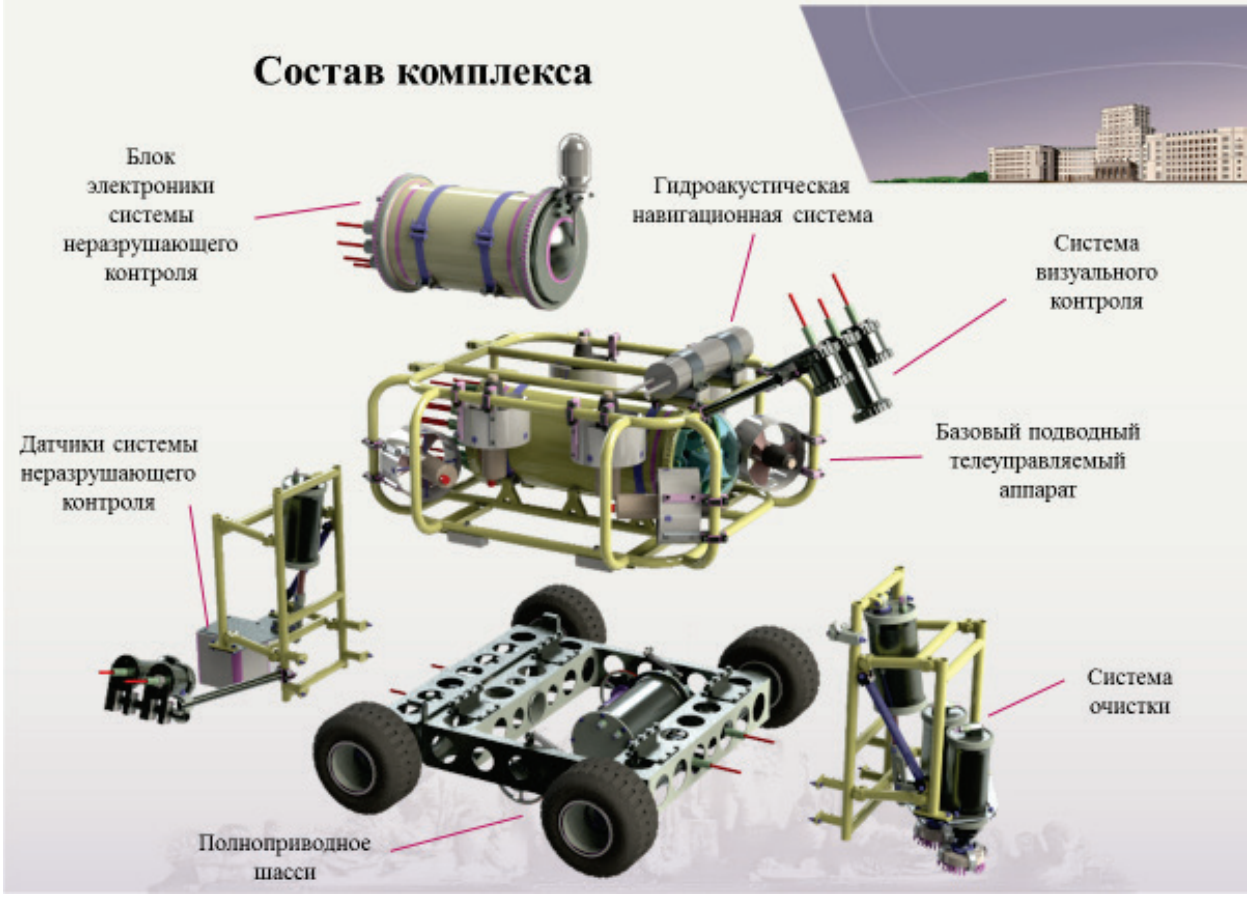
Общий вид комплекса и его назначение

Многофункциональный роботизированный комплекс предназначен для мониторинга технического состояния корпусов судов и других подводных объектов (*работа выполнена в рамках ФЦП «Развитие гражданской морской техники» в 2014 году*).

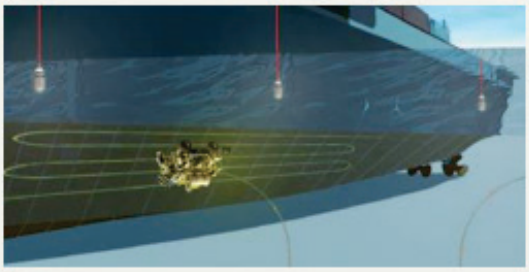
Обеспечивает:
Диагностирование под водой технического состояния корпусных конструкций дистанционно, в автоматизированном и ручном режимах на основе результатов:

- визуально-измерительного контроля поверхности контролируемого объекта с использованием телевизионных средств;
- дефектоскопии и толщинометрии сварных соединений и основного металла контролируемого объекта с использованием ультразвуковых методов контроля

Состав комплекса



Особенности и основные технические характеристики комплекса



Особенности системы мониторинга:

— мобильность;
— обеспечение визуального контроля (видеокамерами) и толщинометрии (ультразвуковыми датчиками);
— обнаружение трещиноподобных дефектов и деформаций (опционально);
— высокая точность позиционирования;
— возможность зачистки поверхности.

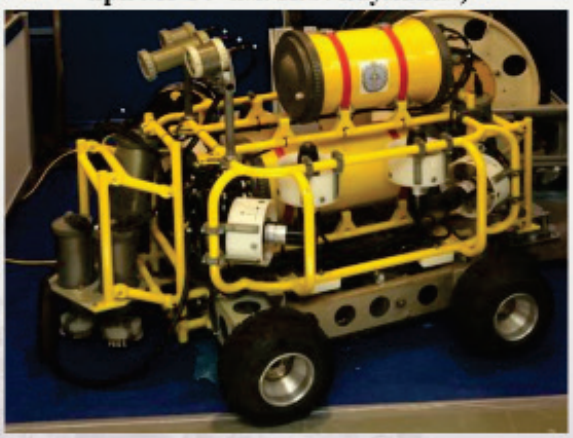
Технические характеристики

Скорость перемещения аппарата, м/с, до	0,45
Скорость передвижения по объекту, м/с, до	0,4
Измеряемые толщины стенок, мм	4-100
Погрешность измерения толщины стенки, мм	0,1
Погрешность измерения координат, см	1-5

Сравнительный анализ ключевых характеристик

Roving BAT (ECA HYTEC, France)

Роботизированный комплекс для мониторинга технического состояния корпусов судов и других подводных объектов (ФГАУ «НУЦ «Сварка и контроль» при МГТУ им. Н.Э. Баумана»)



Сравнительный анализ ключевых характеристик

Параметр	Roving BAT	Предлагаемый комплекс
Тип аппарата	гибридный	гибридный
Количество гребных винтов, шт.	6	8[1]
Конструкция шасси	на гусеницах	на полноприводных колесах[2]
Модульность конструкции	отсутствует	имеется[3]
Глубина погружения, м	100	50
Система управления	компьютеризированная, надводная	компьютеризированная, надводная
Визуальный контроль	2 видеокамеры	3 видеокамеры[4]
Ультразвуковой контроль	имеется	имеется
Тип ультразвуковых датчиков	пьезоэлектрические	пьезоэлектрические + ЭМА
Скорость проведения контроля, м/мин.	19	24
Требования к шероховатости поверхности подводного объекта	Rz 40	Rz 320[5]
Измеряемые толщины, мм	н/д	4-100
Точность измерений, мм	н/д	0,1
Выявляемые дефекты	коррозия + износ	коррозия + износ + трещиноподобные дефекты
Обработка сигналов ультразвуковых датчиков	надводная	на борту аппарата[6]
Система очистки поверхности объекта	кавитационная	механическая
Возможность отображения результатов мониторинга на 3D модели объекта	отсутствует	имеется
Масса, кг	137	151

Сравнительный анализ ключевых характеристик
(примечания к таблице)

1. Лучшая маневренность – есть возможность разворота на месте как при помощи гребных винтов, так и полноприводных колес.
2. Лучшая проходимость – возможность преодолевать препятствия.
3. Конструкция позволяет добавлять модули для решения различных задач. Например, возможна разработка модулей для подводной механической обработки и подводного ремонта сваркой.
4. Одна из камер представляет собой инновационную обучаемую систему интеллектуального зрения, позволяющую решать различные задачи.
5. За счет применения ЭМА-датчиков возможен ультразвуковой контроль поверхностей с высоким уровнем коррозионных поверхностных дефектов. Шероховатость металла Rz40 представляет собой довольно ровную поверхность, что далеко не всегда достижимо в подводных условиях.
6. Обработка сигналов на борту аппарата значительно более надежна с точки зрения потерь данных ввиду всевозможных внешних факторов.