

ВЕСТНИК АТОМПРОМА

#3

апрель

2021

главная тема

Экологические решения

Росатом делает страну чище

22

Системы безопасности

38

Устойчивое развитие

53

Космические путешествия



Содержание

3–4 стр.

Официально

Росатом озвучил инициативы по изменению системы закупок

17 марта 2021 года состоялось заседание Совета по повышению прозрачности деятельности госкорпорации «Росатом»



12–17 стр.

Главная тема

Генеральная уборка

Как в короткие сроки ликвидировать вред, копившийся десятилетиями



5–6 стр.

Прямая речь

Национальный проект «Экология»

Министр природных ресурсов и экологии Российской Федерации Александр Козлов рассказывает о целях и задачах нацпроекта



18–19 стр.

Главная тема

Нефтехимия атомной чистоты

СвердНИИХиммаш создал установку очистки стоков для крупнейшего нефтехимического комплекса России

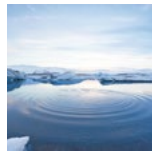


7–11 стр.

Главная тема

Новая жизнь

Могут ли быть вторсырьем промышленные отходы



20–21 стр.

Главная тема

Работа на понижение

Арктика становится чище

ВЕСТНИК АТОМПРОМА

№ 3, апрель 2021 года

Информационно-аналитическое издание

Фото на обложке
unsplash.com

Редакционный совет

Г. М. Нагинский, М. В. Ковальчук,
К. Б. Зайцев, Л. А. Большов, Г. И. Скляр.

Главный редактор

Юлия Долгова.

Выпускающий редактор

Ольга Еременко.

Дизайн и верстка

Никита Барей, Кирилл Филонов.

Корректор

Алёна Капыльская.

Учредитель, издатель и редакция

Общество с ограниченной
ответственностью
«НВМ-пресс».

Адрес редакции

129110 Москва,
ул. Гиляровского, д. 57, с. 4.

Отдел распространения и рекламы

Татьяна Сазонова
sazonova@strana-rosatom.ru
+7 (495) 626-24-74.

Журнал зарегистрирован в Федераль-
ной службе по надзору в сфере
связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации СМИ
ПИ №ФС77-59582
от 10 октября 2014 года.

Тираж 1910 экземпляров.
Цена свободная.
Подписано в печать: 19.04.21.

При перепечатке ссылка на «Вестник
атомпрома» обязательна. Рукописи
не рецензируются и не возвращаются.

Суждения и выводы авторов мате-
риалов, публикуемых в «Вестнике»,
могут не совпадать с точкой зрения
редакции.



22–28 стр.

Системы безопасности

Эшелоны безопасности

Как обеспечивается многоуровневая комплексная защита АЭС



43 стр.

Особое мнение

В поисках промышленной революции

Чтобы вписаться в новую экологичную реальность, нужно максимально громко говорить об экологичности атомной энергетики



29–32 стр.

Системы безопасности

«Кайман» отправится на «Руппур»

СНИИП совершенствует автоматизированные системы радиационного контроля



44–45 стр.

География Росатома

Япония под тенью Фукусимы

Росатом помогает Стране восходящего солнца избавиться от последствий аварии и развивать водородную энергетику



33–35 стр.

Радиоэкология

ЗЯТЦ без риска для здоровья

Радиоэкологические преимущества быстрых реакторов



46–49 стр.

ПСР

Три раунда улучшений

Офис ПСР планирует вывести тренинг «Фабрика процессов» на новый уровень

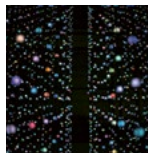


36–37 стр.

Горизонты атома

Энергетика Белого источника

Как строится первая атомная станция в Турции



50–52 стр.

Цифровизация

Квант для атома

От теории к практике: какие задачи квантовые компьютеры смогут решать для атомной отрасли



38–41 стр.

Устойчивое развитие

С заботой о мире

Росатом участвует в создании оптимальных сценариев развития человечества



53–57 стр.

ИЦАЭ

Лайфхаки для космического путешественника

Безопасные прогулки по (не)обитаемой Вселенной

42 стр.

Подробности

Руководство для миллиардов

Попадет ли атомная энергетика в разряд зеленых и устойчивых

Уважаемые читатели!

В этом выпуске мы продолжаем говорить об экологии — одной из основных проблем, стоящих сегодня перед страной и миром. Главная тема номера — экологические решения: мы рассказываем, как Росатом участвует в национальном проекте «Экология», помогая создавать совершенно новую отрасль по обращению с отходами и использованию вторичных ресурсов, и что еще делает для того, чтобы страна стала чище.

Вторая большая тема — обзор современных систем безопасности атомных станций и направлений, в которых они совершенствуются.

Также из материалов номера вы узнаете, как повестка устойчивого развития влияет на финансовые показатели госкорпорации, кому и зачем нужны бережливые «Фабрики процессов», какие практические задачи смогут решать квантовые компьютеры и что Росатом может предложить Японии.

И, разумеется, в апрельском номере мы не обошли вниманием тему космоса. Атомщики создали немало удачных разработок для космической отрасли. Научные институты Росатома занимаются этим и сейчас, приближая то время, когда освоение новых планет и космические путешествия станут реальностью.

Росатом озвучил инициативы по изменению системы закупок

17 марта 2021 года состоялось заседание Совета по повышению прозрачности деятельности госкорпорации «Росатом»

Мероприятие, посвященное развитию системы закупок, прошло под председательством генерального директора Росатома Алексея Лихачева. В заседании приняли участие представители Управления президента РФ по внутренней политике, депутаты Государственной думы и Совета Федерации, представители Федеральной антимонопольной службы, Министерства экономического развития, Министерства финансов, Министерства промышленности и торговли, Торгово-промышленной палаты России, Совета при президенте РФ по развитию гражданского общества и правам человека, других организаций, СМИ, а также госкорпорации «Росатом».

Открывая заседание, Алексей Лихачев отметил, что у Росатома как одной из крупнейших государственных компаний наработан огромный опыт работы как на российском, так и на зарубежном рынке, и рассказал о некоторых принципах системы закупок Росатома — это открытость и безопасность, конкурентность и своевременность, обоснованность и эффективность. «Все это не только необходимые составляющие нашей системы закупок, но и неотъемлемые приоритеты любой деятельности современных успешных компаний», — подчеркнул глава

госкорпорации и сообщил, что в конце прошлого года Росатом стал членом международной сети Глобального договора ООН, которая объединяет компании, нацеленные на достижение Целей устойчивого развития. «Добиться такого статуса Росатому позволили в том числе выстроенные и налаженные операционные и коммерческие процессы. Система закупок атомной отрасли также внесла существенный вклад в это достижение», — сказал А. Лихачев.

Генеральный директор госкорпорации подчеркнул, что Росатом всегда уделял и уделяет системе закупок особое внимание: «Свое развитие система начала еще в 2009 году. И сегодня это эффективно действующий механизм, он высоко оценивается экспертами. Наши контрагенты — иностранные заказчики — хотят иметь гарантии прозрачности и эффективности денежных потоков по проекту. И не только они. То, как настроена наша работа в части прозрачности и структурированности процесса расходования денежных средств, вызывает доверие со стороны государственных органов Российской Федерации и выступает дополнительным аргументом в пользу государственного финансирования проектов атомной отрасли.

Цифры

в 3 раза

с 418 млрд рублей в 2011 году до более чем 1,5 трлн рублей в 2021 году вырос объем конкурентных закупок в атомной отрасли

6,5%

(29,3 млрд рублей) экономия по результатам закупочной деятельности за счет собственных средств госкорпорации в 2020 году

> 120

компаний каждый день получают на конкурентной основе заказы от предприятий атомной отрасли

99%

закупок в атомной отрасли проходят через электронные торговые площадки

В 2020 году Росатом возглавил «Национальный рейтинг прозрачности закупок» среди корпоративных заказчиков и стал обладателем наивысшей оценки — «Гарантированная прозрачность».

Проект «Национальный рейтинг прозрачности закупок» (НРПЗ) существует с 2006 года и является независимым негосударственным исследовательским аналитическим центром, специализирующимся в области экономического и правового анализа российского рынка государственных и корпоративных закупок.

В задачи проекта НРПЗ входит непрерывный мониторинг массива государственного и корпоративного заказа на предмет прозрачности, гарантии соблюдения законодательства, выявления наиболее распространенных отклонений на рынке госзаказа, а также отслеживание основных структурных, экономических и правовых тенденций на рынке.

Целью ежегодного рейтинга является получение полноценной картины состояния экономики, характеризующейся структурой и объемом рынка заказа, показателями прозрачности процедур, степенью конкурентности закупок и экономической эффективностью затрат участников рынка.

Совет по повышению прозрачности деятельности госкорпорации «Росатом» — коллегиальный совещательный орган, действующий с 2011 года. Основные функции Совета: систематическая организация мероприятий по обмену информацией и выработке методов внедрения инновационных решений, обмен практиками по внедрению инновационных решений и их адаптации, вовлечение представителей органов государственной власти, иных организаций и СМИ в обсуждение вопросов разработки и реализации программ и проектов в области повышения прозрачности деятельности Росатома.

Для углубленного изучения и анализа отдельных проблем и вопросов Совет может образовывать постоянные и временные рабочие группы, привлекать экспертов и специалистов по профилю рассматриваемой проблемы.

При этом наши заказчики ставят очень высокую планку — им нужен высококачественный, безопасный продукт в установленные договором сроки и по объективной цене. От нас ждут, что мы будем надежным партнером. Но надежным партнером мы можем быть, только если наши партнеры надежные».

При этом А. Лихачев отметил, что каждая новая страна, каждый новый регион, куда приходят организации атомной отрасли, накладывают свои особенности на реализацию проекта в таком регионе. Поэтому система закупок Росатома должна быть гибкой и содержать большое количество возможностей и инструментов для качественного выполнения обязательств перед заказчиками. «На основании опыта Росатома считал бы возможным всем нам совместно проработать и выйти с предложениями о ряде изменений в законодательство, регулирующее закупочную деятельность», — заключил глава Росатома.

Директор по закупкам, материально-техническому обеспечению (МТО) и управлению качеством госкорпорации «Росатом» Роман Зимонас в своем выступлении обратил внимание, что широкий спектр видов деятельности Росатома (от традиционных — по эксплуатации атомных станций, строительству, добыче урана и производству ядерного топлива до достаточно новых, таких как ветроэнергетика, квантовые и цифровые технологии и др.) требует такой системы закупок, которая бы удовлетворяла интересы бизнеса в любом регионе, в любой экономической ситуации и в любые временные рамки,

то есть эта система должна быть гибкой, быстрой, эффективной и надежной. «Прозрачность остается для нас важнейшим направлением: это залог доверия наших заказчиков и наших инвесторов», — подчеркнул Р. Зимонас.

Докладчик выделил ряд предложений, направленных на повышение скорости и эффективности проведения конкурентных процедур. «Сегодня внедрение цифровых технологий способствует увеличению скорости бизнес-процессов, в том числе и при проведении закупочных процедур. Действующие сроки закупочных процедур в некоторых случаях избыточны. Внедрение ускоренной конкурентной закупки позволит отечественной системе соответствовать требованиям времени, а исполнителям быстрее получать вознаграждение за свои работы», — отметил он.

Кроме того, Р. Зимонас изложил и обосновал предложения Росатома по ряду других вопросов. Они касаются установления требований к привлекаемому участником закупки субподрядчикам, соисполнителям, изготовителям при закупках для особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, для объектов использования атомной энергии, объектов, связанных с обеспечением жизнедеятельности и безопасности, а также необходимости проведения аудита их деятельности при выполнении заказов. Еще одно предложение направлено на устранение противоречий между требованиями инозаказчиков и закона 223-ФЗ, возникающих при реализации зарубежных проектов.

В ходе дискуссии участники заседания обсудили возможность реализации предложенных Росатомом инициатив по совершенствованию законодательства в области регулирования закупочной деятельности.

Национальный проект «Экология»

Министр природных ресурсов и экологии Российской Федерации Александр Козлов рассказывает о целях и задачах нацпроекта



Национальный проект «Экология» создан по поручению президента страны. Он конкретизирует важнейшую задачу: как ликвидировать в России накопленный человеком вред окружающей среде. Известно, что мы имеем непростое советское наследие. Тогда по-другому относились к природе. Отходы промышленности не всегда правильно утилизировались, к мусору часто относились довольно легкомысленно, очистные сооружения были скорее исключением, чем правилом. Сегодня ситуация меняется и работа идет сразу по нескольким направлениям.

Правильное обращение с отходами — нет свалок

К 2024 году нам надо ликвидировать все несанкционированные свалки в городах, выявленные на начало

2018 года. Это 191 единица плюс 88 объектов накопленного вреда. К концу 2020 года уничтожено 86 объектов: 28 свалок и 58 объектов накопленного вреда. По итогам 2021 года будет ликвидировано еще 22 объекта. Среди них — крупная свалка в Челябинске площадью 55 га. Идут работы по рекультивации промышленной территории в Усолье-Сибирском и полигона «Красный Бор» в Ленинградской области.

Мало ликвидировать свалки, нужно, чтобы не появлялись новые. Стране необходима комплексная система обращения с твердыми отходами. Сегодня мы ее выстраиваем. Создан институт региональных операторов, формируем нормативную базу.

В 2020 году около 30 % твердых коммунальных отходов в стране отправлялись на обработку. Запущены новые мощности: 10 млн тонн по обработке и 3 млн тонн по утилизации отходов.

Безусловно, переработку отходов и производство на их основе новых продуктов ускорит реализация концепции расширенной ответственности производителей и импортеров товаров и упаковки.

Дышится легко

Жители городов не понаслышке знают о проблеме загрязнения воздуха. В федеральном проекте «Чистый воздух» участвуют 12 промышленных центров страны — стоит задача минимум на 20 % уменьшить объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Первое, что мы делаем в этом направлении, — разрабатываем максимально эффективную методику расчета, кто именно и чем загрязняет воздух.

В 2020 году проведены сводные расчеты, учитывающие данные о выбросах загрязняющих веществ всех источников выбросов, влияющих на качество атмосферного воздуха в городах — участниках проекта. На основе этих расчетов Роспотребнадзор сделал оценку риска для здоровья человека, сформированы перечни наиболее опасных загрязняющих веществ, которые не должны быть в воздухе.

Уже подписаны 33 соглашения между Минприроды России, Росприроднадзором, региональными

Сроки реализации национального проекта «Экология»: 01.10.2018–31.12.2024.

Куратор нацпроекта: заместитель председателя Правительства РФ Виктория Абрамченко.

Руководитель нацпроекта: министр природных ресурсов и экологии РФ Александр Козлов.

Нацпроект нацелен на создание комфортной и безопасной среды для жизни.

Среди национальных целей, на которые влияет нацпроект:

- ликвидация наиболее опасных объектов накопленного вреда окружающей среде и экологическое оздоровление водных объектов, включая реку Волгу, озера Байкал и Телецкое;
- снижение выбросов опасных загрязняющих веществ, оказывающих наибольшее негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека;
- создание устойчивой системы обращения с твердыми коммунальными отходами, обеспечивающей сортировку отходов и снижение объема отходов, направляемых на полигоны.

правительствами и промышленными предприятиями. Крупные загрязнители инвестируют 473,5 млрд руб. в проекты, снижающие выбросы в атмосферу.

Вода — стратегический ресурс

Сразу три федеральных проекта посвящены водным объектам. Совокупно по ним в прошлом году мы добились того, что сразу для четырех миллионов человек улучшились условия проживания вблизи рек и озер. Чистили русла рек, водохранилища — более 40 мероприятий. Более 18 тысяч километров береговой линии привели в порядок.

Минприроды России разработало дорожную карту по ликвидации накопленного вреда Байкалу, который нанес крупнейший загрязнитель озера — Байкальский ЦБК. Предприятие работало 47 лет.

Леса для животных и не только

Леса России — это уникальные экосистемы. К 2024 году нам необходимо обеспечить стопроцентный баланс между площадью лесовосстановления и площадью вырубленных или погибших лесов. Уже в 2021 году этот показатель должен составить 80,4 %. Для этого мы оснащаем не менее половины учреждений, занимающихся лесоустройством, специализированной техникой. Площадь лесовосстановления составит 1,2 млн га.

Ключевая задача в сохранении лесов — борьба с пожарами. За два года в регионы поступило 3,5 тысячи лесопожарной техники и 22 тысячи единиц оборудования. В этом году на вооружение придет еще 21 тысяча.

Итоги прошлого года показывают: в первые сутки удавалось тушить 74,4 % лесных пожаров. Неплохой результат, но мы стремимся к стопроцентной оперативности.

В итоге мы не просто сохраняем и воспроизводим ценный ресурс, но и сберегаем биологическое разнообразие российских лесов. Не секрет, что есть животные и растения, которые нуждаются в охране. В прошлом году созданы две особо охраняемые природные территории: заповедник «Медвежий острова» в Якутии и национальный парк «Салаир» в Алтайском крае.

Одновременно мы работаем над развитием экологического туризма в нацпарках, заказниках и заповедниках. Где, как не в лесу, горах или на море, человеку становится понятно, насколько прекрасна и хрупка природа, как важно ее беречь. К 2024 году есть задача создать условия в особо охраняемых природных территориях для 10,3 млн туристов в год. По итогам прошлого года их посетили уже 6,7 млн человек.

Экологическая открытость на деле, а не на бумаге

В начале марта президент страны подписал закон об открытости экологической информации. Сегодня это одно из приоритетных направлений государственной политики.

Сведения о состоянии воздуха, поверхностных вод водных объектов, почв, радиационной обстановке, об уровне выбросов, обращении с отходами будут оперативно обновляться и станут доступны всем. Как прогноз погоды. Информация будет размещаться на сайтах госорганов. Ключевой момент здесь — оперативность и точность. От этого зависит быстрота реакции, доверие к власти. И самое главное — жизнь и здоровье людей, животных, растений, благополучие страны, планеты в целом.

Сейчас министерство разрабатывает постановление, в котором будет перечислено, какие именно данные органы власти обязаны публиковать.

Воспитать экологически ответственное поколение

Такую задачу ставит новый федеральный проект «Научное обеспечение экологической деятельности, экологическое воспитание и просвещение». С детского сада люди должны знать, что происходит, если жечь траву в лесах и полях, и как долго будет природа перерабатывать выброшенную пластиковую бутылку.

Сегодня активно идет подготовка паспорта проекта. Эксперты предложили более 500 мероприятий в сферах образования, научных исследований по вопросам изменения климата, Арктики и Антарктики — регионов, от которых во многом зависит благополучие всей планеты.

Новая жизнь

Могут ли быть вторсырьем промышленные отходы

В рамках национального проекта «Экология» в России строится система обращения с отходами I и II классов. По сути, речь идет о создании в стране совершенно новой отрасли использования вторичных ресурсов в промышленности.

Тонны опасности

Порядка 350 тысяч тонн отходов I и II классов образуется в России каждый год. Если сравнить это количество с годовым производством твердых коммунальных отходов, исчисляемым в миллионах тонн (по разным данным, речь идет об образовании 55–69 млн тонн ТКО ежегодно), оно может показаться не таким уж большим. Однако это тысячи тонн веществ, которые требуют особого контроля и обращения.

Все отходы делятся на пять классов в зависимости от их влияния на здоровье человека и благополучие окружающей среды, эта классификация закреплена в Федеральном законе № 89 «Об отходах производства и потребления», принятом в 1998 году. Наименее опасен V класс, к которому относятся, например, солома и некоторые виды стеблей растений, скорлупа яиц, древесная зола, песок, гравий или продукция из бумаги. Они разлагаются, почти все виды таких отходов можно перерабатывать.

I и II классы — это, соответственно, чрезвычайно опасные и высокоопасные отходы. В основном они образуются в результате деятельности промышленных предприятий, хотя такими отходами может становиться и то, что использовалось в быту, например ртутные термометры, автомобильные аккумуляторы или люминесцентные лампы. Вероятно, все хотя бы раз видели в мусорном баке литиевые или щелочные батарейки, которые, однако, ни при каких условиях не должны туда попадать — это отходы II класса. Окружающей среде требуется до 3 лет, чтобы справиться с отходами V класса, и до 30 лет, чтобы восстановиться от воздействия отходов II класса. Попадание же туда чрезвычайно опасных отходов наносит экосистемам непоправимый вред.

Все отрасли промышленности производят отходы I и II классов. В металлургии, машиностроении и металлообработке таковыми становятся различные

смеси неорганических солей, оксидов, гидроксидов. Химическая промышленность оставляет после себя обработанные растворители, кислоты, щелочи, отходы производства агрохимикатов. Последние, по разным причинам не пригодные для применения по прямому назначению, становятся опасными отходами сельского и лесного хозяйства. Лабораторные реактивы, химические источники тока, гальванические растворы, сточные воды, шламы, шлаки, органические горючие отходы — все это относится к отходам I и II классов и требует контроля.

Именно система контроля за всем жизненным циклом отходов I и II классов — от их производства до переработки — создается сейчас в рамках федерального проекта «Инфраструктура для обращения с отходами I и II классов опасности», который является частью национального проекта «Экология». В сентябре 2019 года полномочиями по ее созданию была наделена госкорпорация «Росатом».

Вернуть нужное

Проблемы загрязнения окружающей среды сделали переработку отходов и их вторичное использование одним из главных мировых экологических трендов. Сегодня в этом ключе строят свою деятельность уже не только небольшие зеленые компании, но и крупнейшие производители, работающие в самых разных отраслях. Зеленый характер производства становится нормой для бизнеса. Одна за другой страны принимают решение о построении экономики замкнутого цикла, предусматривающей вовлечение отходов в производственный цикл.

Традиционная линейная экономическая модель построена по принципу «добыли — произвели — выбросили»: ресурсы расходуются малоэффективно, на всех этапах производится большое количество отходов. В ситуации, когда население планеты увеличивается и вместе с ним увеличивается спрос на товары и услуги, требуется все больше ресурсов, которые, к сожалению, конечны. Вместе с этим растет и объем отходов, которые при линейной модели экономики так отходами и остаются. Внедрение технологий, повышающих эффективность производства, позволяет экономить ресурсы, но проблему это не решает.

Экономика замкнутого цикла подразумевает вторичное использование отходов в максимальном объеме и отказ от того, что невозможно переработать. Такая модель предусматривает возвращение в хозяйственный оборот всех видов отходов — в том числе I и II классов. Вокруг достаточно примеров того, как это происходит с пластиком, из которого можно производить самые разные товары — от ручек до кроссовок, со стеклом, бумагой или, например, отходами лесного и сельского хозяйства. Но и у отходов I и II классов тоже может быть вторая жизнь. В России на сегодняшний день перерабатывается лишь около 1,5 % отходов I и II классов, тогда как в странах ЕС — до 89 %.

Столь низкий процент переработки объясняется главным образом отсутствием специальной инфраструктуры: пока за такие отходы берутся лишь отдельные предприятия. Речь идет в основном о батарейках, аккумуляторах и ртутьсодержащих отходах — соответствующие мощности есть в Челябинске, Ярославле и Петербурге. В итоге большая часть отходов I и II классов просто копится, со временем превращаясь в так называемые объекты накопленного вреда, попадая в природную среду и отравляя ее. Хотя львиная доля таких отходов вполне пригодна для рециклинга.

Есть несколько технологий, например демеркуризация, высокотемпературное обезвреживание, физико-химическая обработка, применение которых позволяет вернуть отходы I и II классов в хозяйственный оборот. Первая применяется для ртутьсодержащих отходов — разного рода приборов, ламп, шламов, шлаков и др. Продукты их переработки, которые можно использовать вторично, — это стекло,

сталь, алюминий, грунт, водонерастворимые соли, металлическая ртуть. Высокотемпературное обезвреживание применяется к отходам, содержащим органические компоненты. В результате переработки этих отходов можно получать соли кальция и натрия, пересыпной материал для полигонов ТКО. В результате физико-химической обработки такой группы отходов, как смеси неорганических солей, оксидов, гидроксидов, кислот, можно получать металлическую медь, соли натрия и калия, гидроксиды металлов, хлорид и сульфат аммония. Все эти продукты находят применение в самых разных отраслях промышленности — от электротехники и металлургии до фармацевтики и сельского хозяйства. Например, хлорид и сульфат аммония используются в качестве удобрений, а цинковый порошок, который получают при переработке батареек, — для изготовления источников тока. Из шлама можно получать свинец, олово и даже теллур и селен, востребованные в радиотехнике, металлургии, при производстве солнечных панелей и пр. В результате многостадийной переработки вышедшей из употребления электроники, кино-, фото- и рентгеноотходов можно извлекать даже драгоценные металлы.

Контроль от А до Я

За создание в России государственной системы по обращению с отходами I и II классов отвечает ФГУП «Федеральный экологический оператор» — предприятие госкорпорации «Росатом». По словам первого заместителя генерального директора ФЭО по реализации экологических проектов Максима Королькова, федеральный проект «Инфраструктура по обращению с отходами I и II классов опасности» направлен на предотвращение образования объектов накопленного экологического вреда. «Он

Термовакuumный метод обезвреживания ртутьсодержащих отходов



ВСЕГО В ФЕДЕРАЛЬНОМ КЛАССИФИКАТОРЕ ОТХОДОВ НАСЧИТЫВАЕТСЯ 444 ВИДА ОТХОДОВ I И II КЛАССОВ ОПАСНОСТИ



Отходы сельского, лесного хозяйства, рыбоводства и рыболовства

Непригодные для применения агрохимикаты



Отходы производства химических веществ и химических продуктов

Отработанные растворители, кислоты, щелочи, отходы производства агрохимикатов



Отходы производства металлических изделий, машин и оборудования

Отработанные растворы при покрытии металлических поверхностей



Отходы производства и потребления

Люминесцентные лампы
Ртутные термометры
Батарейки
Аккумуляторы



Отходы обслуживания, ремонта транспортных средств

Отработанные аккумуляторы
Химические источники тока от электромобилей



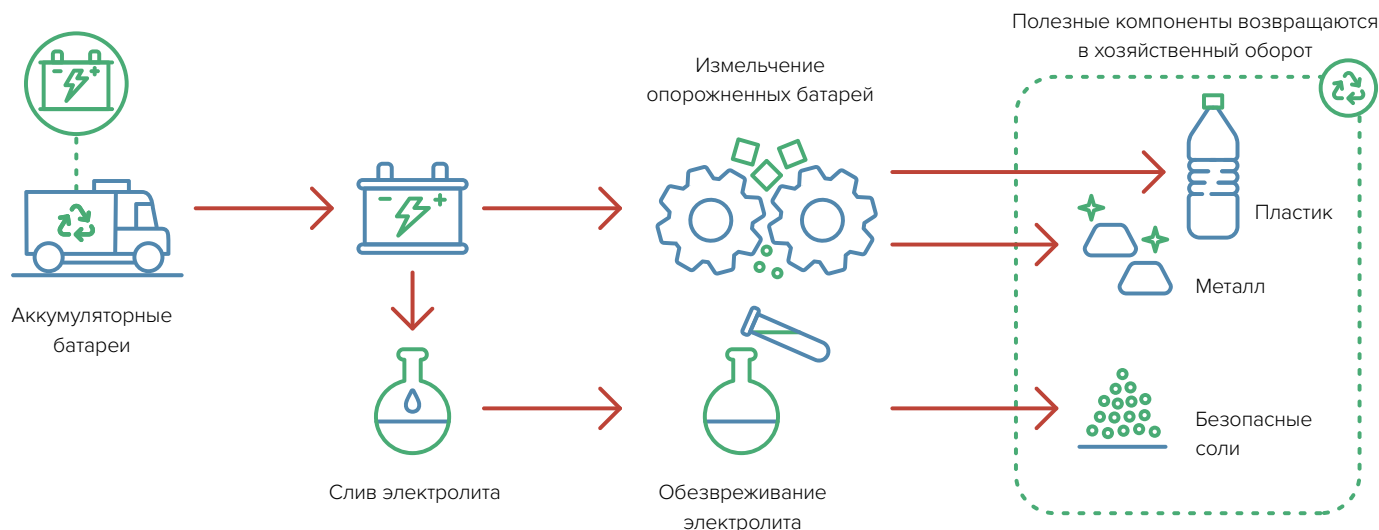
Отходы при технических испытаниях, измерениях, исследованиях

Лабораторные реактивы с истекшим сроком

В составе нацпроекта «Экология»



Утилизация и обезвреживание химических источников тока (аккумуляторов, батареек и т. д.), утративших потребительские свойства



нацелен на создание прозрачной, понятной системы управления такими отходами для того, чтобы предприятия, которые образуют их, не искали, куда их сбыть, чтобы эти отходы не появлялись потом где-то на лесных свалках, на помойках и не закапывались, а по понятной процедуре попадали к предприятию-переработчику», — поясняет Максим Корольков.

Новая схема обращения с отходами I и II классов предусматривает несколько сторон. Первая сторона — это предприятия, ИП или юридические лица. Они могут заниматься утилизацией своих отходов самостоятельно — по лицензии, полученной в Росприроднадзоре. Если таких возможностей (специально оборудованных площадок, мощностей, системы мониторинга и пр.) у предприятия нет, оно обязано обратиться к ФЭО, на который возложены функции федерального оператора по обращению с отходами I и II классов, и заключить договор. Передача отходов федеральному оператору — платная

услуга, тарифы пока не определены. Третья сторона процесса — это операторы по переработке отходов I и II классов, имеющие соответствующую лицензию, и операторы по транспортированию отходов. Кроме того, федеральный оператор принимает отходы I и II классов, входящие в состав твердых коммунальных отходов, от региональных операторов по обращению с ТКО — также по договору на оказание услуг.

Такие договоры будут заключаться в государственной информационной системе (ГИС ОПВК). Это программный продукт, который позволяет «вести» отходы I и II классов буквально от А до Я — от предприятия, где они были произведены, до места, где они подвергнутся обработке, которая для них предусмотрена. Система содержит сведения о «происхождении», видах и объемах отходов, о месте их накопления и пр. (предоставление таких сведений будет обязательным для предприятий), а кроме того, об операторах по обращению с отходами,

Утилизация и обезвреживание гальванических растворов и сточных вод от промышленных предприятий



обязанностью которых будет внесение информации обо всех процессах, которым эти отходы будут подвергнуты, об используемых технологиях и оборудовании, об объемах. ГИС ОПВК позволяет в режиме реального времени отслеживать все этапы вплоть до движения транспорта во время перевозки отходов с помощью ГЛОНАСС, если это будет необходимо. Планируется, что эта работа начнется в начале 2022 года — функционал системы проработан, в настоящий момент ведется тестирование ее модулей, в котором участвуют предприятия из 49 регионов страны. Кстати, первым регистрацию в ГИС прошел челябинский «Мегаполисресурс» — крупнейший в стране переработчик батареек, аккумуляторов, электроники и рентгеноотходов.

Вторая жизнь заводов

Новая государственная система по обращению с отходами I и II классов предусматривает также создание соответствующей инфраструктуры — в частности сети экологических технопарков для их переработки во вторичные ресурсы. Таких комплексов будет семь — три будут построены с нуля, еще четыре создаются на базе бывших заводов по уничтожению химического оружия. Речь идет о современных комплексах с многоуровневыми системами безопасности, которые были частью инфраструктуры, созданной в рамках федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации». Программа закончилась в 2018 году, однако объекты, на которых она реализовывалась, решено было перепрофилировать и использовать для переработки отходов I и II классов.

Из 440 видов отходов на таких комплексах планируется переработка порядка 300 видов. Проектная мощность каждого объекта — 50 тысяч тонн отходов, срок службы — минимум 30 лет. Речь идет об экотехнопарках «Камбарка» в Удмуртии, «Щучье» в Курганской, «Мирный» в Кировской и «Михайловский» в Саратовской областях, которые должны начать работу в конце 2023 года. Три новых площадки находятся в стадии проектирования.

В населенных пунктах, где создаются экотехнопарки, были открыты общественные приемные, работает бесплатная телефонная линия по проекту создания инфраструктуры для обращения с отходами I и II классов, проводятся встречи с местными жителями. «В своей работе мы придерживаемся принципа тесного взаимодействия с общественностью на всем жизненном цикле создания объекта, — подчеркивает первый заместитель генерального директора ФЭО по реализации экологических проектов Максим Корольков. — Даже на том этапе, когда мы еще не приступили к проекту, мы в обязательном порядке обсуждаем с общественностью ее ожидания, подходы к решению конкретной задачи. Технические туры, работа со школьниками и студентами, создание различных советов подсказывают нам, как правильно работать, и дают общественности правильное восприятие всего того, что мы делаем».



Из школы — в химики

Создание новой отрасли по обращению с отходами I и II классов — по сути, с нуля — подразумевает в том числе разработку технологий, подготовку кадров и становление образовательного процесса, экологическое просвещение.

Для решения этих задач по инициативе Росатома в мае 2020 года был создан Федеральный научно-образовательный консорциум «Передовые ЭкоТехнологии», участниками которого стали крупные российские вузы — Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю. А., Удмуртский государственный университет, Вятский государственный университет, РАНХиГС и др., а также Общероссийское межотраслевое объединение работодателей в сфере охраны окружающей среды «РУСРЕЦИКЛИНГ» и «Русатом Гринвэй», отраслевой экологический интегратор госкорпорации «Росатом». Совсем недавно, в марте 2021 года, к команде подключился Томский государственный университет.

Одним из проектов Консорциума стал, например, разработанный РХТУ проект «Менделеевские классы». Он создавался для того, чтобы изменить систему преподавания химии и математики в школах, сделав упор на проектную и исследовательскую деятельность учащихся, предпрофессиональную подготовку и сотрудничество с профильными предприятиями, которые в настоящий момент остро нуждаются в высококвалифицированных кадрах. Проект стартовал в 2020 году для учащихся 8 классов. «Занятия проводятся учителями химии и математики при поддержке профессорско-преподавательского состава вузов Консорциума, — говорит научный руководитель Международной академии бизнеса Mendeleev PXTU им. Д. И. Менделеева Игорь Еремин. — Для обеспечения ранней подготовки специалистов для предприятий мы согласовали вопрос о том, чтобы каждому ученику после выпуска из 11 класса была присвоена квалификация «химик-лаборант».

В настоящий момент Менделеевские классы открыты в школах пяти регионов страны.

Текст: Ирина Проровская

Фото: ФГУП «ФЭО»

Челябинская городская свалка



Генеральная уборка

Как в короткие сроки ликвидировать вред, копившийся десятилетиями

В России — масштабная генеральная уборка: ликвидируются свалки, накопители промышленных отходов, захоронения ядохимикатов, брошенные комбинаты. Новая отрасль по обращению с отходами, создаваемая сейчас в стране, направлена на то, чтобы впредь они не накапливались. Однако то, что сегодня уже наносит вред окружающей среде, должно быть ликвидировано. Эта работа проводится в рамках федерального проекта «Чистая страна» в составе нацпроекта «Экология».

Найти и обезвредить

Понятия «накопленный вред окружающей среде» и «объекты накопленного вреда» появились в законодательных актах Российской Федерации в 2016 году,

когда были внесены соответствующие изменения в закон «Об охране окружающей среды». Накопленный вред — это результат деятельности (не только экономической), которая велась в прошлом, и вредные последствия которой были устранены не полностью или не устранены вовсе. Объектами накопленного вреда окружающей среде по закону считаются территории, на которых он выявлен, а также объекты капитального строительства или размещения отходов, которые являются его источником.

Для учета таких объектов в России существует Государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде — ГРОНВОС. По данным на конец 2020 года, он представлял собой перечень из 267

пунктов, в текущем году в реестр были включены новые объекты, сейчас их более 300. Среди перечисленного — несанкционированные свалки, мазутохранилища, полигоны ТБО, иловые поля очистных сооружений, шламонакопители, короотвалы и многое другое, в том числе находящееся в черте населенных пунктов. Все включенные в ГРОНВОС объекты категоризируются для того, чтобы определить очередность их ликвидации — в первую очередь такие работы проводятся на объектах, которые признаны приоритетными.

Часть из них уже исключены из ГРОНВОС: в 2020 году было ликвидировано 46 объектов накопленного вреда, в том числе свалки в границах городов, в 19 регионах страны — такие цифры в конце года озвучила на совместном заседании Госсовета и Совета по стратегическому развитию и нацпроектам заместитель председателя правительства РФ по вопросам сельского хозяйства, экологии и оборота недвижимости Виктория Абрамченко. Ликвидацией четырех объектов из числа наиболее крупных и опасных в настоящий момент занимается госкорпорация «Росатом» в лице ФГУП «Федеральный экологический оператор» (ФЭО).

От ядовитого прошлого — к зеленому будущему

ФЭО — один из ключевых участников федерального проекта «Чистая страна», являющегося частью нацпроекта «Экология». Основная цель этого проекта — уменьшить экологический ущерб, связанный в том числе с объектами накопленного вреда, для чего требуется рекультивировать порядка 1,5 тысяч га земель. Каждый из объектов, где исполнителем является ФГУП «Федеральный экологический оператор», можно назвать по-своему уникальным.

Челябинская городская свалка. История этого объекта началась еще в 1949 году, а к 2018-му он занимал участок земли более 74 га в центре миллионного города. Высота свалочных масс — 40 м, общий объем отходов — 17,5 млн м³! Причем это были отнюдь не только ТКО, но и промышленные отходы, в том числе нефтяные. Мусорный монстр, прираставший каждый год на 500 тысяч тонн отходов, производил ежегодно порядка 60 тысяч тонн выбросов в атмосферу и, как все свалки, периодически горел. Закрывать этот объект планировали с 90-х годов, но случилось это лишь три года назад, когда Челябинск был назначен местом проведения саммитов ШОС и БРИКС.

В марте 2019 года правительство РФ определило исполнителя работ по ликвидации этого объекта накопленного вреда — ФЭО. «Он был определен на все этапы, на весь жизненный цикл объекта — и на проектирование, и на работы по рекультивации свалки, — подчеркивает начальник Управления организации обращения с отходами Министерства экологии Челябинской области Юлия Жукова. — Чуть более полугода ушло на разработку проектно-сметной документации. Осенью 2019 года мы уже имели

проект и заключение государственных экспертиз, экологической и градостроительной, что позволило с декабря 2019 года привлечь часть федерального финансирования и непосредственно приступить к работам по рекультивации».

Тело гигантской свалки стабилизировали, придали ему правильную форму, сформировали откосы, укрыли геокomпозитными материалами, которые предотвращают попадание внутрь воды. Следующим этапом было устройство систем сбора свалочного газа, фильтрата и поверхностных стоков, защитного экрана. Технический этап рекультивации практически окончен — в этом году монтаж оборудования будет завершен, начался биологический — то, что образно можно назвать оздоровлением земли.

Уже в самом ближайшем будущем бывшая свалка будет выглядеть как зеленый холм, в течение как минимум 20 лет строить на ней ничего нельзя. Жители Челябинска тем временем обсуждают будущее территории бывшей свалки: опросы показали, что там хотели бы видеть дендрарий, горнолыжный спуск и пр. В планах также использование территории для городских нужд, что позволило бы снизить нагрузку на бюджет. «Эта история должна иметь продолжение, потому что объект надо содержать — там довольно серьезные сооружения, которые требуют обслуживания», — говорит Юлия Жукова и приводит в качестве возможного примера генерацию электроэнергии из свалочного газа.

Полигон «Красный бор». Созданный в 1969 году, этот полигон — единственный в своем роде: десятки лет сюда свозили промышленные отходы всех классов со всего СССР — в том числе с Дальнего Востока,



Место расположения полигона «Красный бор» было выбрано не случайно. На территории Ленинградской области находятся большие, до 110 м, толщи кембрийских глин — за голубоватый оттенок их называют синими. Это сверхплотные породы, которые обладают высокой буферной способностью, что послужило поводом для создания в Тосненском районе Ленинградской области, где кембрийских глин много, опытного полигона по приему и ликвидации химпромотходов. Расчет был на то, что глины будут выполнять роль водоупора при сооружении карт-котлованов полигона — препятствовать загрязнению токсичными веществами грунтовых вод. Однако котлованы эксплуатировались намного дольше, чем было предусмотрено проектом, — десятилетиями, в том числе с серьезными нарушениями. Дальнейшие исследования показали, что барьерные свойства кембрийских глин ниже, чем считалось раньше.

из республик Средней Азии и Прибалтики. В итоге всего в 30 км от Петербурга и в 6 км от города Колпино на территории в 67,7 га образовалось захоронение, на территории которого в период эксплуатации (полигон перестал принимать отходы в 2014 году) было образовано 70 карт-накопителей, заполненных высокотоксичными отходами в количестве 1,7 млн тонн. Сегодня «Красный бор» — один из самых опасных объектов накопленного вреда в стране. Предполагается, что объем грунтов зоны складирования отходов, образованной при рекультивации ранее закрытых карт, может достигать 2,8 млн м³.

Проектирование работ на полигоне началось в июне 2020 года — были проведены инженерные изыскания и разработана документация по первому этапу работ. Это будет устройство противифльтрационной завесы вокруг полигона, исключающей возможность поступления загрязнений в окружающую среду — грунт, грунтовые и поверхностные воды. Задачи нынешнего года — прохождение экспертиз по первому

Промышленная площадка в г. Усолье-Сибирское, Иркутская область

этапу и проектирование последующих работ (второй этап — переработка содержимого тех карт-накопителей, что остаются открытыми, и рекультивация полигона) и начало создания защитного эшелонированного экрана. К 2024 году место полигона должно превратиться в зеленый холм.

Промышленная территория города Усолье-Сибирское. 200 промышленных объектов и 50 км наземных коммуникаций на площади в 610 га — это то, что осталось от предприятия «Усольехимпром». С 1936 года этот гигант советской химической промышленности выпускал хлор, каустическую соду, перекись водорода, ацетилен, синтетический каучук, бытовую химию, лакокрасочные материалы и многое другое — сотни наименований самой разной продукции, выпуском которой в лучшие для предприятия годы занимались 7 заводов.

В 2017 году предприятие было признано банкротом, и теперь это гигантский объект накопленного вреда, вся территория которого в какой-то степени представляет опасность: в некоторых местах почва загрязнена, в том числе ртутью, на глубину до 10 метров. Отходы производства, которые просто сливали куда попало, были обнаружены в самых непредсказуемых сочетаниях в проржавевших цистернах и даже под землей — в тех пещерах, которые образовались в соляном пласте в результате накачивания его водой. В 2018 году в Усолье-Сибирском был введен режим чрезвычайной ситуации.

«Было предприятие, которое имело цеха, запас сырья, определенное количество отходов, объекты глубинной добычи сырья — впоследствии туда же закачивались отходы, — описывает ситуацию первый заместитель генерального директора по реализации экологических проектов ФГУП «ФЭО» Максим Корольков. — В какой-то момент все оборвалось, и производственные объекты, которые требовали серьезной эксплуатации, оказались просто брошенными. Естественно, под воздействием климатических факторов и просто со временем все это пришло в негодность. Речь идет об огромной территории — фактически территории среднего города, на которой разбросаны самые разные опасные объекты. Привести все это в безопасное состояние — задача, требующая компетенций и технологий, которых в России, по сути, до этого не было».

Противофильтрационная подземная защита Ангара от попадания в нее загрязненных нефтью грунтов (14 500 м³), ликвидация наземной части цеха ртутного электролиза — одного из самых опасных, а также двух скважин глубиной до 1300 м, приведение в безопасное состояние 17 аварийных емкостей с токсичными веществами — это только часть работ, выполненных в 2020 году. На нынешний запланирована ликвидация еще 10 скважин, окончание работ по демонтажу цеха ртутного электролиза, полная



Территория Байкальского целлюлозно-бумажного комбината, Иркутская область

локализация находящейся вблизи Ангары подземной нефтяной линзы, масса которой — 2,5 тысячи тонн, а также разработка проекта рекультивации территории. Дальше — обработка всех производственных объектов, работа со шламонакопителями, очистка промышленной канализации и грунта, загрязненного ртутью. По расчетам количество ртути, которая будет извлечена со всей территории, может достигать 300–400 тонн — это столько, сколько Россия экспортирует за год. В дальнейшем на площадке бывшего «Усольехимпрома» будет построен экотехнопарк для переработки промышленных отходов предприятий Иркутской области, в том числе отходов самого комбината.

Территория Байкальского целлюлозно-бумажного комбината. БЦБК, некогда градообразующее предприятие Байкальска, был остановлен еще в 2013 году. Теперь его промплощадка с полигонами «Солзанский» и «Бабхинский», а также территорией канализационных очистных сооружений — один большой объект накопленного вреда в 500 метрах от озера Байкал. Объем накопленных отходов — 5,67 млн м³.

Работы по ликвидации этого объекта были поручены ФЭО осенью 2020 года — три предыдущих подрядчика к ним так и не приступили. В настоящий момент ведется разработка проектной документации, в планах на текущий год — прохождение государственных экспертиз. Среди технологических решений рассматриваются: на полигоне «Солзанский» — удаление и очистка надшламовой воды, литификация, промораживание и компостирование шлам-лигнина; на полигоне «Бабхинский» — устройство противофильтрационной завесы по периметру полигона, устройство системы сбора и очистки фильтрата, поверхностных стоков, создание многофункционального защитного экрана; на очистных сооружениях — очистка щелочесодержащей жидкости и ее осадка, получение из осадка техногрунта.

Задача, которая стоит перед ФЭО, крайне сложна потому, что, по словам Максима Королькова, универсальных технологических решений по работе с такими отходами, какие находятся на территории БЦБК, попросту нет: «Это уже не отходы целлюлозно-бумажного производства. Надо понимать, что там намешано все — зола, шлам-лигнин, строительный мусор, даже ТКО. По сути, для каждой карты-накопителя мы сейчас разрабатываем отдельные технологии, отдельные подходы».

Работы по ликвидации должны быть выполнены в 2024 году. Есть планы в будущем создать на этой территории биотехнологический центр воспроизводства лесов.

Не экономить на простом

И территория «Усольехимпрома», и полигон «Красный Бор», и другие объекты накопленного вреда,



ликвидация которых поручена ФЭО, уникальны не только своими масштабами и задачами, которые необходимо решить, но и тем, что являются площадками для отработки технологий, которые в будущем могут быть востребованы на других объектах уже как типовые решения. Генеральная уборка в стране только началась — до 2024 года необходимо решить проблему 191 свалки в границах городов, а также привести в безопасное состояние 88 наиболее опасных объектов накопленного вреда.

Такая работа — всегда долгая, сложная и дорогая. Стоимость мероприятий, например, на Челябинском полигоне — 4,5 млрд рублей, из которых порядка 81 % составляют средства федерального бюджета. Выступая в марте на форуме «Чистая страна» и рассказывая об объектах, ликвидацией которых сейчас занимается ФЭО, Максим Корольков подчеркнул, что создавать в короткие сроки дорогостоящие уникальные технологии и разрабатывать многоуровневые умные системы по переработке отходов приходится лишь потому, что в свое время кто-то не захотел решать текущие задачи простыми и понятными способами. «Вместо того чтобы постепенно, планомерно тратить ресурсы на недопущение возникновения таких объектов, промышленные предприятия, и до сих пор это не редкость, экономя на разовых ежедневных затратах, создают большую проблему, с которой в дальнейшем сложно будет справиться самостоятельно», — объяснил Корольков. — Ее решение — это необходимость разового вовлечения огромного количества ресурсов. Кроме того, такие объекты накопленного экологического вреда, оставаясь, по сути дела, без должной эксплуатации, без должного досмотра, в геометрической прогрессии увеличиваются — в объеме и в сложности. Отпустив один раз этот процесс, мы получаем необходимость решения задачи намного более сложной, чем это могло бы быть при планомерной работе. Наша ключевая задача — не допустить, чтобы решение таких проблем легло на будущие поколения».



Кирилл Комаров,
первый заместитель генерального
директора — директор Блока
по развитию и международному
бизнесу госкорпорации «Росатом»

«Нужно не только ликвидировать объекты накопленного вреда, но и не допустить их появления в будущем»

Экологические решения — одно из стратегических направлений деятельности для Росатома. Формулируя стратегические цели, мы в госкорпорации всегда опираемся на два фундамента: во-первых, у нас должен быть набор технологических, организационных, производственных компетенций, которые позволяют нам решать поставленные задачи. Во-вторых, всегда должен быть ответ на очень важные вызовы, стоящие перед государством и обществом, наша работа должна быть направлена на повышение качества жизни людей.

Все что мы делаем в области экологии, я бы свел к трем серьезным задачам. Прежде всего, это вклад в борьбу с изменением климата на планете. Мы видим свою роль в том, чтобы генерировать как можно больше чистой энергии. Росатом — крупнейшая энергетическая корпорация страны, производящая безуглеродную энергию. Причем сегодня не только атомную, на юге России уже работают несколько наших ветропарков. Но, конечно, на первом месте по объемам и значимости та самая энергия атома, которая позволяет сдерживать выбросы CO₂ в атмосферу и бороться с изменением климата. Ситуация еще не является безнадежной, человеческими усилиями ее вполне можно остановить. И здесь нам важно, во-первых, максимально наращивать производство атомной энергии, во-вторых, доносить до людей правильную информацию о ней, поскольку вокруг атомной генерации все еще много мифов, предрассудков, заблуждений.

Вторая часть нашей работы — это то, что называют генеральной уборкой страны. Мы гордимся тем, что правительство

поручило нам несколько очень важных задач: это и ликвидация городской свалки в Челябинске — в этом году мы завершаем ее приведение в безопасное состояние, это и три истории, связанные с печальным экологическим наследием, — площадка «Усольехимпрома» в Иркутской области, полигон «Красный Бор» под Санкт-Петербургом и территория Байкальского ЦБК. Наша задача состоит в том, чтобы, применив самые современные в мире технологии, привести эти площадки в безопасное состояние, создать комфортные и безопасные условия для жизни людей вокруг.

Третья наша задача в том, чтобы генеральную уборку не требовалось повторять. Нужно не просто ликвидировать объекты накопленного вреда, которые уже образовались, но и не допустить появления таких объектов в будущем. Именно для этого мы ведем работу по формированию целостной системы обращения с промышленными отходами I и II классов. Мы делаем это на базе знаний и умений, которыми обладаем в области обращения с радиационными отходами. Мы провели инвентаризацию по всей стране, разобрались полностью со всеми цепочками, выстроили системы логистики и переработки, понимаем судьбу абсолютно каждого материала от момента его происхождения до момента, когда он должен поступить на финальную переработку и утилизацию.

Теперь наша задача — выстроить максимально прозрачную систему обращения с отходами I и II классов. Уверен, что у нас получится это решить и в дальнейшем в стране не будет необходимости проводить еще одну генеральную уборку.



Виктория Абрамченко,
заместитель председателя
правительства РФ (из выступления
на Международном форуме-выставке
«Чистая страна» в поддержку
национального проекта «Экология»)

Мы должны помнить, что не получили землю в наследство от наших предков. Мы взяли ее в долг у наших детей. Если мы будем помнить об этом, наше потребление и наши действия будут более осознанными. Нам нужна тотальная генеральная уборка — ликвидация объектов накопленного вреда. Это такие предприятия, как «Усольехимпром», которые оказались брошенными собственниками фактически на произвол судьбы. Это корабли, которые оказались затоплены в бухтах наших морей. Почему-то мы привыкли мириться с этим, мы не замечаем эти затопленные корабли и привыкли жить с такими промышленными предприятиями.

Экология — это дорого. Где взять средства на ликвидацию накопленного вреда, если у предприятия больше нет собственника? У регионов и муниципалитетов нет средств на тотальную генеральную уборку. Как правило, это всегда бремя федерального бюджета. Необходимо не только ликвидировать 191 свалку в границах городов, но и 88 наиболее опасных объектов накопленного вреда. Нужно приоритези-

ровать такие объекты и планировать такую работу. Это задача номер один в рамках кейса «Генеральная уборка».

Мы посмотрели на наш градостроительный кодекс и обнаружили, что в нем нет норм, прописывающих, как правильно выводить из эксплуатации промышленные предприятия. Есть нормы о том, как построить объект, но как выводить из эксплуатации, никто не знает. Собственник должен нести бремя содержания своего имущества до самого конца, должен за собой убирать. А вот когда собственника нет, безусловно, государство не должно бросать людей один на один с такой бедой. Ключевым примером является город Усолье-Сибирское, где мы вместе с коллегами из Росатома ликвидировали накопленный вред. Это было непросто. Там было много вызовов. Но мы с этой задачей, с первоочередными мероприятиями справились.

Что мы будем иметь, когда закончим генеральную уборку? Мы будем иметь чистую страну, и в этой чистой стране будут жить наши дети.



Виктор Евтухов,
статс-секретарь — заместитель
министра промышленности
и торговли РФ (из выступления
на Международном форуме-выставке
«Чистая страна» в поддержку
национального проекта «Экология»)

Мы заинтересованы в том, чтобы максимальное количество вторичных ресурсов вовлекалось в оборот. Это повышение конкурентоспособности наших предприятий — прежде всего на внешнем контуре. Мы заинтересованы в том, чтобы в России создавалась современная технологичная машиностроительная база, чтобы мы могли обеспечить наши сортировочные комплексы, мусороперерабатывающие и заводы по энергетической утилизации современным оборудованием, чтобы они не были импортозависимыми и чтобы процесс был как можно дешевле.

Сегодня в рамках исполнения этой задачи мы смогли более чем на 65 % создать свою российскую базу практически по всей цепочке — от контейнеров и мусоровозов до сортировки, компостирования и энергетической утилизации. Мусоросжигающие заводы, о которых сегодня много говорят и которые строятся (четыре в Московской области, один в Татарстане), на 70 % будут обеспечены российским оборудованием. Проекты,

которые обсуждаются (25 новых заводов), тоже будут обеспечены нашей машиностроительной отраслью.

Нам никуда не деться от энергетической утилизации. У нас нет особых проблем с макулатурой — это дефицит. Нет проблем со сбором лома — цена растет, и мы даже вводим определенные ограничения. У нас большой спрос на пластик, много предприятий, которые сегодня используют вторичный пластик и производят геотекстиль для дорог, для сельского хозяйства...

Работа с населением приводит к тому, что люди начинают собирать отходы и готовы к тому, чтобы осуществлять раздельный сбор. Мы сможем не только не допустить строительства новых полигонов, но и значительно сократить те, которые сегодня существуют. И выполнить задачу, которую поставил президент: это экономика замкнутого цикла, где на захоронения вообще не должно отправляться ни одного килограмма отходов.

Текст и фото: пресс-служба
АО «СвердНИИхиммаш»

Комплекс установки выпаривания
солеосодержащих
стоков ООО «СИБУР Тобольск»



Нефтехимия атомной чистоты

СвердНИИхиммаш создал установку очистки стоков для крупнейшего нефтехимического комплекса России

Предприятие по переработке углеводородного сырья и выпуску полимеров ООО «СИБУР Тобольск» успешно эксплуатирует установку выпаривания солеосодержащих стоков (УВСС), разработанную АО «СвердНИИхиммаш» (входит в машиностроительный дивизион Росатома — «Атомэнергомаш»). СвердНИИхиммаш осуществил проектирование, разработку и поставку технологического оборудования, включая комплекс предочистки, инженерного обеспечения и здания для размещения установки, и выполнил работы по шефмонтажу и пусконаладке. Стоимость поставленных материалов, оборудования и услуг составила 2,4 млрд рублей.

Установка выпаривания производительностью 150 м³ в час стала ключевым узлом замкнутого водооборотного цикла ООО «СИБУР

Тобольск» — крупнейшего нефтехимического комплекса страны. В рамках выполненного контракта поставлено более 2650 наименований оборудования и материалов, 1600 тонн металлоконструкций, 800 тонн технологического оборудования из различных нержавеющих и титановых сплавов, произведено более чем 500 машино-рейсов.

СвердНИИхиммаш выиграл тендер на поставку оборудования, в котором участвовали более десяти компаний, включая европейские и американские. Технология переработки стоков, применяемая уральским предприятием, выбрана как лучшая по совокупности технических параметров и стоимости на всем жизненном цикле. Установка обеспечивает экологическую безопасность производства, минимизируя техногенное воздействие на окружающую среду.

Справка

Установка выпаривания соледержащих стоков предназначена для переработки водоподготовительных и загрязненных стоков основного технологического производства комбината и состоит из комплекса предварительной очистки и вакуум-выпарных линий. УВСС работает по бессточной технологии обработки производственно-промышленных стоков, состоящей из трех этапов. На первом этапе с помощью фильтровальных и флотационных установок, сепарации и озонирования происходит предпочистка стоков. Затем вакуум-выпарные установки очищают раствор от содержащихся солей до состояния, пригодного для повторного использования в технологическом процессе. Завершается процесс обезвоживанием оставшейся твердой фазы, ее расфасовкой и подготовкой к утилизации.



Работа на понижение

Арктика становится чище



Общая площадь арктических владений России составляет 3 млн км², это 18 % всей территории страны. Росатом участвует в очистке ядерно и радиационно опасных объектов, расположенных в Арктическом регионе. Только в прошлом году было вывезено ОЯТ суммарной активностью 758 тыс. Ки. Помимо этого, до конца 2026 года госкорпорация планирует разработать средства для подъема затопленных атомных подводных лодок.

Извлечь и обезвредить

В 1990-е годы на девяти пунктах базирования на северо-западе России размещалось более сотни атомных подлодок. Сейчас количество таких пунктов сократилось до двух, они переведены в безопасное состояние. Утилизировано 120 АПЛ, из них извлечены одноотсечные реакторные блоки для берегового хранения. Из всех реакторов выгружено ОЯТ, оно переработано на ПО «Маяк». Сняты с эксплуатации

1004 радиоизотопных термоэлектрических генератора, которые заменили на альтернативные источники электроэнергии.

На базах в губе Сайда, губе Андреева и Гремиех созданы производственные участки, позволяющие планировать и выполнять сложные технологические операции по обращению с ядерным топливом и радиоактивными отходами и проводить реабилитацию этих объектов.

Несмотря на пандемию, в 2020 году завершилась выгрузка ОЯТ из хранилищ блок-упаковки плавучей технической базы «Лепсе», длившаяся год. В целом же комплексный проект продолжается 15 лет. Блок-упаковка конструктивно представляет собой огромный герметичный контейнер, из него вывезено на переработку 620 ОТВС суммарной активностью 540 тыс. Ки. Оставшиеся в кессонах 19 ОТВС будут извлечены в этом году. В 2022 году блок-упаковку плавтехбазы подготовят для длительного хранения в губе Сайда. Таким образом будет устранен один из сложнейших ядерно опасных объектов в Заполярье и закончена история с ликвидацией последствий радиационной аварии 1984 года.

Российским специалистам удалось создать безопасные условия для разборки активных зон ядерных реакторов с жидким металлическим теплоносителем в Гремиех. Полностью вывезено около 900 ОТВС и 744 м³ РАО. На начало 2021 года разобрано восемь из 11 отработавших выемных частей (ОВЧ) АПЛ. В 2023-м Росатом планирует разобрать и вывезти последнюю ОВЧ. Сегодня СевРАО (филиал ФЭО) готовится к новой задаче: разборке двух активных зон, выгруженных в 1967 году из реакторов АПЛ К-27.

Отдельного внимания заслуживает производственный участок для выгрузки ОЯТ из временных хранилищ в губе Андреева. К 1989 году в ячейках находились на хранении 22 тыс. ОТВС. Подготовка к их выгрузке длилась с 2002 по 2016 год. Первую ОТВС извлекли в мае 2017-го. Условия обращения не зависят от времени года, погодных условий и, как показал 2020 год, от эпидемии коронавируса. Средний темп выгрузки сохраняется на уровне около 2 тыс. ОТВС в год. Общее количество вывезенного ОЯТ — 8136 ОТВС суммарной активностью 1,29 млн Ки. Завершить проект планируется в 2028 году.

Благодаря работам, проведенным в 2020 году на «Лепсе» и на объектах губы Андреева и пункта Гремиех,

суммарная активность в северо-западной части Арктики сократилась на 758 тыс. Ки.

В губе Сайда создана специально подготовленная база для безопасного долгосрочного хранения частей АПЛ и судов обеспечения атомных ледоколов, уложенных в специальные упаковки. В настоящий момент там хранятся 123 упаковки с частями АПЛ и 10 — с частями судов обеспечения. Вместимость площадки — 178 упаковок. Кроме того, в Сайде продолжается дезактивация металлических РАО, после которой чистый металл можно продавать на металлолом. Сейчас можно говорить об очистке 900 т твердых радиоактивных отходов. С 2015 года с объектов СевРАО доставлено около 8,5 тыс. м³ ТРО, всего же хранилища могут принять до 88 тыс. м³.

Поднять со дна

В 2020 году заместитель председателя правительства Юрий Трутнев поручил подготовить распорядительные документы, касающиеся реабилитации затопленных и затонувших в арктических морях объектов, содержащих ядерные материалы. Министерство по развитию Дальнего Востока и Арктики разработало проект указа президента «О реабилитации Арктической зоны Российской Федерации от затопленных и затонувших объектов с отработанным ядерным топливом и радиоактивными отходами».

Тогда же, в 2020-м, была завершена разработка технико-экономического исследования (ТЭИ) по безопасному обращению с затопленными атомными подлодками. В четырехлетнем проекте участвовал международный консорциум по контракту между Еврокомиссией и итальянской Sogin. Эксперты сформировали базу данных объектов, оценили их опасность, объем финансирования и сроки проведения работ. Росатом признан наиболее компетентной организацией, способной выполнить весь комплекс работ по подъему АПЛ. По состоянию на сегодняшний день документы рассматриваются федеральными органами исполнительной власти.

Суммарная активность семи объектов с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ), затопленных и затонувших в Карском и Баренцевом морях, составляет около 1 млн Ки. По предварительным оценкам, их можно извлечь в течение 12 лет. Подводные исследования, проектирование и подготовка средств подъема (плавающие средства, подъемные устройства, захватные приспособления) могут продлиться до конца 2026 года. По словам сопредседателя комиссии со стороны России, директора по государственной политике в области РАО, ОЯТ и выводу из эксплуатации ядерно и радиационно опасных объектов Росатома Олега Крюкова, извлечение подобных объектов — чрезвычайно сложная задача, так как в мире ее еще никто никогда не выполнял. Росатом изучает варианты взаимодействия, технологии. «На первом месте всегда будет оставаться безопасность и экологическое воздействие. Самое главное при таких работах — не иметь ни единого инцидента», — говорит Олег Крюков.

- Затонувшая в ходе транспортировки на разделку АПЛ Б-159 признана наиболее опасным объектом. В двух ее реакторах есть ядерное топливо.
- Атомная подлодка К-27 имеет реактор с жидкометаллическим теплоносителем. Она была подготовлена к затоплению и затоплена в 1981 году. В ее реакторах также находится ядерное топливо.
- Защитная сборка реакторной установки ОК-150 (первой ядерной паропроизводящей установки ледокола «Ленин») была подготовлена к затоплению и затоплена в 1967 году без топлива.
- Реакторные отсеки подлодок К-19 и К-11 были вырезаны после аварий на АПЛ в 1960-е годы. Их затопили после специальной подготовки.
- Реактор АПЛ К-140 пришел в негодность в результате нештатной ситуации в 1968 году. Его демонтировали, подготовили к затоплению и затопили в Карском море. Точное место его нахождения неизвестно.

В ТЭИ рассматриваются различные варианты обращения с затопленными объектами. Эксперты отдают наибольшее предпочтение следующему варианту: подъем двух АПЛ — Б-159 и К-27 и 70-летний мониторинг реакторных отсеков. Параллельно может обсуждаться возможность подъема оставшихся пяти подлодок.

Вопрос по затопленным объектам поднимался на заседании Общественного совета Росатома 25 марта этого года. Специальный представитель госкорпорации в правительстве по вопросам развития Арктики Владимир Панов проинформировал участников совещания о мероприятиях, направленных на охрану окружающей среды и обеспечение экологической безопасности в рамках «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности до 2035 года». В их числе — разработка и утверждение дорожной карты по подъему и дальнейшей утилизации АПЛ К-27 и Б-159, регулярная оценка влияния ОИАЭ в Арктической зоне на окружающую среду и население, разработка мер государственной поддержки в сфере обращения с отходами. Одним из приоритетных направлений является организация международного сотрудничества в сфере реабилитации территорий Арктической зоны с затопленными и затонувшими объектами с РАО и ОЯТ в рамках Природоохранного партнерства «Северное измерение» (ПОПСИ). Росатом с прошлого года взаимодействует с Европейским банком реконструкции и развития по проведению совместного обследования АПЛ К-27 и Б-159.

В настоящее время проекты в Арктике финансируются в рамках госпрограммы «Развитие атомного энергопромышленного комплекса», рассчитанной до 2027 года. Цели — вывезти с объектов северо-западной части Российской Арктики ядерное топливо, завершить утилизацию подводных лодок, атомных ледоколов и судов обеспечения, перейти к активной фазе реабилитации объектов. К этому времени, возможно, уже начнутся мероприятия по подъему наиболее опасных из затопленных и затонувших в Арктике АПЛ.

Текст: Ирина Дорохова
Фото: «Страна Росатом»

Монтаж конструкций внутренней защитной оболочки здания реактора на Нововоронежской АЭС



Эшелоны безопасности

Как обеспечивается многоуровневая комплексная защита АЭС

Весной 2021 года мы вспоминаем сразу о двух печальных датах. Чернобыльская авария произошла 35 лет назад, фукусимская — десять. Их причины проанализированы, выводы сделаны, уроки выучены. Безопасность ядерных объектов — безусловный высший приоритет, поэтому работы по ее совершенствованию ведутся непрерывно: вводятся новые требования к новым проектам станций, на действующих АЭС проходят стресстесты и, если нужно, меняются регламенты, разрабатывается устойчивое к авариям топливо. В этом обзоре мы рассказываем о современном «золотом стандарте» систем безопасности, конкурентных преимуществах АЭС российского дизайна и перспективных разработках.

План действий и пересмотр норм

После аварии на АЭС «Фукусима» МАГАТЭ, региональные и национальные регуляторы, а также сами компании, проектирующие, строящие и эксплуатирующие АЭС, внесли изменения в нормативные документы — требования по безопасности к проектам, созданию, эксплуатации и выводу из эксплуатации атомных станций.

Так, агентство еще в сентябре 2011 года, спустя несколько месяцев после аварии на «Фукусиме», разработало «План действий МАГАТЭ по ядерной безопасности». Один из пунктов плана предусматривал пересмотр и усиление норм МАГАТЭ по безопасности.

«Нормы безопасности МАГАТЭ» (IAEA Safety Standards) — это серия документов, в которых содержатся требования по различным аспектам безопасности АЭС. Этими требованиями обязано руководствоваться само агентство в своей деятельности. Однако они могут стать обязательными для региона или государства, если те примут их в качестве своих норм. «Организации, занимающиеся проектированием, сооружением и эксплуатацией ядерных установок, также могут руководствоваться в своей работе нормами безопасности МАГАТЭ. Это касается и “постфукусимских” требований», — объясняет первый заместитель генерального директора — директор по технической политике АО «Атомэнергопроект» Андрей Кучумов.

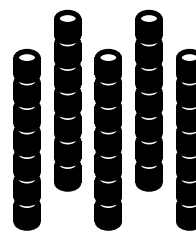
Поправки внесли в пять документов МАГАТЭ, в ноябре 2014 года они были утверждены. «Пересматривались положения, касающиеся регулирующей структуры, аварийной готовности и реагирования, ядерной безопасности. Кроме того, в центре внимания были инженерно-технические вопросы: выбор и оценка площадки, оценка экстремальных опасных природных явлений, включая их комбинированное воздействие, управление тяжелыми авариями, обесточивание станции, прекращение теплоотвода, накопление взрывчатых газов, поведение ядерного топлива и обеспечение безопасности хранения отработавшего топлива», — рассказывает Андрей Кучумов.

Безопасности предписали независимость

В отчете WENRA (Ассоциации западноевропейских органов регулирования ядерной безопасности) «Безопасность проектов новых АЭС», который вышел в 2013 году, постулировано несколько требований. Одно из них — независимость уровней глубокоэшелонированной защиты. Для достижения независимости WENRA предлагает опираться на принципы разнообразия, физического разделения — структурного или пространственного, а также функциональной изоляции. Такая независимость, в частности, подразумевает, что отказ одного уровня защиты не будет влиять на функционирование других уровней. Независимость надо обосновать для каждого уровня глубокоэшелонированной защиты, начиная со второго.

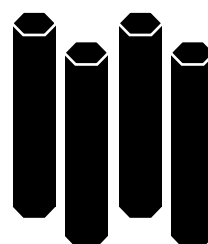
В отчете также отмечается, что события, которые для уже существующих реакторов считались проектными, должны учитываться при проектировании новых реакторов. К числу таких событий относятся множественные отказы оборудования и аварии с расплавлением активной зоны. А поскольку эффекты, вызванные авариями с расплавлением активной зоны, резко отличаются от таковых во время инцидентов без расплавления, то для первых необходимо рассматривать отдельный уровень глубокоэшелонированной защиты. К числу требований также относится и проектирование отдельных систем для предотвращения расплавления активной зоны и для управления аварией, во время которой активная зона все же расплавилась.

1



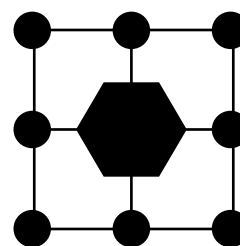
Керамические топливные таблетки. Керамика обладает более высокой термической устойчивостью и модулем упругости, чем металлы и сплавы. Керамические таблетки меньше подвержены деформации и расплавлению и, как следствие, лучше защищены от выхода образующихся нуклидов.

2



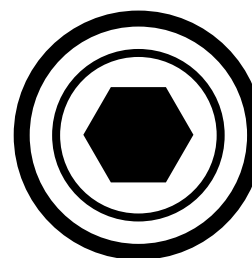
Оболочка твэлов, выполненная из циркония ядерной чистоты. Она препятствует выходу продуктов деления за пределы трубок.

3



Первый контур. В него входят реактор, трубопроводы разных видов, главный циркуляционный насос, парогенератор, система компенсации давления теплоносителя и оборудование систем нормальной эксплуатации и безопасности. Основное оборудование сделано из стали толщиной 20 см, которая удерживает продукты деления внутри первого контура.

4



Контейнмент, или гермооболочка — двухслойная оболочка, где размещается основное оборудование реакторной установки. Внутренняя — из предварительно напряженного железобетона. Для прочности и герметичности ее внутренняя поверхность покрыта сварной облицовкой из углеродистой стали. Внешняя оболочка выполнена из монолитного железобетона толщиной около метра. Обе они обеспечивают полную герметичность, защищая внешний мир от внутренней аварии, а внутренние системы — от опасных внешних воздействий. В том числе от землетрясения силой 8 баллов, падения самолета, смерча, урагана и даже взрыва.



Управлять запроектными авариями требует и Ростехнадзор. Российский регулятор также требует наличия независимых систем управления для разных ситуаций. В «Общих положениях обеспечения безопасности атомных станций» (далее «Общие положения») прописано, что системы управления запроектными авариями должны выполнять функции безопасности при отказе систем нормальной эксплуатации и систем безопасности, отводящих тепло от реактора и хранилищ ядерного топлива к конечному поглотителю, а также при отказе систем электроснабжения нормальной эксплуатации, сопровождающемся отказом систем аварийного электроснабжения.

«Общие положения» допускают совмещение функций безопасности и нормальной эксплуатации, но только в том случае, если не снижается безопасность атомной станции и надежность. Системы безопасности блоков многоблочной АЭС обязаны быть независимыми друг от друга.

Многослойная защита

В конструкциях российских АЭС предусмотрена многоступенчатая (глубокоэшелонированная) система защиты, куда входят как активные системы

безопасности, требующие активных действий персонала, так и пассивные, действующие за счет естественных физических процессов.

К пассивным, в частности, относятся так называемые четыре барьера безопасности (см. справку), которые уже стали «золотым стандартом» глубокоэшелонированной защиты.

К пассивным системам относится и ловушка расплава. Впервые ее использовали на Тяньваньской АЭС (подключена к сети в 2016 году). Российские инженеры предложили уникальное решение — конусообразную конструкцию, расположенную под реактором. Ловушка частично заполняется так называемым жертвенным материалом. Он состоит из блоков из оксидов алюминия и железа. Также функции жертвенного материала выполняет внутренняя стальная оболочка ловушки — корзина. Задача жертвенного материала — обеспечить подкритичность и снизить температуру кориума — расплава, содержащего ядерное топливо и компоненты внутрикорпусных устройств, чтобы он не вышел за пределы ловушки в случае аварии. Корзина и наполнитель растворяются в кориуме. Вода, поступающая по специальным трубопроводам в корпусе ловушки, заливает всю массу.

В результате снижается энерговыделение расплава и увеличивается поверхность теплообмена.

Еще одна пассивная защита — подвешивание стержней-поглотителей на электромагниты. Если блок будет обесточен, то они отключатся, и стержни упадут в активную зону под действием силы тяжести. Падение поглотителей прекращает цепную реакцию, так как количество нейтронов будет недостаточным для ее продолжения. Такая «природная» защита есть не везде: в блоках американского дизайна стержни вводятся снизу вверх.

Система аварийного и планового расхолаживания первого контура предназначена для расхолаживания реакторной установки во всех режимах работы блока. Она отводит остаточные тепловыделения от топлива, находящегося в реакторе и в бассейне выдержки, а также частично восполняет запас теплоносителя в реакторе при авариях с потерей герметичности первого контура.

Система аварийного охлаждения активной зоны (САОЗ) отводит теплоту из активной зоны при потере теплоносителя из циркуляционного контура. САОЗ состоит из активной и пассивной части, первая подает водный раствор бора в систему теплоносителя, вторая — в реактор.

Система пассивного залива активной зоны (СПЗАЗ) представляет собой восемь емкостей объемом по 120 м³ из двухслойной стали с водным раствором борной кислоты, подогретым примерно до 60 °С. Каждая емкость соединена трубопроводом с корпусом реактора. В случае разрыва первого контура и падении давления крышки клапанов, ранее прижатые этим давлением, открываются под действием силы тяжести, кислота самотеком поступает в реактор и гасит ядерную реакцию, поглощая нейтроны. Расчеты показали, что кислоты будет достаточно для охлаждения активной зоны до подключения системы аварийного расхолаживания.

Система пассивного отвода тепла через парогенераторы (СПОТ ПГ) дублирует аналогичную активную систему, если та не включится. Тепло отводится от активной зоны реактора благодаря конденсации генерируемого пара в трубчатке теплообменников СПОТ. Тепло уходит в атмосферу, а конденсат возвращается в парогенераторы за счет естественной циркуляции теплоносителя во втором контуре. Теплообменники СПОТ располагаются на высоте около 60 м, они надежно защищены строительными конструкциями.

СПОТ 30 — это система пассивного тепла от защитной оболочки. Она представляет собой систему теплообменников внутри защитной оболочки, связанную с баками аварийного отвода тепла (БАОТ) за ее пределами. Пар внутри оболочки конденсируется на теплообменниках и поступает в баки, установленные внутри БАОТ. Тепло от горячей воды отводится в атмосферу, а охлажденная вода

Потенциальную опасность представляет водород, накапливаемый в реакторе во время аварий: три реактора на «Фукусиме» были повреждены взорвавшимся газом. Чтобы предотвратить такое развитие событий, на АЭС устанавливается система удаления водорода из защитной оболочки. Система состоит из двух независимых подсистем: удаления водорода и контроля его концентрации под защитной оболочкой. Для удаления водорода в верхней части контейнмента установлены пассивные автокаталитические реакторы. Принцип действия такой: воздух с водородом попадает в блок катализатора. При контакте с катализатором водород окисляется, образуется вода, выделяется тепло. Далее нагретый во время реакции воздух с водяным паром отводится вверх и выбрасывается в атмосферу. Система поддерживает концентрацию водорода ниже пределов распространения пламени под защитной оболочкой во время проектных аварий, а при запроектных исключает детонацию и распространение горения.

поступает в основной бак и по трубам возвращается под оболочку и продолжает снимать тепло.

К активным системам относятся системы подачи теплоносителя. На российских АЭС действуют три независимых системы подачи воды. Основная — вода из первого контура. Если трубопровод первого контура будет разорван, вода будет поступать из резервных емкостей. Если их не хватит — из дополнительных резервуаров. Насос для каждой линии подачи воды расположен в отдельном здании, к каждому подсоединен автономный дизель-генератор.

Еще одна система — спринклерное разбрызгивание по контейнменту раствора бора. Спринклерная система, установленная под куполом контейнмента, решает несколько задач: снижает давление и температуру в контейнменте и связывает радиоактивные частицы с каплями жидкости.

Проверки на надежность

Сразу после аварии на «Фукусиме» Концерн «Росэнергоатом» инициировал системные исследования для уточнения сведений о надежности АЭС российского дизайна. Сотрудники ОКБ «ГИДРОПРЕСС» провели уточненный анализ сейсмостойкости, в рамках которого они сделали расчетный анализ сейсмостойкости оборудования, трубопроводов реакторной установки. Их коллеги из инжинирингового дивизиона провели аналогичные исследования зданий и сооружений, важных для безопасности, провели дополнительные исследования и проанализировали материалы сейсмического микрорайонирования АЭС, вычислили реальные коэффициенты запаса сейсмической опасности для энергоблоков и сделали уточненный расчетный анализ сейсмических воздействий на реакторные установки, бассейны выдержки, станционные хранилища ОЯТ, оборудование, важное для безопасности зданий и сооружений.

Все эти работы были начаты в 2012 году и были использованы для обоснования продления эксплуатации блока № 4 Нововоронежской АЭС и блоков

WANO, World Association of Nuclear Operators — Всемирная ассоциация организаций, эксплуатирующих атомные электростанции (БАО АЭС), объединяет всех операторов АЭС мира («оператор» означает организацию, эксплуатирующую атомную электростанцию).

Официальное образование БАО АЭС было провозглашено на учредительной ассамблее 15 мая 1989 года в Москве. Предпосылкой создания ассоциации стала авария на Чернобыльской АЭС, которая повлияла на всю мировую атомную индустрию. Для операторов стала очевидной необходимость новых подходов к безопасности АЭС и международного сотрудничества. Ядерная авария в любом регионе может иметь последствия и для других стран, поэтому все операторы атомных станций несут коллективную ответственность за обеспечение надежности и безопасности их эксплуатации.

Члены ассоциации могут участвовать в различных программах и мероприятиях, проводимых БАО АЭС. Благодаря мероприятиям БАО АЭС идет накопление информации, которая становится доступной всем членам. Задачи программ — помогать членам обмениваться информацией и сравнивать опыт и практику эксплуатации. Члены ассоциации могут работать совместно в атмосфере открытости и сотрудничества, которая позволяет каждому оператору извлечь уроки и пользу из опыта, проблем и положительной практики своих коллег для достижения наивысшего уровня безопасности и надежности атомных станций.

№ 1–4 на Кольской АЭС. ОКБ «ГИДРОПРЕСС» предложило раскрепить, то есть укрепить с помощью распорок, оборудование первого контура, чтобы нивелировать возможное сейсмическое воздействие. Предложение было принято, проект создан, на Кольской АЭС раскрепление уже сделали, на НВАЭС начнется в ближайшем будущем.

Также ОКБ «ГИДРОПРЕСС» в 2012 году проанализировало, есть ли смысл в наружном охлаждении корпуса реактора при запроектных авариях с потерей теплоносителя. Анализ показал, что удерживать расплав внутри корпуса реактора можно, если одновременно омыывать водой корпус снаружи и подавать ее внутрь. Важный вывод: если исключить выход расплава при тяжелых запроектных авариях за пределы корпуса реактора, можно будет рассмотреть возможность не включать устройство локализации расплава в проекты АЭС поколения III+ (АЭС-2006, ВВЭР-ТОИ, ВВЭР-С), уменьшив высоту и металлоемкость здания реактора.

В марте 2013 года ОКБ «ГИДРОПРЕСС» завершило расчетные анализы по режиму потери теплоотвода от бассейна выдержки и по режимам полного обесточивания станции, включая отказ резервной дизельной электростанции, как при работе на мощности, так и при остановке для перегрузки для энергоблоков с реакторами ВВЭР. Эксперты предложили компенсировать отказы за счет доставки дополнительного количества воды и использования мобильной противоаварийной техники на дизельном топливе.

В 2015 году ОКБ «ГИДРОПРЕСС» уточнило технические требования к аварийным контрольно-измерительным приборам для проекта В-320. Это самая распространенная серия блоков с реакторами ВВЭР-1000, только в России по нему были созданы четыре блока Балаковской, один блок Калининской, два — Ростовской АЭС, за рубежом — еще 15 блоков. В 2021 году разработаны аналогичные требования для проекта В-491 (в России это блоки на ЛАЭС-2, за рубежом — новые блоки на АЭС «Тяньвань» и др.).

В рамках системных исследований на АЭС российского дизайна практически сразу прошли стресс-тесты. Эксперты проверяли в различных аспектах, насколько устойчивы станции к катастрофическим внешним воздействиям и достаточно ли технических средств и разработанных организационных мероприятий для управления запроектными авариями, чтобы они не стали тяжелыми.

Стресс-тесты подтвердили защищенность АЭС российского дизайна от внутренних и внешних воздействий. В частности, блоки с реакторами ВВЭР-1000 продемонстрировали запас прочности в один балл при сейсмических воздействиях, заложенных в проекте.

АЭС поколения III+ (НВАЭС-2, Курская АЭС-2) также показали устойчивость к событиям, которые вызвали аварию на «Фукусиме». Однако для повышения уровня безопасности были рассмотрены запроектные аварии, где отказ оборудования сопровождался бы большой течью из реакторной установки.

В целом по результатам стресс-тестов специалисты порекомендовали обеспечить дополнительные источники водо- и электроснабжения и предложили технические решения для защиты контейнмента от опасного роста давления. Для улучшения управления авариями даже в таких экстремальных условиях, какие сложились на АЭС «Фукусима-1», на АЭС добавили дополнительные передвижные дизель-генераторы с воздушным охлаждением, воздушную градирню или мотопомпу — в зависимости от конкретной площадки. Еще одно предложение — использовать комплексы мобильной противоаварийной техники для энергоснабжения.

Кроме того, стало очевидно, что необходимо быть готовым к реагированию на аварии, которые могут протекать одновременно на нескольких блоках. «С тех пор минимум раз в год противоаварийные тренировки или комплексные противоаварийные учения на АЭС проходят одновременно на нескольких блоках, учитывая сценарий, аналогичный «Фукусиме», где авария развивалась на четырех», — сообщил начальник отдела радиационной безопасности и аварийного реагирования ВНИИАЭС Алексей Косов.

Системная работа

Росатом продолжает совершенствовать системы безопасности как конструктивные, так и нормативные и организационные.

На фото

На «Атоммаше» изготавливают емкости для системы пассивного залива активной зоны (СПЗАЗ) для АЭС «Аккую»

Региональный кризисный центр (РКЦ) Московского центра ВАО АЭС, куда входят представители атомных станций российского дизайна, раз в год собирает участников для обмена опытом. Ближайшая встреча предварительно запланирована на июнь 2021 года, главная тема — план совместных противоаварийных тренировок. В них участвуют не только представители станций, но и научные институты, отвечающие за различные аспекты безопасности. Например, ВНИИАЭС отвечает за радиационную безопасность персонала и населения и управление реакторной установкой, а НПО «Тайфун» — за гидрометеорологическую поддержку. Его задача — оценить перспективы трансграничного переноса: когда выброс может выйти за границы, какие страны могут быть затронуты и т. д. НИЦ «Курчатовский институт» и ОКБ «ГИДРОПРЕСС» — за перевод реакторной установки в контролируемое, безопасное состояние.

Во время учений вырабатывают рекомендации по организации мероприятий по защите персонала АЭС и населения. В зависимости от уровня выбросов и их распространения в окружающей среде по воздуху и водным объектам предлагаются: укрытие, защита щитовидной железы принятием препаратов стабильного йода, эвакуация, ограничение потребления продуктов местного производства и воды, организация дозиметрического контроля или проведение медицинского скрининга.

Иногда возникают новые сценарии: например, отработка аварии не только на реакторной установке, но и в бассейне выдержки. «С одной стороны, энерговыделение этого топлива ниже, но в нем также могут быть накоплены значительные активности летучих продуктов деления. В случае если теряется охлаждение, есть риск выброса высокого уровня радиоактивности. Следовательно, противоаварийные мероприятия тоже надо отрабатывать», — объясняет начальник отдела радиационной безопасности и аварийного реагирования ВНИИАЭС Алексей Косов.

В настоящее время разрабатываются улучшенные системы безопасности и управления авариями для будущих АЭС. «Работы по совершенствованию реализации и обоснованию эффективности глубоководной защиты продолжаются по отношению как к действующим АЭС, так и к новым проектам в рамках программы «Совершенствование технологии ВВЭР и повышение ее потребительской привлекательности в условиях двухкомпонентной ядерно-энергетической системы», — подчеркивает генеральный конструктор ОКБ «ГИДРОПРЕСС» Владимир Пиминов. В Росатоме изучают возможности демпфирующих и энергопоглощающих устройств в качестве систем защиты от сейсмических и ударных нагрузок, экранирования здания реактора другими зданиями, заглубления гермооболочки на 8–10 метров и демпфирования ударов.

Есть и другие направления, в которых развивается парадигма безопасности ядерной энергетики. Одно



из этих направлений — проект «Прорыв», целью которого является создание промышленных энергокомплексов замкнутого ядерного топливного цикла на базе реакторов на быстрых нейтронах. В проекте заявлены естественные, то есть обусловленные физическими законами, системы безопасности. Еще одно направление — разработка новых видов топлива, устойчивого к аварийным ситуациям.

Противоаварийное топливо

После анализа причин аварии на «Фукусиме», где тяжесть аварии усугубилась пароциркониевой реакцией при температуре свыше 1200 °С, во всем мире задумались о разработке так называемого толерантного, то есть устойчивого к авариям, топлива. Вариантов два: уменьшить количество циркония, вступающего в реакцию, и увеличить теплоотдачу. Разработки нового топлива направлены на поиск оптимальной комбинации оболочек и «начинки» твэлов.

Новое топливо должно дать дополнительное время на реагирование до того, как возникнет аварийная ситуация, а также технологические и экономические выгоды при штатной эксплуатации.

За рубежом толерантное топливо разрабатывают Westinghouse, Framatome, Global Nuclear Fuel (GNF), а также производители из Китая и Кореи. Топливная компания Росатома «ТВЭЛ», как и другие мировые производители, занимается подбором оптимальной комбинации и исследованием параметров всех вариантов.

В России в исследовательском реакторе МИР АО «ГНЦ НИИАР» завершился уже второй цикл облучения тепловыделяющих сборок с толерантными твэлами для реакторов ВВЭР и PWR. Облучали две топливные кассеты по 24 твэла в каждой.



На фото

Во ВНИИНМ проводят анализ защитного покрытия, которое будет наноситься на циркониевую оболочку

Исследовали по два вида оболочек и таблеток в разных комбинациях. Для оболочек взяли циркониевый сплав Э-110 с хромсодержащими покрытиями и хромоникелевый сплав 42ХНМ. Для топливной композиции — традиционный диоксид урана и уранмолибденовый сплав с повышенной плотностью и теплопроводностью.

После реакторных испытаний ученые оценивали распухание, газовыделение и плотность уранмолибденового топлива, исследовали слой взаимодействия топлива и оболочки. Изучали и сами оболочки: смотрели на изменения геометрических размеров, механических свойств, оценивали состояние покрытия, параметры оксидной пленки на внутренней и наружной поверхностях, содержание водорода в металле оболочки. Реальные результаты сравнивали с расчетными и корректировали программы. Первый и самый главный вывод: все твэлы после очередного цикла облучения остались герметичны.

Всего топливо должно пройти пять циклов облучения, каждый длится около года. Цель — достичь выгорания топлива 60 МВт·сут/кгU. На каждом цикле достигается все больший уровень выгорания. В ТВЭЛ подтвердили, что уже начался третий цикл облучения, который закончится в четвертом квартале 2021 года.

Дополнительно по заказу АО «ТВЭЛ» ученые ВНИИНМ им. академика А. А. Бочвара начали НИОКР по технологии изготовления таблеток из дисилицида

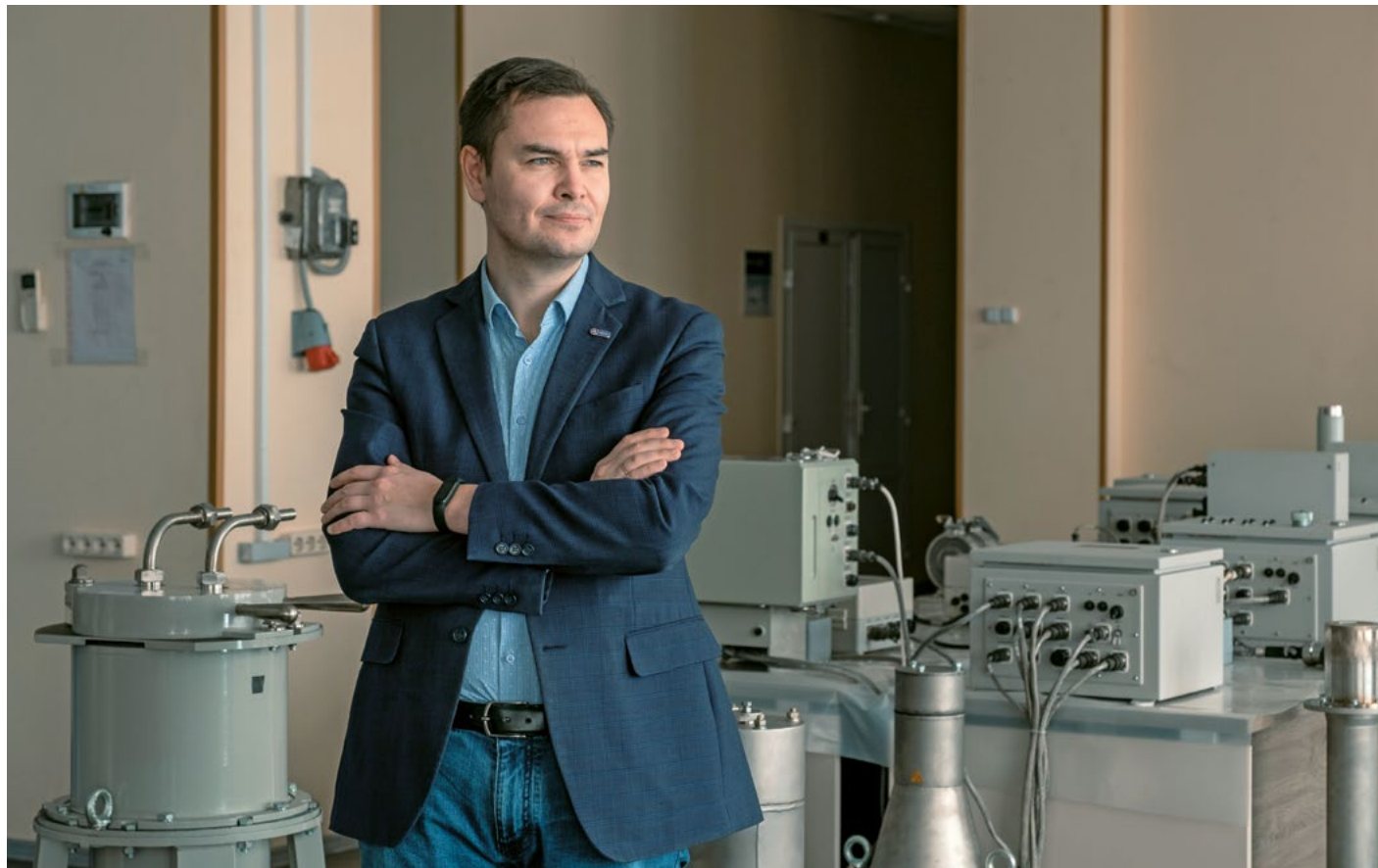
урана (соединение урана и кремния — U_3Si_2). Уже изготовлен экспериментальный слиток из U_3Si_2 . Затем из него изготовят порошок и таблетки. Столь сложная технология объясняется хрупкостью топливной керамики: нельзя, например, сделать слиток и потом нарезать его на отдельные блочки.

«Новое исследование по толерантному топливу обусловлено тем, что дисилицид урана обладает рядом преимуществ. Во-первых, это высокая плотность и ураноемкость, которая может позволить перейти к более длинным топливным циклам без увеличения обогащения по урану-235. Во-вторых, высокая теплопроводность и низкая теплоемкость, что означает меньше запасенного тепла в активной зоне реактора и более низкую температуру оболочек твэлов. В-третьих, пониженная рабочая температура может привести к улучшению эксплуатационных характеристик топлива», — отмечает вице-президент по научно-технической деятельности и качеству ТВЭЛ Александр Угрюмов.

Пока ограничений на совместное использование конструкционного материала оболочки с дисилицидом урана не выявлено. Ученые рассматривают классический цирконий, хромоникелевый сплав 42ХНМ и карбид кремния. У карбида кремния также есть свои достоинства, подтвердили в ТВЭЛ. ВНИИНМ уже проводит НИОКР по технологии изготовления изделий из карбида кремния для возможного применения в качестве конструкционного материала активных зон.

Текст: Александр Власов
Фото: АО «РАСУ»

Главный конструктор АСРК АО «СНИИП» и руководитель направления проектного офиса «Ядерное приборостроение» АО «РАСУ» Андрей Гордеев



«Кайман» отправится на «Руппур»

СНИИП совершенствует автоматизированные системы радиационного контроля

Московский Специализированный научно-исследовательский институт приборостроения (СНИИП, входит в дивизион Росатома «АСУ ТП и электротехника» — АО «РАСУ») — ведущая отраслевая научная организация в области ядерного приборостроения, решающая в числе прочих задачи приборного обеспечения ядерной и радиационной безопасности на объектах использования атомной энергии. Одним из основных продуктов СНИИП являются автоматизированные системы радиационного контроля (АСРК). Главный конструктор АСРК АО «СНИИП» и руководитель направления проектного офиса «Ядерное приборостроение» АО «РАСУ» Андрей Гордеев рассказывает, для чего нужны эти системы и в каких направлениях развивается их продуктовая линейка.

— Расскажите, где применяются системы радиационного контроля, разработанные СНИИП?

— Решения СНИИП реализованы на Ростовской и Калининской АЭС, частично — на Белоярской АЭС и Нововоронежской АЭС-2. Недавно мы закончили оснащать системой контроля радиационной обстановки (АСКРО) Ленинградскую АЭС-2 — разместили на ее площадке 12 современных постов контроля. Полностью на базе программно-технических средств СНИИП выполнена система радиационного контроля для плавучего энергоблока «Академик Ломоносов».

Предмет нашей гордости — решение по контролю радиационной обстановки на промышленной площадке НИЦ «Курчатовский институт»: эту задачу мы смогли

Автоматизированные системы радиационного контроля (АСРК) предназначены для сбора, обработки, регистрации и представления информации о параметрах радиационного состояния объектов контроля, а также радиационной обстановки окружающей среды. Этими системами оборудуют АЭС, предприятия топливного цикла, пункты хранения и переработки РАО, научно-исследовательские центры, где установлены реакторы.

АСРК — двухуровневый комплекс технических средств. На нижнем уровне измеряются физические характеристики и идет первичная обработка данных, которые передаются

на верхний уровень — автоматизированные рабочие места операторов, серверы и узлы обработки данных. На одном энергоблоке АЭС свыше 500 измерительных каналов (станционных устройств детектирования — радиационных мониторов ионизирующих излучений), контролирующих всевозможные радиационные параметры: мощность дозы гамма-излучения, объемную активность жидких сред, газов и аэрозолей. СНИИП занимается разработкой и производством различных видов измерительных каналов: устройств детектирования (в том числе определяет всю схемотехнику, электронику, детекторную часть), обработки и передачи данных, блоков сигнализации и управления исполнительными механизмами.

полностью выполнить на базе оригинальных технических средств собственной разработки и производства. Нашими системами оснащены физические стенды БФС-1, БФС-2 на площадке ГНЦ РФ — ФЭИ, установки на Горно-химическом комбинате и ряд объектов двойного назначения. Полученный опыт позволяет тиражировать наши решения и на другие исследовательские установки, в том числе для мегасайенс-проектов. В настоящее время проводятся интенсивные консультации и ведется преддоговорная работа с предприятиями в контуре АО «Наука и инновации» по модернизации АСРК при реконструкции и техническом перевооружении стендово-испытательной базы, радиохимических объектов и исследовательских ядерных реакторов.

На фото

Устройство детектирования объемной активности радиоактивного йода УДАГ-08Р

— Отличаются ли требования к АСРК в других странах от российских?

— За рубежом система радиационного контроля традиционно не является частью АСУ ТП и относится к категории специальных диагностических систем, которые поставляются вне базового комплекта

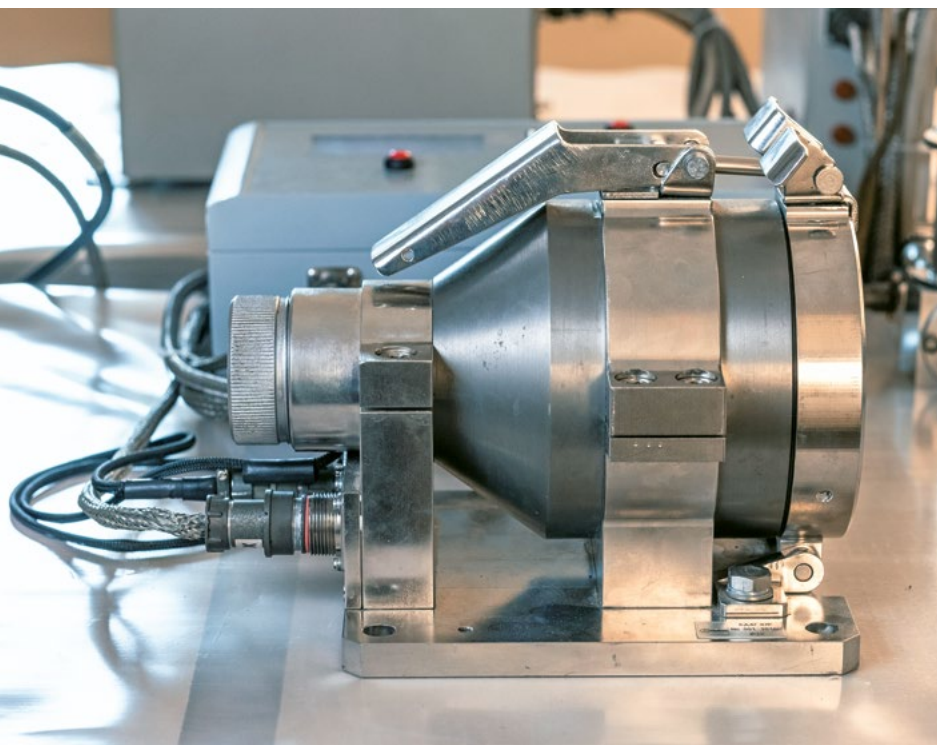
автоматизации энергоблока. Это главное отличие. В российском варианте — это неотъемлемая часть АСУ ТП, что сразу накладывает на систему те же требования, которые предъявляются для всех систем безопасности реакторного острова. Это отличие в какой-то мере является нашим конкурентным преимуществом.

Также перед западными вендорами не стоит задача по передаче информации из АСРК в систему верхнего блочного или верхнего станционного уровня АЭС. У них на этапе проектирования не закладываются подобные требования, и продукт получается автономным от инфраструктуры АСУ ТП. У нас же подобная задача четко прописана в проектной документации, поэтому и сама система по своим функциональным характеристикам превосходит зарубежные аналоги.

— Расскажите о перспективных направлениях развития систем радиационного контроля.

— В 2019 году СНИИП вошел в состав дивизиона «АСУ ТП и электротехника». Практически сразу после этого мы согласовали стратегию развития предприятия до 2030 года, а также ряд инвестиционных проектов развития, главные из которых — «Совершенствование продуктовой линейки гражданского назначения» («Кайман») и «Совершенствование программно-технических средств радиационного контроля двойного назначения» («Нарвал»). К вопросу о названиях — в практике СНИИП, который готовится в следующем году отметить 70-летие, было принято использовать для систем радиационного контроля названия водоплавающих животных («Горбач», «Сейвал» и др.). Предлагая такие названия для стратегических проектов развития, мы сохраняем традиции и преемственность.

Задача обоих проектов — создание и вывод на рынок новых решений в области контроля радиационных параметров, которые характеризуют режим эксплуатации АЭС и объектов использования атомной энергии. Проекты развивают текущую продуктовую линейку АСРК, они неразрывно связаны между собой и выполняются тесно взаимодействующими разработчиками аппаратуры и конструкторами, а элементная база и типовые схемотехнические решения максимально унифицированы. Типизация и унификация программно-технических средств АСРК, особенно платформ нижнего уровня, позволит добиться целевого результата в отношении бюджета проектов и сроков их реализации.



Отмечу, что без снижения требований по безопасности и надежности аппаратуры и без удорожания продукции инженерный уровень внедряемых решений существенно превосходит потребность текущих проектов — закладывается фундамент на следующие 10–15 лет развития АСРК на современной электронной компонентной базе, с учетом актуальных трендов по информационным технологиям.

В рамках работ по инвестиционным проектам «Кайман» и «Нарвал» коллективом авторов была подготовлена и обоснована оригинальная методика оптимизации объема радиационного контроля, основанная на комплексном анализе проекта объекта использования атомной энергии и возможностях АСРК, доступных на рынке. Внедрение нашей методики в перспективе позволит сэкономить значительные средства инжиниринговых компаний и направить их на развитие приборного обеспечения отраслевых активов. К настоящему моменту методика апробирована на эскизном проекте АСРК реакторной установки БРЕСТ-ОД-300, материалы которого подготовлены АО «СНИИП» и АО «РАСУ» по заказу АО «НИКИЭТ».

— Чем эти продукты отличаются от своих предшественников?

— Продуктами проекта «Нарвал» являются несколько ключевых приборов для построения систем радиационного контроля атомных ледоколов нового поколения, АЭС малой мощности, объектов береговой инфраструктуры Северного морского пути. Успешно применяемые в текущих проектах (включая ПАТЭС) блоки и устройства детектирования ионизирующих излучений будут дополняться такими технически сложными и информационно насыщенными компонентами, как радиометр азота-16 в остром паре для контроля протечек парогенератора, комплекс индивидуального дозиметрического контроля, измеритель мощности поглощенной дозы в поверхностном слое кожи и радиометр нейтронов широкого спектра энергий.

В рамках проекта «Кайман» создается около десяти функционально законченных радиационных мониторов для измерения основных радиометрических характеристик, которые используются при анализе эффективности защитных барьеров энергоблока АЭС и состояния технологического оборудования, при оценке безопасной эксплуатации ядерной энергетической установки по уровням допустимого воздействия на персонал, население и окружающую среду на промышленной площадке, в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения объекта. Перечень контролируемых параметров включает объемную активность радиоактивных аэрозолей, йода-131, инертных радиоактивных газов, воды, изотопный состав теплоносителя первого контура АЭС и воздуха, удаляемого через системы вентиляции.

Помимо измерительных приборов разрабатываются устройства обработки информации, сигнализации

и передачи данных, а также совершенствуются технологии получения сигналов с детекторов ионизирующих излучений. Фактически речь идет о принципиальном обновлении АСРК со значительным улучшением метрологических, эксплуатационных и эргономических характеристик по сравнению с конкурентными аналогами. За счет использования современных методов цифровой обработки сигналов мы планируем расширить диапазоны измерений в АСРК и снизить их погрешность. Уверен, что прорывные решения по электронике и физике взаимодействия излучений с веществом, заложенные в новые устройства детектирования, будут востребованы и ведущими мировыми вендорами при реализации проектов нероссийского дизайна.

и передачи данных, а также совершенствуются технологии получения сигналов с детекторов ионизирующих излучений. Фактически речь идет о принципиальном обновлении АСРК со значительным улучшением метрологических, эксплуатационных и эргономических характеристик по сравнению с конкурентными аналогами. За счет использования современных методов цифровой обработки сигналов мы планируем расширить диапазоны измерений в АСРК и снизить их погрешность. Уверен, что прорывные решения по электронике и физике взаимодействия излучений с веществом, заложенные в новые устройства детектирования, будут востребованы и ведущими мировыми вендорами при реализации проектов нероссийского дизайна.

— Можно ли говорить, что работа над новыми продуктами строится по-новому?

— На системной основе разработка новых продуктов для АСРК — за счет средств консолидированного инвестиционного ресурса госкорпорации «Росатом» — осуществляется впервые за последние два

На фото

Оборудование представительского комплекса АСРК, размещенное на полигоне СНИИП



Руководством дивизиона «АСУ ТП и электротехника» предложена концепция отраслевого R&D-центра по ядерному приборостроению. Портфель проектов сейчас формируется, темы «Кайман» и «Нарвал», безусловно, рассматриваются в нем как приоритетные. Основная идея R&D-центра — на базовой инфраструктуре АО «СНИИП» создать работающую экосистему инноваций, которая позволит в потоковом режиме создавать и передавать для освоения в серийном производстве востребованные рынком решения, в том числе по направлению АСРК.

десятилетия. Реализация первых двух инвестиционных проектов была одобрена в декабре 2019 года, финансирование открыто в апреле 2020 года, а уже в декабре 2020 года уровень готовности рабочей конструкторской документации (РКД) составил 95 % по всем новым изделиям. Высокие темпы работ — это настоящий вызов для команды разработчиков и конструкторов. Планы проектов рассчитаны до конца 2023 года, и до этого времени предстоит изготовить опытные образцы приборов, провести их комплексные испытания, актуализировать техническую документацию, выполнить оценку соответствия новых продуктов в форме международной сертификации платформ АСРК. При реализации проектов используются механизмы проектного управления, что тоже происходит впервые применительно к составным частям опытно-конструкторской работы (ОКР).

С началом исполнения первого этапа по «Кайману» и «Нарвалу» увеличение интенсивности новых разработок кратно возросло: мы вышли с инициативой о начале работ еще по пяти важным для перспективного развития предприятия проектам, в том числе проекту по локализации оборудования радиационного контроля зарубежных компаний Thermo Fisher и Mirion Technologies.

— Расскажите о коммерческих перспективах новых продуктов.

— С самого начала работ по проектам «Кайман» и «Нарвал» ставилась задача коммерциализации их результатов — в виде объемов поставляемого

оборудования собственной разработки, с поддержанием экономически обоснованной рентабельности продаж и высокой доли собственных сил в выручке от реализации продукции.

Первым коммерческим проектом, предполагающим изготовление и комплектную поставку нового оборудования АСРК, стал проект АЭС «Руппур» в Бангладеш, в спецификацию которого включен ряд продуктов «Каймана», а именно широкодиапазонное устройство детектирования объемной активности инертных радиоактивных газов, радиометр йода-131 и принципиально новое устройство обработки информации, выполняющее функции локального контроллера для построения большинства измерительных каналов АСРК. Для АО «СНИИП» проект в Бангладеш — это далеко не первый опыт выполнения экспортных поставок, но он является уникальным с точки зрения применения преимущественно собственной номенклатуры оборудования АСРК. С учетом сжатых сроков при разработке РКД активно применяются технологии 3D-моделирования, а при определении технических требований учитываются производственные возможности различных заводов-изготовителей. В определенном смысле в настоящее время вырабатывается отраслевой стандарт в управлении проектами создания и ввода в действие АСРК для АЭС.

Договор поставки АСРК АЭС «Руппур» заключен АО «РАСУ» с АО «СНИИП» как с единственным поставщиком в сентябре 2020 года, а в 4 квартале 2021 года планируется завершение основных мероприятий по оценке соответствия в форме приемки оборудования для первого энергоблока и общестанционной части. В договоре использована схема ценообразования open-book, предполагающая распределение сэкономленных на закупках оборудования средств между поставщиком и заказчиком и таким образом мотивирующая заинтересованные стороны на применение в проекте наиболее эффективных с коммерческой точки зрения решений.

— Могут ли ваши разработки применяться для других отраслевых продуктов?

— Да, и это важно отметить. Разработки по проектам «Кайман» и «Нарвал» могут использоваться и в других сегментах рынка. Благодаря им отрасль приобретает платформы программно-технических средств для проектов «Умного города» в части систем радиационно-экологического мониторинга, инструменты для обращения с промышленными отходами I и II классов, широкую номенклатуру приборов для решения задач по выводу из эксплуатации радиационно-опасных объектов, обращению с радиоактивными веществами и радиоактивными отходами. Участники проектов «Кайман» и «Нарвал» предлагают рассматривать АСРК в качестве одного из прототипов доверенной сенсорной системы, удовлетворяющей всем действующим и перспективным требованиям, предъявляемым к системам подобного класса.

Текст: подготовила Ольга Ганжур
Фото: МРНЦ

Виктор Иванов (в центре) на заседании
Общественного совета Росатома



ЗЯТЦ без риска для здоровья

Радиоэкологические преимущества быстрых реакторов

Кто и как оценивает риски для здоровья людей от радиации и почему проблема замыкания ядерного топливного цикла касается каждого? Объясняет главный радиоэколог проектного направления «Прорыв», член Президиума НТС Росатома, заместитель директора по научной работе Медицинского радиологического научного центра им. А. Ф. Цыба Виктор Иванов.

Откуда берутся нормы

Одной из первых организаций, которая занялась проблемами радиоэкологии, стала Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ). Она была создана в 1929 г. В 1950–1960-е годы шло бурное развитие ядерной энергетики, прошли испытания атомной и водородной бомб, состоялся пуск первой в мире АЭС в Обнинске. В связи с этим в 1956 году был создан Научный комитет ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН). Я в нем работаю уже 25 лет как делегат РФ. В ООН

нет других научных комитетов, кроме НКДАР. Понимаете, как высока значимость радиоэкологии, если комитет создается при Организации объединенных наций? В 1957 году создано МАГАТЭ. Все решения по радиационной безопасности принимаются в три этапа. Первый — заключения НКДАР ООН. Они принимаются ежегодно в Вене представителями 22 стран. Далее эти заключения передаются МКРЗ. Она разрабатывает на основе заключений НКДАР ООН рекомендации. Третий этап — на основе рекомендаций формируются стандарты радиационной безопасности МАГАТЭ. Они обязательны к исполнению для всех государств, развивающих атомную энергетику.

А что на национальном уровне? В 1958 году была создана Российская научная комиссия по радиологической защите. Сейчас я ее председатель, а до меня 40 лет возглавляли ее наши выдающиеся ученые: академики Леонид Ильин, директор Института

Виктор Константинович Иванов родился в 1952 году в г. Джесказгане (Казахстан). Окончил Московский инженерно-физический институт по специальности «прикладная математика», защитил кандидатскую и докторскую диссертации в Институте проблем управления АН СССР. С 1978 года работал в НИИ медицинской радиологии АМН СССР. С 1994 года занимает должность заместителя директора по научной работе МРНЦ им. А. Ф. Цыба — филиала ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России.

С 1996 года — профессор. В 2002 году избран членом-корреспондентом РАМН по специальности «радиационная эпидемиология», с 2014 года — член-корреспондент РАН. В 2004 году получил почетное звание «Заслуженный деятель науки РФ». Участник ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. После чернобыльской аварии возглавил создание Национального радиационно-эпидемиологического регистра. Автор более 500 научных трудов, в том числе 20 монографий и четырех патентов. Главный редактор журнала «Радиация и риск».

Награжден орденами «За заслуги перед Отечеством» III и IV степени, орденами Мужества и «Знак Почета».

Радиоэкология изучает особенности существования организмов, сообществ растений и животных в естественной среде обитания, загрязненной радиоактивными веществами. Термин этот был предложен в 1956 году советским ученым, членом-корреспондентом АН СССР Александром Кузиным. Наиболее важное направление радиоэкологии — изучение закономерностей миграции радионуклидов по пищевым цепочкам в целях решения проблемы максимального снижения их поступления в организм человека. Во главе угла в радиоэкологии — здоровье человека. Конечно, природа нам тоже важна, но приоритет — все-таки человек.

13 органам. Кроме того, они обнаружили, что для женщин после облучения риск заболеть раком на 40% выше, чем для мужчин, при одинаковых дозах. Также японцы доказали возрастную зависимость: у детей риск канцерогенных эффектов после облучения в 2–3 раза выше, чем у взрослых. Появилась новая метрика канцерогенного риска — пожизненный обусловленный риск.

В 2021 году МАГАТЭ издаст специальный технический документ по новой технологии оценки радиационных канцерогенных рисков — по дозе в органах и тканях (органный дозе). В авторском коллективе этого документа — сотрудники «Прорыва», то есть моя команда.

Почему надо строить быстрые реакторы?

МАГАТЭ недавно выпустило важный обобщающий документ, в котором официально заявило, что замыкание ЯТЦ на базе реакторов на быстрых нейтронах позволит снизить радиотоксичность РАО в 100–200 раз, сократить время выдержки РАО с более чем 100 тыс. лет до менее чем 1 тыс. Это достигается за счет дожигания долгоживущих радиотоксичных компонентов ОЯТ — минорных актинидов.

Мы в проекте «Прорыв» математически доказали экологические преимущества быстрых реакторов для замыкания ЯТЦ. Чтобы понять, как мы это сделали, надо разобраться в понятиях радиационной и радиологической эквивалентности.

Потенциальная биологическая опасность (ПБО) РАО и потребляемого ядерной энергетикой природного урана различна. Основная задача радиоэкологов состояла в том, чтобы определить время, по истечении которого наступит равенство ПБО РАО и ПБО исходного природного сырья. К решению этой задачи существует два подхода: определение времени достижения равенства ожидаемых эффективных доз (радиационная эквивалентность) и определение времени достижения равенства пожизненных радиационных рисков (радиологическая эквивалентность).

Три года назад ученые «Прорыва» подсчитали, что если к 2100 году быстрые реакторы полностью

биофизики, и Анатолий Цыб, первый директор МРНЦ. Главная задача российской комиссии — это разработка отечественных норм радиационной безопасности (НРБ).

Как оценить риски

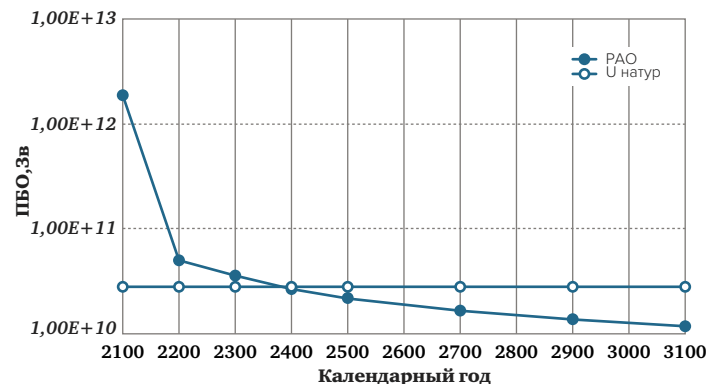
МАГАТЭ примерно раз в 10 лет выпускает основополагающие принципы безопасности. Седьмой принцип сформулирован так: «Нынешнее и будущее население и окружающая среда должны быть защищены от радиационных рисков». Публикация № 103 МКРЗ расшифровывает, что для оценки этих рисков требуется знать дозы в органах и тканях, а не эффективные дозы. Что это за дозы такие?

Японские специалисты после бомбардировки Хиросимы и Нагасаки создали вместе с американцами регистр хибакусей — лиц, переживших атомную бомбардировку. Численность их в 1954 году составляла порядка 92 тыс. человек. Наблюдение ведется по сей день и будет продолжаться. Затрачено более \$4 млрд. Главная задача — выявить связь частоты онкозаболеваемости хибакусей с полученной дозой облучения, а также с полом и возрастом. НКДАР ООН в 1975 году вводит понятие ожидаемой эффективной дозы. По сути, это метрика канцерогенного риска с учетом ограниченной информации, накопленной за первые 20 лет наблюдения за облученными. Всего главных органов человека, по которым надо считать дозы и риски, 13. Но в 1975 году, поскольку данных не хватало, получилась приблизительная рискованная оценка, довольно грубая. В 1996 году МАГАТЭ одобрило технологию оценки радиационных канцерогенных рисков по эффективной дозе.

Через 30 лет, в 2005 году, японцы накопили данные и дали оценки канцерогенных рисков по всем

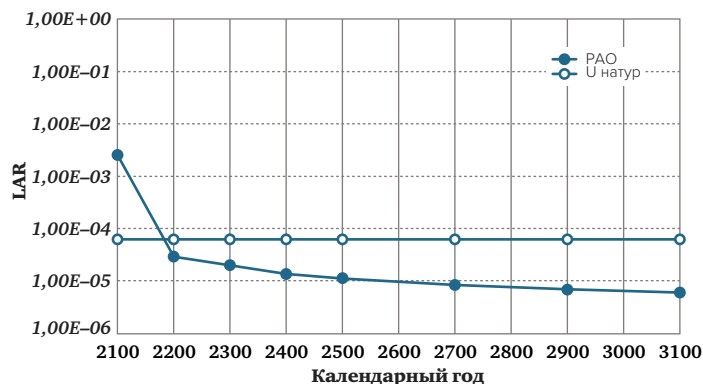
Радиационная эквивалентность

Выравнивание ожидаемых эффективных доз облучения РАО и природного урана за счет замыкания топливного цикла со сжиганием и трансмутацией минорных актинидов.



Радиологическая эквивалентность

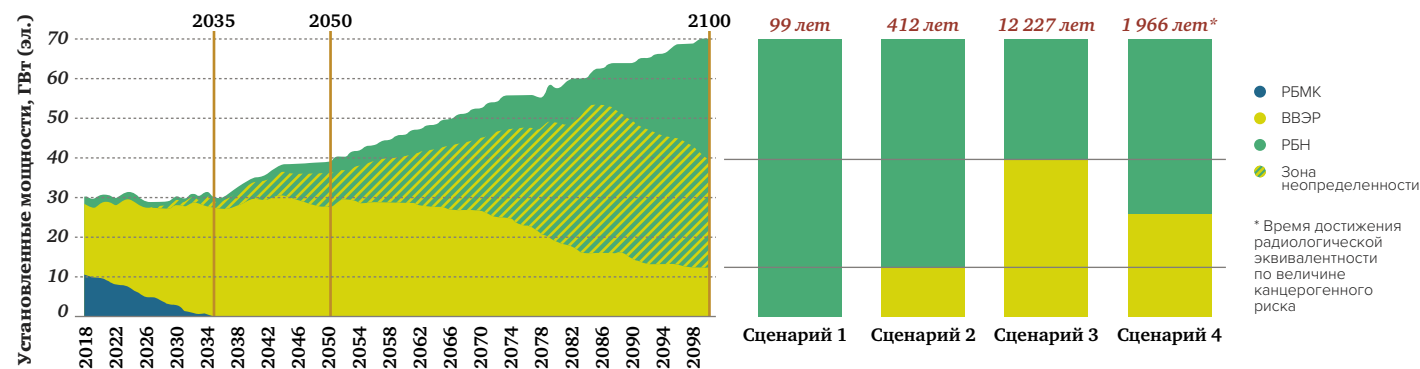
Выравнивание пожизненных радиационно обусловленных рисков потенциальной индукции онкологических заболеваний от РАО и природного урана с учетом динамики эквивалентных (органных) доз облучения.



Закключение МАГАТЭ (2019)

Использование ЗЯТЦ на базе РБН позволяет: снизить радиотоксичность РАО в 100–200 раз; сократить время выдержки РАО с более чем 100 000 лет до менее чем 1000 лет. РЭ по канцерогенному риску достигается через 100 лет выдержки

Сценарии развития ядерной энергетики в РФ с учетом фактора неопределенности, одобренные решением Президиума НТС Росатома 26.12.2018 (сценарии 2–4), БР в 2100 году полностью замещают ТР (сценарий 1)



заменяют тепловые, то радиационной эквивалентности можно достичь приблизительно к 2400 году. Полтора года назад моя команда получила новые данные: радиологическая эквивалентность при таких условиях достигается к 2200 году. Эта оценка основана на новейшей технологии оценки радиационных канцерогенных рисков — по дозе в органах и тканях.

Почему так важно достичь эквивалентности? Контейнеры, в которых хранится ОЯТ, по последним оценкам, могут быть в рабочем состоянии не более 1000 лет. Потом радионуклиды начинают мигрировать на поверхность. Если эквивалентность не будет достигнута через 1000 лет, то онкозаболеваемость в регионах размещения ОЯТ начнет расти на 15 % по сравнению со спонтанным уровнем.

Нужно понимать, что даже в условиях однокомпонентной ЯЭ только на тепловых реакторах, радиологическая эквивалентность все равно достигнута будет, но только через 500 тыс. лет. Почему наши потомки в течение этого времени должны иметь дополнительные риски развития рака?

Пока вовсе не очевидно, что к 2100 году быстрые реакторы полностью вытеснят тепловые. По оценке Президиума НТС Росатома, к 2100 году быстрые реакторы займут 42 % в ядерной энергетике, тепловые — 18 %, а оставшиеся 40 % — зона неопределенности. Позиция радиоэкологов: всю эту зону неопределенности должны занять быстрые реакторы. Полученные нами данные убедительно свидетельствуют о доказанном радиоэкологическом преимуществе реакторов на быстрых нейтронах.

Энергетика Белого источника

Как строится первая атомная станция в Турции



Название этой живописной местности на южном берегу Турции — Гюльнар — можно вольно перевести как «край, где цветут гранаты». Средиземное море, горы — эта земля богата красотами, но энергии для развития здесь не хватает. Впрочем, скоро ее можно будет черпать из «белого колодца», по-турецки — «Аккую». Это название первой в стране атомной электростанции и крупнейшего проекта в истории российско-турецких отношений.

Четыре реактора общей мощностью 4800 МВт смогут давать растущей турецкой экономике 35 млрд кВт·ч в год — примерно 10% потребностей страны в электроэнергии. Впрочем, куда ярче значение этого проекта иллюстрирует другой факт: три года назад лидеры двух стран лично давали старт строительству первого энергоблока будущей АЭС, а в марте 2021 года Владимир Путин и Реджеп Тайип Эрдоган по видеосвязи разрешили приступить к заливке первого бетона в основание уже третьего реакторного здания.

По соглашению между правительствами России и Турции завершить строительство первого энергоблока

планируется к 2025 году, но стороны делают все возможное, чтобы уже в 2023-м — в год столетия Турецкой Республики — закончить работы по его сооружению. И хотя весь 2020 год пришлось работать в условиях борьбы с коронавирусом и связанных с пандемией ограничений, стройка идет по плану.

Море подвинули, горы разобрали. Для строительства АЭС «Аккую» выбрали сложную, но безопасную площадку — здесь не бывает сильных землетрясений. И несмотря на то что ландшафт пришлось подкорректировать, проект не угрожает природе региона. Безопасность людей и окружающей среды традиционно является высшим приоритетом для госкорпорации «Росатом».

Современные российские технологии позволяют обеспечить безопасность атомной энергетики для населения и окружающей среды. Используются самые современные подходы к обеспечению безопасности, основанные на принципе глубокошелонированной защиты и предполагающие несколько уровней безопасности, с оптимальным сочетанием пассивных

Алексей Лихачев,
генеральный директор
госкорпорации «Росатом»:

«Сейчас очень важный этап в жизни станции, поворотный момент для первого блока. В этом году должен быть и смонтирован корпус реактора, и сварен главный циркуляционный трубопровод, вся обвязка «ядерного сердца» станции должна быть завершена»



Анастасия Зотеева,
генеральный директор
АО АККУЮ НУКЛЕАР:

«Сложнейшие технологические операции, которые предстоят в этом году, — монтаж корпуса реактора и завершение сварки главного циркуляционного трубопровода — будут выполняться силами российских подрядных организаций, которые пустили уже не один блок в России и за рубежом»



и активных систем. Реакторы ВВЭР-1200 российского дизайна, которые будут работать на первой в Турции АЭС, сегодня являются самыми безопасными в мире.

Особенности площадки поставили российских и турецких специалистов в условия, в которых пришлось не просто проявлять весь свой профессионализм — им удалось придумать такие технологические решения, которые нигде прежде в мире не применялись. Привычных глазу огромных труб-градирен на этой АЭС не будет, реакторы будут охлаждать обессоленной морской водой, ее по трубам заберут из моря, а затем вернут. Причем вода будет той же температуры, как и при заборе, ведь на станции она пройдет через охлаждающую систему.

Под насосную станцию, которая будет забирать морскую воду, выкопали котлован глубиной 16 метров — это высота пятиэтажки. Одной такой станции, которая стоит всего в десятке метров от моря, хватит, чтобы обеспечить водой реактор. Под эту уникальную станцию на стройплощадке «Аккую» засыпали часть акватории, построили и укрепили стены, а наверху поставили защиту от штормов и наводнений.

АЭС строят на очень компактной площадке, и на небольшом участке земли здесь параллельно идут сразу несколько технологических процессов. Всего в 20 метрах от уже смонтированных первых двух ярусов внутренней защитной оболочки реактора (ВЗО) собирают третий. Здесь же четвертый элемент этой конструкции. Еще в 20 метрах работает один из самых больших строительных кранов в мире. «Этот кран мы используем для монтажа крупногабаритных элементов внутренней защитной оболочки. Третий ярус ВЗО готов к монтажу в проектное положение. Также этим краном мы будем монтировать корпус реактора, который весит 343 тонны, и данная операция является одной из самых важных и технологически сложных при строительстве всех объектов ядерного острова», — объясняет Денис Сезёмин, директор по строительству и организации производства АО АККУЮ НУКЛЕАР.

С началом строительства АЭС жизнь близлежащих деревень и городов сильно изменилась. Здесь была сельская местность, теперь же создаются рабочие места, города и поселки соединяют новые магистрали

с тоннелями, строятся отели и современное жилье. Еще недавно в ближайшей к стройке деревне жили примерно 800 человек, теперь в строительный городок приезжают до 5000 человек. Деревня превратилась даже не в поселок, а в небольшой город. Теперь, когда сюда прибывают россияне, можно говорить и о том, что развиваются культурные связи.

Новые рабочие места появляются не только в строительстве и в сфере обслуживания: Россия готовит турецких инженеров-атомщиков. Студентам, которые уже отучились 2–3 года в республиканских технических вузах, предлагают поступить в МИФИ и Санкт-Петербургский политехнический университет. Более 150 выпускников этой программы уже работают на объекте, всего же образование в России получат 600 будущих сотрудников станции из Турции. Профессия атомщика для них — это возможность работать в своем родном регионе на престижной и перспективной должности.

Большинство строителей на площадке из Турции, а из России сюда в основном приезжают инженеры и эксплуатационный персонал. В ближайшее время здесь появится еще больше россиян, которые работали на других атомных объектах, их опыт и квалификация очень скоро понадобятся на «Аккую».

У Росатома сейчас рекорд по числу зарубежных проектов — 35 энергоблоков в 12 странах. И ни одна из площадок не остановила работу даже на день с начала глобальной эпидемии коронавируса, как бы сложно и дорого не было решать вопросы логистики. Как сообщил глава госкорпорации Алексей Лихачев, всего Росатом переместил за эти месяцы более 30 тысяч человек, а в целом госкорпорация потратила на борьбу с пандемией более 11 млрд рублей.

Еще один рекорд станции «Аккую»: больше нигде в мире не возводят одновременно сразу три энергоблока. Как известно, на строительство каждого реактора нужно получать лицензию. Турецкий регулятор уже этим летом должен выдать разрешение, которое позволит начать подготовку котлована для еще одного реактора. А до конца 2021 года планируется получить основную лицензию, которая разрешит приступить к строительству четвертого энергоблока АЭС «Аккую».



Здесь можно
посмотреть полную
версию программы
«Горизонты атома»

С заботой о мире

Как Росатом участвует в создании оптимальных сценариев развития человечества



Повестка устойчивого развития оказывает все большее влияние на политику и бизнес. Когда эта повестка стала глобальным трендом, почему устойчивость зашита в ДНК атомной отрасли и как она влияет на финансовые показатели госкорпорации рассказывает директор департамента устойчивого развития Росатома Полина Лион.

— Словосочетание «устойчивое развитие» у всех на слуху, но, кажется, многими пока воспринимается довольно абстрактно. Объясните, в чем смысл этого понятия.

— Устойчивое развитие предполагает такой тип действий, бизнес-поведения, использования любых ресурсов (финансовых, природных, человеческих), который не наносит урон окружающей среде и жизни человека сейчас и не ухудшает возможности будущих поколений использовать эти ресурсы. Удовлетворение потребностей настоящего времени не должно ставить под угрозу возможности следующих поколений удовлетворять их собственные потребности. Это классическое определение понятия устойчивого развития. Ответственная позиция заключается в том, чтобы оценивать стратегически, в долгосрочной перспективе, не ухудшает ли сегодняшняя деятельность возможности будущих поколений. Как минимум наша деятельность должна основываться на принципе «не навреди». А в идеале, конечно, возможности будущих поколений нужно улучшать.

— Когда общественное внимание сфокусировалось на задачах устойчивого развития?

— В 2015 году повестка устойчивого развития ООН была зафиксирована на самом высоком уровне — одобрена лидерами 193 государств. Но нельзя сказать, что эта тема впервые появилась в поле международного сознания всего пять лет назад. Термин «устойчивость» в экономических трудах появился еще в 1970-х годах в качестве альтернативы «пределам» экономического и демографического роста человеческой цивилизации в условиях постепенного истощения природных ресурсов. Устойчивыми стали называть оптимальные сценарии дальнейшего существования человечества. Параллельно в обществе стал подниматься вопрос о социальной ответственности бизнеса, а крупные компании начали публиковать нефинансовые отчеты. Широкое распространение современное определение понятия «устойчивое развитие» стало получать в начале 1990-х. Цели в области устойчивого развития, которые сменили Цели развития тысячелетия, принятые ООН в 2001 году, гораздо шире, как количественно, так и качественно, и глубже: в них подчеркивается взаимосвязь экономических, социальных и экологических проблем.



ПРАВА ЧЕЛОВЕКА

1 Бизнес должен поддерживать и уважать защиту провозглашенных на международном уровне прав человека

2 Бизнес не должен быть причастным к нарушениям прав человека



ТРУДОВЫЕ ОТНОШЕНИЯ

3 Бизнес должен поддерживать свободу объединения и реальное признание права на заключение коллективных договоров

4 Бизнес должен выступать за ликвидацию всех форм принудительного и обязательного труда

5 Бизнес должен выступать за полное искоренение детского труда

6 Бизнес должен выступать за ликвидацию дискриминации в сфере труда и занятости



ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

7 Бизнес должен поддерживать подход к экологическим вопросам, основанный на принципе предосторожности

8 Бизнес должен предпринимать инициативы, направленные на повышение ответственности за состояние окружающей среды

9 Бизнес должен содействовать развитию и распространению экологически безопасных технологий



ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ КОРРУПЦИИ

10 Бизнес должен противостоять всем формам коррупции, включая вымогательство и взяточничество

Принципы Глобального договора ООН основаны на Всеобщей декларации прав человека ООН, Декларации об основополагающих принципах и правах в сфере труда МОТ, Рио-де-Жанейрской декларации по окружающей среде и развитию и Конвенции Организации Объединенных Наций против коррупции

Повестка дня ООН в области устойчивого развития применима ко всем странам с учетом разных национальных реалий, возможностей и уровней развития и с соблюдением национальных стратегий и приоритетов. 17 целей устойчивого развития (ЦУР) достаточно широкие, но они сформулированы «снизу вверх» — от конкретных проблем, которые предстоит решить, чтобы сделать жизнь людей лучше.

После того как Повестка в области устойчивого развития была принята всеми государствами — членами ООН, к программе стали присоединяться влиятельные международные организации и финансовые институты, такие как Всемирный банк и другие банки развития. ЦУР стали рассматриваться как дорожная карта для государств и бизнеса в решении основных глобальных проблем настоящего и будущего. Постепенно деловые круги стали осознавать важность этой повестки как катализатора для инновационной деятельности и создания новых продуктов и, соответственно, как нового драйвера экономического развития. К сети Глобального договора ООН — крупнейшей международной инициативе, направленной на поощрение социальной ответственности бизнеса, стали присоединяться компании из разных стран. Сейчас таких компаний более 16 000 — это бизнес, который подтвердил заинтересованность и готовность строить свою работу, проводя активные действия для достижения целей устойчивого развития и создавая дополнительные, нефинансовые, ценности.

— Как мы знаем, Росатом также подтвердил эту готовность.

— Да, Росатом в 2020 году вошел в сеть Глобального договора ООН, и для нас это естественная история. Росатом как крупная международная

и высокотехнологичная компания в самом прямом смысле отвечает за жизнь миллионов людей — это сотни тысяч сотрудников отрасли, их семьи, жители атомных городов, жители тех стран, где мы строим станции и ведем другую деятельность, ведь обычно мы входим со своим комплексным предложением в регион, в страну системно и надолго. Безусловно, Росатом несет ответственность за всех этих людей и всегда в этой парадигме работал и продолжает работать. Можно сказать, что бережное отношение к среде, в которой мы работаем, ответственность — экономическая, социальная, экологическая — зашиты в ДНК отрасли: по-другому мы просто не могли бы реализовывать свои проекты.

Благодаря огромной продуктовой линейке и различным видам деятельности, включая социально-ориентированные (здравоохранение, создание инфраструктуры, образовательные, просветительские, гуманитарные проекты), Росатом по умолчанию реализует в своей работе многие аспекты, характерные для повестки устойчивого развития. Вот почему эта повестка для нас настолько привычна и настолько важна. А ее четко сформулированные приоритеты — социальное воздействие, ненанесение вреда окружающей среде, качество управления — это те стратегические векторы, на которые удобно опираться, чтобы находиться в одном русле со всем крупным международным бизнесом, соответствуя глобальным приоритетам всего человечества. Сейчас повестка устойчивого развития в госкорпорации зафиксирована на уровне Стратегии-2030 и наша цель — максимально повысить качество своих процессов с этой точки зрения.

— На каких принципах строят свою работу участники Глобального договора ООН? Что является приоритетом для устойчивого бизнеса?

Вклад новых продуктов Росатома в устойчивое развитие

Большинство продуктов Росатома оказывают влияние на достижение ЦУР ООН

 ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА		
 ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИНА, ИЗОТОПЫ		
 ЦЕНТРЫ ОБРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ		
 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РЕАКТОРЫ		
 ОТХОДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ		
 УМНЫЙ ГОРОД		
 ЧИСТАЯ ВОДА		
 АРКТИКА		
 НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ		
 ВОДОРОД		

— В Глобальном договоре зафиксированы 10 основополагающих принципов. С одной стороны, эти принципы очень простые и понятные — соблюдение прав человека, соблюдение качества трудовых отношений, например принцип неиспользования детского труда, забота об окружающей среде, противодействие коррупции... Казалось бы, это совершенно очевидные нормы, но нужно понимать, что в разных регионах мира ситуация разная, и когда Росатом работает в странах Африки и Азии, то ряд этих принципов там являются очень жизненными.

Приверженность 10 принципам Глобального договора ООН помогает повысить качество и уровень устойчивости бизнеса — насколько бизнес в каждом своем процессе эти принципы в явном виде выстроил. Когда мы говорим, что Росатом присоединился к Глобальному договору, с нашей стороны это не просто декларация того, что мы приняли обязательства следовать приоритетам устойчивого развития. Мы проходили серьезную проверку со стороны ООН, с 2021 года нам предстоит предоставлять ежегодные отчеты о том, какого прогресса в реализации 10 принципов мы достигли.

— Как эти принципы переводятся на экономический язык?

— К деятельности компаний финансовые институты, как и общество в целом, теперь предъявляют дополнительные требования: критерии вклада в устойчивое развитие ESG становятся базовыми для оценки бизнеса. Эти критерии тесно связаны с десятью принципами Глобального договора, они характеризуют устойчивость бизнеса с точки зрения качества операций. Аббревиатура ESG — это три параметра (environmental — экология, social — социальное развитие, governance — корпоративное управление), в соответствии с которыми компании обеспечивают управление устойчивым развитием, а инвесторы и заказчики принимают решение о сотрудничестве с компанией или отказе от него.

Ведя международный бизнес, мы не можем себе позволить быть в стороне от этого процесса. Наши заказчики, особенно европейские, включают критерии устойчивого развития в контрактные требования по всей производственной цепочке, то есть все наши подрядчики также должны соответствовать этим требованиям. Социальные и экологические обязательства прописываются в самых разных продуктовых направлениях на уровне государственных и международных регуляторов. Мы не можем не соответствовать этим требованиям, так как это требования к нашей продукции — каким образом она создается.

С финансовыми организациями, с инвесторами компании тоже разговаривают именно на языке ESG. Разумеется, результатом проекта, который соответствует принципам устойчивого развития, для инвестора является получение прибыли, но важно подтвердить и качество пути, которым достигается этот результат. К примеру, если мы идем в бизнес



по ветроэнергетике, недостаточно просто построить и ввести в эксплуатацию объект ветрогенерации, важно чтобы при этом мы следили за сохранностью почв на той территории, где построена ВЭС, за тем, каким образом мы отбираем поставщиков и подрядчиков — важно, чтобы они работали в соответствии с международными стандартами ISO в области экологии, и так далее. По всем этим параметрам банки и рейтинговые агентства по устойчивому развитию нас проверяют и оценивают. Более того, банки, в том числе российские, которые разделяют повестку устойчивого развития, готовы снижать процентную ставку по кредитам для устойчивых компаний. То есть если мы соответствуем таким требованиям, то серьезно выигрываем с точки зрения доступа к финансовым ресурсам и их стоимости. Таким образом следование принципам устойчивого развития дает прямую экономическую выгоду и повышение конкурентоспособности как в нашей стране, так и за ее пределами.

— Расскажите подробнее, какой именно вклад Росатом вносит в достижение целей устойчивого развития.

— Если переводить разговор об устойчивом развитии в плоскость конкретных дел, то наша основная деятельность — атомная энергетика — вносит вклад в достижение как минимум шести ЦУР. Атомная генерация является низкоуглеродной — работа всех АЭС российского дизайна в мире экономит выбросы порядка 213 млн т CO₂-эквивалента в год, в том числе на территории России — 108 млн т CO₂-эквивалента (а это порядка 7% от всех выбросов парниковых газов страны). Если мы рассматриваем строительство атомной станции с двумя энергоблоками по 1200 МВт, то можно сказать, что она на 60 лет вперед обеспечит низкоуглеродной энергией примерно 1,8 млн домохозяйств. При этом создается около 3 000 новых рабочих мест для работы на АЭС и 10 000 в смежных отраслях, обеспечиваются заказы на \$3–4 млрд для

местной промышленности в период сооружения. Когда мы строим АЭС за рубежом, мы не просто производим электроэнергию — в стране появляются новые дороги, населенные пункты, образовательные программы для взрослых и молодежи. Мы делаем огромные проекты, которые действительно улучшают жизнь людей.

Вклад новых продуктов Росатома в достижение ЦУР не менее важен. Развитие ядерной медицины и производства изотопной продукции — это вклад в здравоохранение, центры обработки продукции помогают бороться с голодом, производство водорода и строительство ветростанций дают зеленую энергию, внедрение платформы «Умный город» помогает созданию устойчивых населенных пунктов, и этот список можно продолжать.

И если задуматься, то практически каждый сотрудник, работающий на предприятиях отрасли, в рамках своей повседневной деятельности вносит прямой вклад в лучшее настоящее и будущее. Возьмем такой известный пример, как зарыбление водоемов-охладителей АЭС, это распространенная практика, необходимая для биологической мелиорации и поддержания естественных процессов самоочищения водоемов. Растительоядные рыбы не только нейтрализуют интенсивный рост водорослей, который происходит в теплой воде и снижает эффективность систем технического водоснабжения станции. В результате зарыбления улучшается качество воды и экологическое состояние водоема в целом. Поэтому вода в водоемах-охладителях чистая, и Росатом проводит на них состязания по рыбной ловле, в том числе международные. Еще одним положительным эффектом зарыбления является возможность реализации выращенной рыбы. Казалось бы, обычный пример привычной работы, но это тоже вклад в такие цели, как сохранение экосистем и ответственное потребление и производство.

Руководство для миллиардов

Попадет ли атомная энергетика в разряд зеленых и устойчивых

На одном языке

Достижение Целей устойчивого развития требует значительных финансовых ресурсов. Только на выполнение обязательств по сокращению выбросов парниковых газов в рамках Европейского зеленого курса, целью которого является снижение выбросов углекислого газа вдвое к 2030 году и достижение углеродной нейтральности к 2050-му, ЕС понадобятся немалые средства. Чтобы этого достичь, необходима переориентация потоков капитала на устойчивые инвестиции. Для этого, в свою очередь, нужна выработка общего языка и четкое определение того, что является «устойчивым». Вот почему для выполнения Плана действий по финансированию устойчивого роста Евросоюза необходимо наличие единой системы классификации устойчивой экономической деятельности, или Таксономии ЕС.

Зачем нужна Таксономия

Единая система классификации должна стать важным инструментом для увеличения масштабов устойчивых инвестиций и реализации зеленого курса — в частности, путем предоставления компаниям, инвесторам и политикам соответствующих определений, по которым экономическая деятельность может считаться экологически устойчивой. Ожидается, что это будет способствовать безопасности инвестирования, защитит частных инвесторов от экологических рисков, поможет компаниям спланировать переход к новым источникам энергии, смягчит фрагментацию рынка и, в конечном итоге, поможет сместить инвестиции туда, где они больше всего нужны.

Путеводитель по устойчивости

Таксономия должна стать всеобъемлющим руководством, которое в ближайшие годы окажет значительное влияние на судьбу миллиардных инвестиций. От него в буквальном смысле зависит

будущее целых отраслей. В настоящее время проект разрабатывается только для банков, инвестиционных фондов и управляющих активами. Основываясь на четких критериях, они должны будут продемонстрировать, в какой степени их собственные финансовые продукты являются климатически безвредными и устойчивыми, например, действительно ли компании, в которые инвестирует фонд устойчивого развития, экологически безопасны.

Однако в будущем Таксономия будет изучаться каждый раз, когда государственные учреждения или частные банки будут принимать решения о том, какими должны быть инвестиции, благоприятные для климата. Например, когда компаниям будет необходимо привлечь деньги на финансовых рынках, где «зеленые облигации» пользуются большим спросом. Или когда будут распределяться деньги по 750-миллиардному плану восстановления после пандемии, получившему название «ЕС следующего поколения», — не менее 30% этих средств должны пойти на проекты, которые так или иначе будут способствовать реализации заявленных ЕС целей по климату и построению климатически нейтральной экономики.

Требования детализированы: в соответствующем законопроекте регулируется, например, сколько тонн CO₂ может быть произведено при выпуске одной тонны стали. Проект включает в себя столь же подробные декларации по многим десяткам направлений деятельности, начиная от эксплуатации очистных сооружений и заканчивая работой телевизионных станций.

Атом — зеленый?

В 2020 году началась углубленная работа по оценке возможности включения ядерной энергетики в Таксономию экологически устойчивой деятельности ЕС. Отчет

Объединенного исследовательского центра (JRC) включил ядерную энергетику в число устойчивых технологий. По словам авторов документа, проведенные ими исследования не выявили каких-либо научных подтверждений более высокого уровня опасности ядерных мощностей по сравнению с другими видами генерации. Несмотря на рекомендацию Объединенного исследовательского центра Еврокомиссии, будущее атомной энергетики в рамках Таксономии остается неопределенным. Еврокомиссия ожидает решения еще двух экспертных групп, представляющих Научный комитет Еврокомиссии по вопросам здравоохранения, окружающей среды и возникающих рисков воздействия на окружающую среду, а также специалистов по защите от радиации и обращению с отходами. Принятие окончательного решения ожидается в конце июня.

В преддверии этого лидеры семи стран Евросоюза — Франции, Польши, Словакии, Чехии, Словении, Венгрии и Румынии — написали письмо в Еврокомиссию, порекомендовав отнести атомную энергетику к зеленой. В противном случае средства, выделяемые по программе финансирования Европейского зеленого курса, тратить на ее развитие будет нельзя, а все эти страны заинтересованы в том, чтобы обеспечивать свое экономическое развитие с помощью атомной энергетики.

В Новом Свете

Советник по климату президента США Джина Маккарти заявила, что ядерная энергетика должна быть включена в список чистых источников энергии, который Белый дом надеется утвердить в рамках Плана развития инфраструктуры общей суммой \$2,25 трлн. Как и европейские, американские экологов активисты выражают обеспокоенность по поводу рисков воздействия атомной энергетики на окружающую среду.



Федор Буйновский,
обозреватель «Вестника атомпрома»

В поисках промышленной революции

Чтобы вписаться в новую экологичную реальность, нужно максимально громко говорить об экологичности атомной энергетики

Уже очевидно, что новая промышленная революция будет включать в себя не только искусственный интеллект, квантовые компьютерные технологии, высокоскоростной интернет, интернет вещей и высокотехнологичную медицину, предназначенную для продления сроков жизни прежде всего тех, кто обладает вышеперечисленными технологиями. Очевидно, что основным трендом в ближайшее время станет борьба с глобальным потеплением, а это значит, что текущая повестка будет сконцентрирована на формировании новой экологической экономики.

В данной ситуации важно определить свое место в международной системе распределения труда и производства. То есть в настоящее время мы будем наблюдать за созданием комплекса отраслей и производств, которые будут нацелены на достижение единственной цели: на снижение выбросов парниковых газов. Наряду с разворачиванием новой экотехнологической среды начнется бурное развитие специализированных финансовых инструментов, увеличение оборота торговли сокращениями выбросов, «зеленые бонды», углеродный налог и так далее. Совокупно такая стратегия нанесет вред прежде всего тем странам, в структуре дохода которых основную роль играет торговля углеводородами.

В процессе глобальной подготовки части элит к переходу в новую экологическую реальность, в которой глобальное потепление и рост выбросов углекислого газа трактуется как само собой разумеющийся сценарий развития, был упущен один курьезный момент. О нем говорится в опубликованном в 2004 году знаменитом «климатическом прогнозе Пентагона» [Townsend M. and Harris P., 2004].

«Незамеченным прошел примечательный юбилей: 15-летие “климатического прогноза Пентагона”, наделавшего в свое время немало шума в глобальном климатическом сообществе. Доклад повествовал о страшных бедствиях, которые к 2020 году принесет планете и человечеству изменение климата. Прогнозировалось, что крупнейшие города Европы погрузятся под воду, в Британии будут царить сибирские морозы, разразятся мегазасухи и всеобщий голод. И вот наступил 2020 год, и ядовитые комментарии, появившиеся в западной прессе по поводу этого доклада, иллюстрируют главную проблему всех краткосрочных и среднесрочных прогнозов, а именно: их можно проверить. В отличие, например, от климатических моделей, прогнозирующих катастрофы к 2100 году, — их выводы вряд ли удастся проверить кому-то из ныне живущих взрослых», — пишет по этому поводу руководитель Центра экологии и развития Института Европы РАН Сергей Рогинко («Современная Европа», № 6, 2019).

Однако несбывшийся прогноз одного из самых одиозных think tanks современного мира это еще не повод останавливать развитие экопрома. Зато есть возможность изящно вписаться в новую экологическую реальность. Для этого необходимо максимально громко говорить об экологичности атомной энергетики. Ведь основным тезисом «атомного ренессанса» в России полтора десятилетия назад был как раз тезис о сокращении выбросов парниковых газов. Теперь это мировой тренд, который можно и нужно использовать. И тот факт, что лидеры семи стран — членов ЕС настаивают на сохранении в Европе атомной энергетики, говорит в нашу пользу.

Лидеры семи стран Евросоюза написали письмо в Еврокомиссию с настоятельной рекомендацией внести атомную энергетику в разряд зеленой. Письмо от 19 марта пришло, когда Брюссель завершает разработку знакового закона о зеленом финансировании, предназначенного для направления денежных средств на низкоуглеродные проекты, при этом Комиссия еще не решила, будут ли правила ЕС относить ядерную энергию к устойчивым инвестициям.

Как сообщает «Рейтер», в письме в Комиссию страны заявили, что ЕС должен делать больше для того, чтобы поставить ядерную энергетику в один ряд с другими низкоуглеродными технологиями в климатической политике, включая правила устойчивого финансирования. «Мы очень обеспокоены тем, что право государства-члена выбирать между различными источниками энергии и право определять общую структуру энергоснабжения в настоящее время сильно ограничено политикой ЕС, что исключает ядерную энергетику из все большего числа политик», — заявили они.

Письмо подписали президент Франции Эммануэль Макрон и премьер-министры Венгрии, Польши, Чехии, Румынии, Словакии и Словении («Рейтер», 24 марта).

Поскольку мы являемся лидерами по сооружению АЭС за рубежом, то именно нам и следует занять ведущую роль в продвижении атомной энергетики как одного из основных топливных элементов, который будет снабжать энергией новую промышленную революцию. Вопрос, готовы ли мы к этому?



Япония под тенью Фукусимы

Росатом помогает Стране восходящего солнца избавиться от последствий аварии и развивать водородную энергетику

Через десять лет после аварии на АЭС «Фукусима Дайичи» в Японии сохраняется настороженное отношение к атомной энергетике. Но уже понятно, что без нее будет сложно достигнуть целей по декарбонизации и обеспечить промышленный рост.

Кому в Японии нужна атомная энергетика

По данным PRIS МАГАТЭ на март 2021 года, в Японии числятся работающими 33 АЭС. Однако фактически работают только девять блоков на пяти АЭС: «Ои» и «Такахама» (Kansai Electric Power Company), «Генкай» и «Сендай» (Kyūshū Electric Power Company), а также «Иката» (Shikoku Electric Power Company). Для сравнения: до аварии на «Фукусиме» в стране работали 54 блока, вырабатывая около 30% электроэнергии. В 2019 году (более свежих данных пока нет) на долю атомной энергетики пришлось лишь 7,5% выработки электроэнергии. Портал nippon.com отмечает, что блоки, получившие разрешение на возобновление работы, созданы по технологии PWR (реакторы с водой под давлением). Блоки, созданные по технологии BWR (реакторы с кипящей водой), к которым относятся и блоки на «Фукусиме Дайичи», пока не запущены.

В Японии отношение к атомной энергетике сложное. По данным опроса, который провел телеканал NHK в ноябре-декабре прошлого года, 50% из 4800

опрошенных считают, что количество АЭС в стране должно быть сокращено. Еще 17% уверены, что все атомные станции должны быть закрыты. Лишь 3% считают, что их количество должно вырасти, а 29% — что необходимо поддерживать статус-кво.

Большинство опрошенных (85%) испытывают тревогу относительно возможности новых аварий на АЭС, которые могут повлиять на жителей окрестных территорий. Лишь 14% не тревожатся или считают такое событие нереалистичным. 82% респондентов считают, что процесс вывода из эксплуатации АЭС «Фукусима Дайичи» «не идет хорошо» или «в чем-то не идет хорошо».

Любопытно, что 75% респондентов отметили, что картина аварии для них «не очень ясна» или «неясна в целом».

С другой стороны, Япония поставила перед собой обязательство по сокращению выбросов на 26% к 2030 году и полную декарбонизацию к 2050 году. Для достижения этих показателей необходимо перезапустить от 27 до 30 реакторов, отмечает Bloomberg со ссылкой на Масакадзу Тойода, генерального директора и председателя правления Института экономики энергетики Японии.

В этом уверены представители атомного сообщества Японии. «Чтобы достичь полной декарбонизации и повысить самообеспеченность энергией, Японии необходимо перезапустить остановленные реакторы как можно скорее, заместить мощности устаревших АЭС и построить новые», — отметил в своем новогоднем обращении Такаси Имаи, председатель совета директоров Атомного промышленного форума Японии.

Эйдзи Хасимото, председатель Японской федерации железа и стали, в новогоднем обращении также призвал правительство перезапустить атомные электростанции, чтобы поддержать японских металлургов.

«Более того, поскольку достичь полной декарбонизации к 2050 году без ядерной энергетики будет трудно, нам необходимо начать серьезное обсуждение использования атомной энергии, чтобы заручиться поддержкой людей», — отмечается в заявлении организации по будущей трансформации энергетики в стране.

Действующее правительство подтвердило свою цель нарастить долю атомной энергетики до 20–22% к 2030 году, но пока темп подключения новых реакторов остается низким.

Действующее правительство представило свою программу «Экологическая стратегия роста с учетом декарбонизации к 2050 году» в конце 2020 года. Существующие параметры таковы: в 2050 году доля ВИЭ разных видов будет составлять 50–60%, 10% — водород и аммиак, а 30–40% — тепловая и атомная генерация. Сейчас в программу вносятся изменения. «Возможно, к концу нынешнего года они будут оформлены как новая “Стратегия”. Если других цифр не появится, можно будет говорить о том, что доля атомной генерации в Японии будет на уровне в 20–22%», — предположил директор офиса РМС в Японии Сергей Демин.

Росатом предлагает безопасность

Сейчас основное направление сотрудничества Японии и Росатома — приведение АЭС «Фукусима Дайичи» в безопасное состояние.

Специалисты Росатома разработали технологию создания малого нейтронного детектора. Прибор необходим для идентификации и извлечения фрагментов поврежденных топливных сборок и внутренних конструкций.

В январе 2018 года консорциум, состоящий из нескольких предприятий Росатома, выиграл тендер на изучение изменений свойств кориума в процессе старения. Проект завершился в 2019 году и продолжился новым. В рамках второго исследования, которое уже находится на завершающей стадии, ученые создали комплексный прогноз изменений свойств кориума в процессе старения при его извлечении, транспортировании и хранении.

Еще один консорциум завершает проект по изучению и созданию системы сбора пыли, образующейся в процессе фрагментации обломков расплавленного

Один из примеров непростого отношения к ядерной энергетике в Японии — вопрос о захоронении РАО.

В начале марта совместную пресс-конференцию провели Дзюньитиро Коидзуми, который был премьер-министром в 2001–2006 годах, и Наото Кан, возглавлявший правительство в 2010–2011 годах, в том числе и в то время, когда произошла авария. «Примечательно, что они относятся к разным политическим лагерям и оба поддерживали атомную энергетику, когда были премьер-министрами. Но сейчас оба выступили против атомной энергетики вообще, обосновав свою позицию тем, что в Японии нет места для окончательного захоронения радиоактивных отходов из-за сейсморисков», — отметил директор офиса РМС в Японии Сергей Демин.

Известно, что японское правительство ведет закрытые переговоры о захоронении ядерных отходов за рубежом. Несколько лет назад в местных СМИ появились публикации о переговорах с Монголией. Около месяца назад появились сообщения об аналогичных переговорах с Канадой. Можно предположить, что наилучшим для себя Япония видит вариант захоронения РАО в другой стране. В самой Японии в двух деревнях на острове Хоккайдо — Суццу и Камознай — идут споры о том, надо ли размещать здесь хранилище радиоактивных отходов. С одной стороны, даже геологическое изучение принесет в местный бюджет до 2 млрд иен. Последующие полевые исследования — до 7 млрд. Для сравнения, региональные налоговые поступления в Суццу в 2019 году составили 244,2 млн иен. С другой стороны — радиофобия местных жителей.

ядерного топлива на аварийных блоках АЭС «Фукусима Дайичи».

Кроме того, в настоящее время TENEX обсуждает с ТЕРСО формы дальнейшего сотрудничества по выгрузке радиоактивных цеолитов, которые использовались для очистки воды, охлаждавшей поврежденные реакторы.

Второе направление сотрудничества — водородная энергетика. АО «Русатом Оверсиз» и Агентство природных ресурсов и энергетики при Министерстве экономики, торговли и промышленности Японии разрабатывают ТЭО пилотного проекта по экспорту водорода из России в Японию.

Самое новое направление — сотрудничество по использованию возможностей Севморпути. В Токио планируется первый большой семинар для японских компаний, на котором представители госкорпорации расскажут о преимуществах северной морской магистрали. Семинар пройдет в гибридном формате и соединит участников из Москвы и Токио.

«Для Росатома существует огромное поле деятельности, связанное с финальной стадией ядерного топливного цикла, включая вывод из эксплуатации, ликвидацию последствий аварии на Фукусиме. Кроме того, новый импульс взаимоотношениям в атомной отрасли могут дать проекты в водородной энергетике и использование возможностей Севморпути», — подытожил Сергей Демин.



Три раунда улучшений

Офис ПСР планирует вывести тренинг «Фабрика процессов» на новый уровень

ПСР-тренинг «Фабрика процессов», созданный для практического освоения бережливого производства, способен превратить обучение в увлекательную игру. «Фабрика» имитирует реальный производственный процесс на специальной учебной площадке. В ходе тренинга участники узнают о принципах бережливого производства и сразу применяют их на практике.

Для прохождения классического тренинга «Фабрики» формируется команда из 14–16 человек. На время тренинга они превращаются в производственников, которым нужно выполнить заказ. Для слаженной работы среди участников группы распределяют роли — от рабочего до директора. «Назначения» происходят по желанию. Перед группой ставится цель — улучшить ситуацию на производстве, уменьшить себестоимость продукции, сократить рабочие площади и т. д. Производственный процесс имитируется на площадке при помощи оборудования, инструментов и деталей.

Тренинг проходит в три раунда. В ходе первого раунда участники знакомятся с производственным процессом, который оказывается неидеальным, прямо как в реальной жизни. Заказ участникам выполнить не удастся. Задача — зафиксировать свои результаты, найти проблемы и способы их решения. Во втором и третьем раундах участники применяют инструменты бережливого производства, в результате получают стабильный, качественный и эффективный процесс, приносящий прибыль.

По образу и подобию КАМАЗа

Первые «Фабрики процессов» появились в Росатоме в 2014 году, после того как делегация атомщиков приехала с визитом на КАМАЗ, который успешно развивал свою производственную систему. «Во время экскурсии по производству КАМАЗа нас привели в учебный комплекс под названием «Фабрика процессов», где людей обучали на примере сборки турбонасоса для автомобилей. Руководители Росатома тоже прошли обучение

Марина Шошина, главный специалист управления исследования и контроля производства, Ковровский механический завод:



В 2014 году на КМЗ была запущена первая «Фабрика процессов» в Росатоме. Задача участников тренинга — за день смоделировать полный цикл сборки коллектора газовой центрифуги. По сценарию этим занимается 16 человек: семеро рабочих, шестеро специалистов ПСР, контролер ОТК, транспортировщик и директор завода. Все они являются сотрудниками предприятия, попавшего в цейтнот: заказов много, но не хватает времени, чтобы их выполнить. Для достижения цели нужно максимально сократить производственные потери: уменьшить площади, минимизировать затраты и даже получить прибыль. К третьему раунду это удается сделать.

Ежегодно на нашей «Фабрике процессов» обучается около 200 человек — это сотрудники КМЗ и сторонних организаций. Недавно мы заключили договор с Федеральным центром компетенций «Повышение производительности труда», планируем оказывать услуги по обучению руководителей предприятий, вступивших в нацпроект «Повышение производительности труда и поддержка занятости населения» на нашей площадке, в том числе и на «Фабрике процессов».

В 2021 году планируется открытие еще одной «Фабрики процессов» — офисной. Хотим продемонстрировать людям, что принципы ПСР работают не только в производственных, но и в офисных потоках. Будем оптимизировать процессы закупочной деятельности. На примере офисной «Фабрики» узнаем, сколько лишних движений и документов присутствует в обычном офисном процессе и как можно исправить эту ситуацию, применяя инструменты ПСР.

Татьяна Веселова, ПСР-тренер, ОКБМ им. И.И. Африкантова:



«Фабрика процессов» в ОКБМ работает с 2018 года. Задача курса состоит в том, чтобы изменить представление о традиционных подходах к управлению процессами, сформировать ПСР-мышление и мотивацию для повышения эффективности работы. Обучение построено на примере сборки датчика положения компенсирующей группы, изготавливаемого на предприятии. Этот датчик является элементом в конструкции привода системы управления и защиты (СУЗ). Датчик расположен на корпусе редуктора привода компенсирующей группы (КГ) и служит для выдачи сигнала о положении и перемещении КГ в активной зоне реактора.

Участники проживают условные рабочие смены — три раунда по 20 минут. За это время необходимо организовать производство и поставку датчиков в количестве 6 штук надлежащего качества заказчику. А также стоит задача максимально устранить производственные потери, минимизировать затраты, сократить площади и извлечь прибыль.

Роли в группе распределяются по желанию участников тренинга, только вот директором почему-то стать никто не стремится. В таких случаях тренер сам назначает на руководящую должность самых активных и разговорчивых людей. А иногда — самых скептических. Став директором, скептик волею-неволей включается в процесс и начинает оптимизировать производство.

В общей сложности нашу «Фабрику процессов» прошли 170 человек, это сотрудники ОКБМ, предприятий Нижегородской области и предприятий, входящих в контур Росатома.

В ближайшее время мы планируем создать офисную «Фабрику процессов», где разберем процесс оформления извещения об изменении конструкторской документации.

на этой «Фабрике», получили массу впечатлений. Вскоре приняли решение создать похожий учебный комплекс в Росатоме», — вспоминает директор проекта АО «ПСР» Сергей Ильин.

Первую атомную «Фабрику процессов» открыл Ковровский механический завод на базе процесса сборки коллектора газовой центрифуги. Вторая «Фабрика» появилась в Москве на базе Корпоративной академии Росатома.

Вскоре «Фабрики процессов» стали открываться на других предприятиях Росатома, их сертификацией занялась Корпоративная академия Росатома. «Предприятия создают «Фабрики процессов» с учетом специфики собственного производства. Так, Чепецкий механический завод построил обучение на изготовлении циркониевых трубок, Новосибирский завод химконцентратов — на сборке макета ТВС-Квадрат. В Институте реакторных материалов работает фабрика по подготовке реактора к облучению материалов: там создан макет реактора, а участники должны не только собрать деталь, но и провести необходимые

для перегрузки топлива расчеты. «Фабрика офисных процессов» АО «Гринатом» имитирует все стадии процесса найма персонала. Таким образом сотрудники изучают потери в офисных процессах и понимают, как их избежать», — перечисляет директор центра по обучению ПСР Корпоративной академии Росатома Тимофей Ермаков. По его словам, обучение на «Фабриках процессов» Росатома проходят не только собственные сотрудники, но и представители компаний-партнеров и поставщиков, школьники и студенты из городов присутствия.

В 2021 году Корпоративная академия Росатома планирует запустить виртуальную фабрику процессов. «Она будет похожа на компьютерную игру, в которой участникам необходимо выстроить процесс по сборке ТВС. При этом участники смогут находиться в разных городах. По итогам каждого раунда участники узнают свой результат и проанализируют, как внедренные улучшения повлияли на экономические показатели

Ольга Гаврилова, руководитель группы повышения эффективности, ЗиО-Подольск:

На нашем предприятии «Фабрика процессов» работает с 2017 года. Ее цель — помочь участникам увидеть, как улучшение в производстве влияет на операционные показатели деятельности. Обучение построено на примере процесса сборки макета подогревателя высокого давления (ПВД), традиционного для завода изделия. ПВД — это теплообменник второго контура АЭС, используется для увеличения КПД энергетической установки, его вес более 100 тонн. Специально для проведения тренингов мы изготовили его уменьшенную копию масштабом 1:20 и массой 11 кг, все сварные соединения заменили на болтовые. В рамках обучения проводится 3 раунда, целью которых является выпуск 10 подогревателей за полчаса и получение прибыли. В первом раунде процесс организован по принципу традиционного производства, поэтому удается собрать не более 4 ПВД. Благодаря применению инструментов ПСР, к третьему раунду участники выстраивают процесс и достигают поставленной цели.



предприятия. В будущем на виртуальной «Фабрике» будет обучаться несколько команд одновременно, это добавит соревновательный элемент», — говорит Тимофей Ермаков.

За контур

В 2017 году ПСР-тренинг «Фабрика процессов» вышел за пределы Росатома — в рамках проекта «Бережливая поликлиника» были созданы медицинские «Фабрики процессов». «Мы нуждались в лидерах, способных стать проводниками бережливых технологий в здравоохранении. Этими проводниками стали молодые сотрудники и преподаватели медицинских вузов», — комментирует Сергей Ильин. Первую бережливую «Фабрику» организовали на базе Ярославского медицинского университета, там исследовался процесс приема пациентов во время профосмотра. В общей сложности создано 26 сценариев медицинских «Фабрик процессов» в 9 медицинских вузах страны, подведомственных Минздраву РФ. «Организовать «Фабрики» для медиков оказалось просто. Понадобилось лишь несколько столов, простейшее медицинское оборудование, оргтехника, бумага и карандаши. И уже можно изучать процессы диспансеризации, профосмотра, медосмотра детей разного возраста», — отмечает Сергей Ильин. Затем с подачи Росатома «Фабрики процессов» заработали в органах госуправления, федеральных органах исполнительной власти, образовательных учреждениях, в сельском хозяйстве и т. д.

От скворечника до кувадки

Иногда на «Фабриках» изучают необычные процессы. Например, в 2018 году офис ПСР был приглашен к участию в практическом модуле конкурса «Лидеры России». «Нам предложили провести «Фабрику процессов» на примере сборки скворечников. Изучать

этот процесс должны были финалисты конкурса. Проект получил неформальное название «Скворцы прилетели», причем заказ на скворечники был реальный — от дендрария города Сочи. Перед нами поставили задачу предусмотреть возможность улучшений процесса, инструментов и приспособлений во время раундов практической активности, — вспоминает Сергей Ильин. — Для начала в офис ПСР доставили заготовки из сосновых досок для скворечников, необходимый инструмент и расходные материалы. Мы придумали и отработали способ, при котором поточным способом быстро собрали скворечник, дали сравнения с традиционным способом производства, прокомментировали улучшения и показали технологии бережливого производства в действии».

Белгородский центр народного творчества при помощи офиса ПСР запустил «Фабрику процессов», участники которой изготавливают народную славянскую тряпичную куклу — кувадку. «Игрушку изготавливают из лоскутков и ниток. В третьем раунде это получается сделать в три раза быстрее, чем в первом. А еще — в два раза качественнее и меньшим количеством персонала», — улыбается Сергей Ильин.

В марте 2021 года в рамках реализации проекта «Эффективный регион» Росатома в Республике Саха открылась учебная площадка «Фабрики процессов» на базе Высшей школы инновационного менеджмента. Азы бережливости там постигают на примере создания национального нагрудного украшения «илин кэбиһэр», состоящего из серебряных цепочек и подвесок. Глава республики Айсен Николаев отметил, что накопление даже незначительных сбоев в процессах может привести к серьезным проблемам в производстве. «Нам нужно постоянно учиться новому и учиться у тех, кто обладает лучшими компетенциями», — сказал он.

«Якутская „Фабрика процессов“ позволяет решить сразу две задачи. С одной стороны — рассказывает о традициях региона. С другой — демонстрирует, что эффективность можно повышать в любом процессе», — комментирует Сергей Ильин.

Фабрика всяя Руси

На сегодняшний день в России работает около 200 «Фабрик процессов». «Мы создали много разрозненных „Фабрик“ у себя на предприятиях и во внешнем контуре. Теперь появилась идея создания „Комплексной фабрики процессов“, где можно будет обучать работников всех направлений в организации — от грузчика до генерального директора. Таким образом мы сможем запустить процесс улучшений организации как целого и сложного „организма“. Или же охватить в обучении кросс-функциональный информационный и материальный поток, проходящий через разные организации, органы исполнительной власти или госструктуры», — рассуждает Сергей Ильин. По его мнению, для начала нужно запустить около 20 «Фабрик процессов», которые будут размещены в одном месте: по производству, ремонту оборудования, продажам, подбору кадров и т. д. Качество такого комплексного обучения будет оценивать единый инфоцентр.

Партнерство по улучшениям

В 2019 году по инициативе Росатома была создана структура федерального масштаба — Партнерство производственных систем России. Помимо Росатома в него вошли девять корпораций и крупных холдингов, развивающих свои системы бережливого производства и «Фабрики процессов». «Вестник атомпрома» узнал о двух таких тренингах.



Елена Балашова, декан инженерно-экономического факультета Морского технического университета:

30 марта 2021 года на территории Санкт-Петербургского государственного Морского технического университета по инициативе Объединенной судостроительной корпорации (ОСК) была открыта «Фабрика процессов», на которой можно изучить особенности внедрения бережливого производства в судостроительной отрасли.

Тренинг проходит в большом помещении, имитирующем верфь: там есть два «стапеля», несколько «сборочных производств», а также пространство для теоретического освоения материала. Роли, которые распределяются среди участников, соответствуют логике производственного процесса на верфи — от директора до сборщика. Задача — собрать за 25 минут пять судов: три краболова, сухогруз и танкер. Модели длиной около двух метров специально для нашего тренинга изготовили на заводе «Адмиралтейские верфи».

Сценарий «Фабрики» построен так, что за первый раунд собрать все суда невозможно, потому что в программу заложены все системные проблемы судостроительной отрасли — от ошибок в РКД до не-

оптимального использования рабочего пространства. Процесс третьего раунда отлажен настолько, что участники справляются с задачей без особых усилий.

В будущем планируем запустить «фабричные» тренинги разной продолжительности — для разных категорий участников. Будем обучать и студентов. Нам уже поступил запрос от ОСК на преподавание новой дисциплины «Бережливое производство» в рамках магистерских программ. Планируем проводить эти занятия на площадке «Фабрики процессов».



Ольга Дьячук, директор офиса трансформации МРФ «Сибирь» «Ростелекома»:

Три года назад делегация «Ростелекома» прошла тренинг на «Фабрике процессов» Новосибирского завода химконцентратов Росатома. Обучение инструментам бережливого производства произвело на нас впечатление, и мы загорелись идеей создания «Фабрики процессов» для сотрудников «Ростелекома». Получили финансирование в сентябре 2018 года, и с апреля 2019 года у нас заработала первая «Фабрика» в Иркутском филиале макрорегиона «Сибирь». Площадка выбрана не случайно: во-первых, есть соответствующее помеще-

ние (почти 90 кв. м), во-вторых, выделенный тренер, а в-третьих, гостей «Фабрики» всегда ждет знаменитое озеро Байкал. Наша «Фабрика процессов» базируется на процессах подключения клиентов в сегментах B2C и B2B. С точки зрения влияния на бизнес «Ростелекома» эти процессы можно назвать ключевыми. С апреля 2019 по март 2020 года обучение прошли 150 человек из разных городов России.

На «Фабрике процессов» имитируются процессы общения с клиентами и подключения современных услуг связи (интернет, интерактивное телевидение, мобильная связь, виртуальная АТС и многое другое). Численность группы, проходящей тренинг, — 12–15 человек. После ознакомления с теорией бережливого производства каждый получает свою роль: клиента, активного продавца, супервайзера, специалиста технического учета, инсталлятора и т.д. Помещения, в которых проходит тренинг, имитируют квартиры и офисы клиентов, коммерческий и технический блоки компании. Во время погружения в процессы фабрики сотрудники находят потери в процессах, предлагают улучшения и устраняют дефекты. В результате команда должна улучшить процессы и сроки подключения услуг, а также увеличить бизнес-показатели (выручка, OIBDA, ARPU).

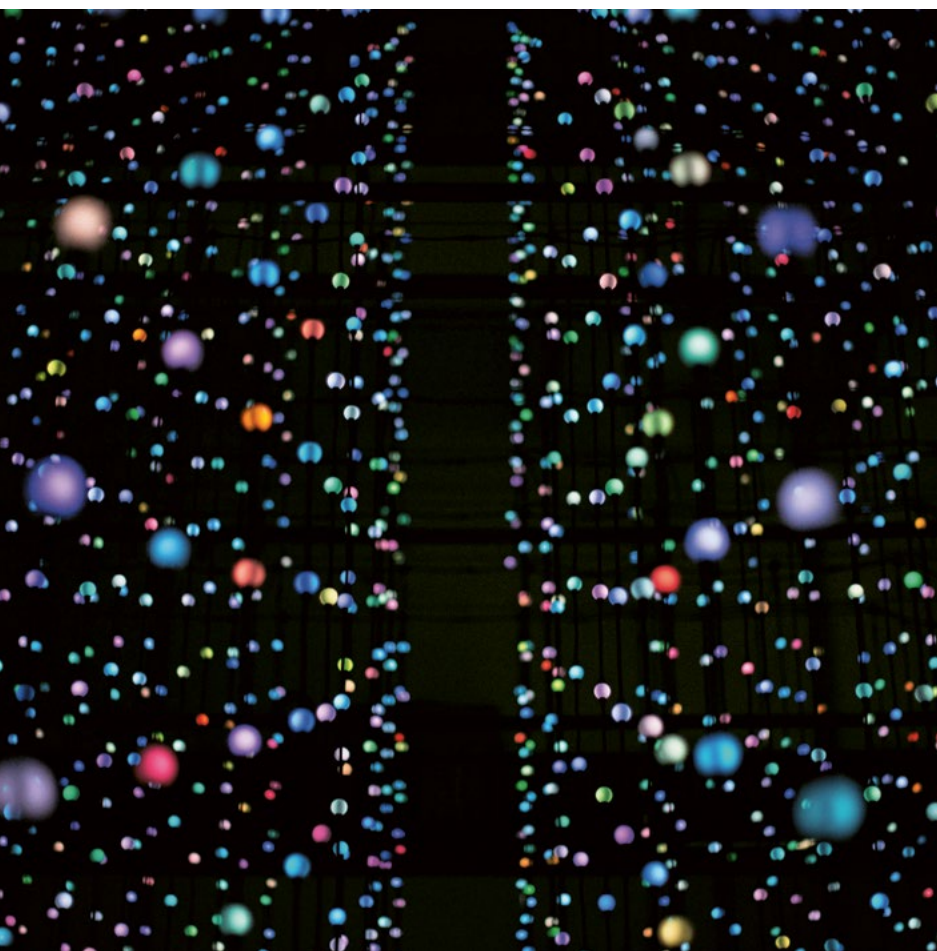
В этом году мы задумались над тем, чтобы нашу «Фабрику» перевести в дистанционный формат работы с помощью digital-инструментов, и к концу года готовимся выйти на внешний рынок. Это продиктовано изменениями, которые произошли за последний год.

А также мы очень рады, что в этом году наши коллеги в филиале в Новгородской и Псковской областях МРФ «Северо-Запад» запустят в коммерческую эксплуатацию «Фабрику процессов».

Текст: Денис Викторов
Фото: Unsplash.com, из личного архива
А. Федорова

Квант для атома

От теории к практике: какие задачи квантовые компьютеры смогут решать для атомной отрасли



О развитии технологий квантовых вычислений и о том, какие практические задачи планируется решать с их помощью уже в ближайшее время, рассказывает соруководитель совместной Лаборатории квантового искусственного интеллекта Росатома и Российского квантового центра, профессор МФТИ Алексей ФЕДОРОВ.

— Алексей, создание и практическое применение квантовых компьютеров — одна из самых увлекательных и захватывающих тем, которая привлекает к себе повышенное внимание. Сегодня Росатом выступает в роли технологического лидера развития этого перспективного направления в нашей стране. Что уже удалось сделать и, главное, каковы дальнейшие шаги?

— Действительно, создание квантового компьютера — вопрос, который интересует сегодня не только

физиков и специалистов в области цифровизации, но и представителей множества других профессий. И такое внимание далеко не случайно. Ведь речь идет о появлении нового класса принципиально более мощных вычислительных систем. Сегодня практически нет сомнений в том, что с использованием квантовых компьютеров будут созданы новые материалы и лекарства, на качественно новый уровень выйдут возможности систем оптимизации и искусственного интеллекта.

После подписания в 2019 году соглашений о намерениях между правительством России и крупнейшими госкомпаниями, Росатом принял на себя очень серьезные обязательства по поддержке ряда высокотехнологичных областей. И одна из таких приоритетных задач — развитие квантовых вычислений. К 2024 году предстоит создать набор прототипов отечественных квантовых процессоров с конкурентными в мировом масштабе параметрами. А стратегическая цель состоит в том, чтобы обеспечить нашей стране уверенные позиции в числе лидеров глобальной квантовой гонки.

На мой взгляд, главный результат проделанной работы состоит в том, что все российское квантовое научное сообщество сфокусировано на реализации дорожной карты и объединено единой целью.

В 2021 году в сфере квантовых вычислений мы рассчитываем добиться двух очень важных побед. Во-первых, предстоит создать прототип квантового процессора. И, во-вторых, мы планируем впервые в мире осуществить решение технологических задач атомной отрасли с помощью квантовых алгоритмов.

— На какой физической платформе будет построен прототип квантового процессора? Ведь, как известно, в мире существует несколько подходов.

— Реализация дорожной карты развития квантовых вычислений предполагает построение нескольких прототипов квантовых процессоров на различной элементной базе. Вы правы, на сегодняшний день в мире еще не определилась единственная элементная база, которая считалась бы единолично лидирующей для квантовых компьютеров. Тем не менее уже сформировалось несколько платформ, в развитии которых происходит очень серьезный прогресс. Это сверхпроводники, ультрахолодные атомы, ультрахолодные ионы и фотоны. Исследовательские проекты, реализуемые на этих платформах, демонстрируют примерно одинаковые показатели. И все

они развиваются в рамках дорожной карты. Если говорить о создании квантового процессора из пяти кубитов в 2021 году, то мы предполагаем, что эта задача будет решена на ионной платформе, которая входит в категорию лидирующих. Предварительные результаты по сбору массива ионов (а это основа построения квантового процессора) у нас уже есть. Результаты получены в рамках проекта Лидирующего исследовательского центра (ЛИЦ) по квантовым вычислениям, который поддержан Росатомом.

Следующий этап — реализация на этой платформе сначала квантовых операций, а впоследствии и квантовых алгоритмов. Это позволит перейти к решению модельных, а затем и практических полезных задач.

— Известно, что нынешнее поколение лабораторных образцов квантовых компьютеров во всем мире тестируется преимущественно на абстрактно-теоретических вычислениях. На каких практических задачах атомной отрасли в 2021 году планируется проверить подходы, закладываемые в создаваемый прототип квантового процессора?

— Это очень интересный и ответственный вызов — использовать квантовые компьютеры для решения практических задач атомной отрасли. Могу сказать, что уже сейчас выявлено несколько направлений, в которых квантовые компьютеры могут быть намного мощнее, чем классические. Одно из них — решение задач комбинаторной оптимизации. То есть поиск лучшего решения из огромного количества возможных.

В рамках традиционного подхода перебор вариантов занимает колоссальное количество времени. Между тем, благодаря своей «необычной» квантовой природе, квантовый компьютер позволяет либо решать такие задачи за фиксированное время более качественно (находить более оптимальное решение в установленный срок), либо находить решения такого же качества, но существенно быстрее.

Поэтому мы уверены, что для атомной отрасли квантовый компьютер может быть чрезвычайно полезен. Прежде всего как инструмент решения оптимизационных задач. Причем в очень широком диапазоне: от обслуживания реакторов до энергоэффективности и логистики. И мы уже приступили к разработке квантового алгоритма для решения оптимизационных задач обслуживания ядерного реактора.

— Это очень ответственные задачи. А значит, возникает вопрос о том, как мы можем проверить правильность решений, предлагаемых квантовым компьютером...

— Так получилось, что квантовые компьютеры в первую очередь способны ускорить решение тех задач, где без особых усилий можно очень быстро проверить правильный ответ.

Алексей Федоров поступил в МГТУ им. Н.Э. Баумана в 15 лет. В 17 лет начал стажировку в лаборатории квантовой оптики Университета Калгари, куда его пригласил Александр Львовский, ученый и профессор этого университета. С 18 лет работает в Российском квантовом центре: инженером, исследователем, а в данный момент руководителем



научной группы. В 2011, 2015 и 2016 годах ученый получал премию Московского физического общества для молодых физиков. В 23 года защитил диссертацию по теоретической физике в Лаборатории теоретической физики и статистических моделей Национального центра научных исследований Франции и Университета Париж-11. В 2019 году вошел в список «30 до 30» Forbes Russia. Опубликовал более 40 научных работ в различных областях физики, разработал идею первого в мире квантового блокчейна. В настоящее время Алексей Федоров — руководитель научной группы Российского квантового центра, профессор МФТИ, соруководитель совместной Лаборатории квантового искусственного интеллекта Росатома и Российского квантового центра.

Пример такой задачи — разложение чисел на простые множители. Если дано большое число, не так-то легко понять, из каких простых множителей оно состоит. Зато перемножить их и проверить ответ — очень просто. Так вот, именно при решении задач оптимизации всегда есть возможность сравнить «квантовые» решения с теми, которые получены на классических компьютерах. И тем самым сделать вывод об их корректности.

Особо отмечу, что в атомной отрасли квантовые компьютеры пока масштабно не использовались. И мы ожидаем, что наш практический кейс будет первым в мире.

— Сегодня во всем мире, в частности в российской атомной отрасли, формируются огромные массивы информации, которые все более активно используются для подготовки аналитики, прогнозирования. Позволит ли появление квантового компьютера повысить эффективность работы с так называемыми большими данными?

— Да, работа квантовых вычислителей с большими данными возможна. Причем одной из наиболее перспективных областей применения, по моим оценкам, будет выступать машинное обучение. Это следующий этап нашей работы по отношению к задачам оптимизации. И он также предусмотрен как в утвержденной дорожной карте развития квантовых вычислений, так и в наших внутренних планах решения прикладных задач.

«Для атомной отрасли квантовый компьютер может быть чрезвычайно полезен. Прежде всего как инструмент решения оптимизационных задач. Причем в очень широком диапазоне: от обслуживания реакторов до энергоэффективности и логистики. И мы уже приступили к разработке квантового алгоритма для решения оптимизационных задач обслуживания ядерного реактора»

— Можно ли в перспективе ожидать появления квантового ноутбука?

— Я бы не исключал такой возможности в обозримом будущем. Но есть и другой вариант. Мы сможем пользоваться ноутбуком, который будет подключен к квантовому компьютеру как к облачному сервису. Это тенденция, по которой сейчас развиваются вычислительные технологии. Проще говоря, будет реализован облачный доступ к квантовым процессорам, которые физически находятся, например, в лаборатории.

— Каков размер квантового компьютера?

— Сам процессор невелик. Основное место занимает система контроля, также требуются приборы для поддержания квантового состояния, например, для этого используются системы охлаждения. Но, на мой взгляд, миниатюризация сейчас не главное. Сначала нужно создать действительно мощный квантовый компьютер, который будет успешно решать практически полезные задачи. А уже затем переходить к вопросам снижения его размеров и стоимости.

— В какой мере сегодня при создании квантового компьютера удается опираться на отечественные комплектующие?

— Отечественные комплектующие, безусловно, используются. Но пока нет возможности создать квантовый компьютер полностью на российской элементной базе. Поэтому сейчас разворачивается работа по замещению ключевых компонентов. Это также одна из задач реализации дорожной карты. В частности, у коллег из Физического института имени П. Н. Лебедева Российской академии наук, которые реализуют проект ЛИЦ и проекты в рамках дорожной карты, есть много идей о том, как

на базе российских технологий создать необходимые комплектующие, приборы и устройства. Мы активно обсуждаем эти возможности.

— В мире классических компьютеров широкое распространение получили распределенные системы, когда вычислительные мощности взаимодействуют друг с другом по сети. Может ли такой подход использоваться в мире квантовых вычислений?

— Распределенные квантовые вычисления пока невозможны, поскольку для этого необходимо передавать эффективно квантовую информацию между квантовыми процессорами. Думаю, что построение таких сетей — это следующий этап развития, когда в рамках модульной архитектуры квантовые компьютеры будут связаны между собой квантовыми коммуникационными каналами. Пока такую технологию никто в мире не продемонстрировал — показаны лишь некоторые элементы на уровне лабораторных экспериментов. Но это тема очень интересует ведущих участников формирующейся индустрии квантовых вычислений. Мы внимательно изучаем это направление. Полагаю, что в ближайшем временном горизонте квантовые компьютеры существуют именно как локальные модули, однако следующим этапом может стать модульная реализация.

— Как и все новые технологии, создаваемые сегодня квантовые компьютеры достаточно дороги. Это сфера, требующая существенных инвестиций в исследования, разработки. Тем временем классические суперкомпьютеры — сложившийся сегмент рынка с достаточно прозрачной себестоимостью решения прикладных задач. Есть ли возможности для сокращения этого разрыва?

— Вы правы, себестоимость квантового компьютера пока выше, чем у традиционных суперкомпьютерных вычислений. Тем не менее недавно появились результаты международного исследования, которые свидетельствуют: себестоимость квантового вычислителя может быть снижена до величины, когда попытка промоделировать его поведение на суперкомпьютере обойдется дороже, чем реальное создание квантовой системы. То есть построить квантовый компьютер может быть дешевле, чем пытаться «воспроизвести» его на суперкомпьютере. Потенциал для снижения стоимости достаточно серьезный, но это не первоочередная задача.

— Каковы планы предоставления возможностей квантовых вычислений для других отраслей?

— Прежде всего мы должны отработать вопросы применения квантового компьютера в атомной отрасли и создать все необходимые элементы: алгоритмы, программные библиотеки, инструменты разработки, наборы сервисов и услуг. А это, в свою очередь, позволит нам предоставить отработанную платформу квантовых вычислений и для других отраслей экономики.

Лайфхаки для космического путешественника

Безопасные прогулки по (не)обитаемой Вселенной



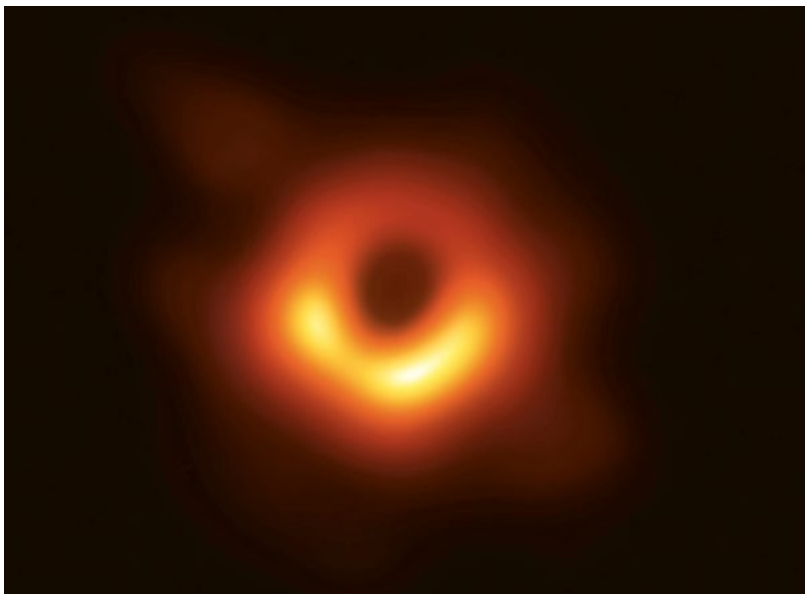
За время своего существования человечество немало попутешествовало. Причины были самыми разными — поиск новых территорий, богатых пищей, миграция из-за наступающего ледника или бегство от воинственных соседей. Сейчас суша, пригодная для комфортной жизни, практически освоена, и логично, что не за горами освоение новых территорий, то есть выход за пределы родной планеты. Конечно, пока такие путешествия — из области фантастики, но ничто не мешает нам подготовиться заранее. Как говорил Ротшильд, «кто владеет информацией, тот владеет миром!»

60 лет назад Юрий Гагарин стал первым в мире человеком, оказавшимся в космическом пространстве. Возможно, уже в ближайшие десятилетия путешествия в ближнем и дальнем космосе, включая космический туризм, станут более доступными. О том, что ждет начинающего космического путешественника

за пределами Солнечной системы, какие опасности могут его поджидать и как выбрать себе новый «космический дом», мы поговорили с Валерианом Юровым, экспертом фестиваля науки «КСТАТИ» сети ИЦАЭ, PhD университета Колумбия-Миссури (США), кандидатом физико-математических наук (Россия), доцентом-исследователем и старшим научным сотрудником Лаборатории астрофизики и космологии ИФМНИИТ Балтийского федерального университета им. И. Канта.

Часть 1. Главное — безопасность!

Черные дыры. Любопытный космический путешественник первым делом отправится к черной дыре, ведь об этих космических объектах уже немало написано, и не только учеными. Красочную фотографию окрестностей черной дыры растиражировали и в традиционных медиа, и в интернете. Что же может подстергать нас у этого космического объекта?



На фото

Первое в истории изображение аккреционно-го диска, явления, происходящего в непосредственной близости от видимых границ материи, притягиваемой черной дырой

Если мы пересечем горизонт событий, то перестанем существовать. Другими словами, вы навсегда исчезаете для внешних наблюдателей (строго говоря, они никогда не увидят, что вы этот горизонт пересекли — для них вы навечно застынете над горизонтом событий как муха в янтаре. Только роль смолы здесь играет сжатое до предела пространство-время).

Горизонтом событий в астрофизике называется граница, за которой события не могут повлиять на наблюдателя. Но его пересечение — это не единственная опасность. Вблизи черной дыры их целых три. Это замедление времени, искривление пространства и излучение Хокинга.

Остановимся подробнее на излучении Хокинга. Израильский физик Яков Бекенштейн и американский физик Стивен Хокинг показали, что черные дыры на самом деле обладают температурой. Горизонты событий этих черных дыр излучают фотоны. Чем массивнее черная дыра, тем меньше энергия излучаемых фотонов (длина волны этих фотонов оказывается пропорциональна диаметру черной дыры). Соответственно, чем меньше черная дыра, тем сильнее она излучает. Образно можно сказать, что маленькие черные дыры горячие, а большие — холодные.

В процессе излучения у черной дыры теряется энергия. Если мы вспомним знаменитую формулу Эйнштейна $E=mc^2$, в соответствии с которой энергия эквивалентна массе, то получится, что черные дыры с потерей энергии теряют и массу — «испаряются». Из этого следует, что радиус горизонта событий уменьшается, и в итоге черная дыра схлопнется. Если она окончательно испарится, то произойдет взрыв, и не останется ничего, кроме космического «дождя» из фотонов и, может быть, незначительного количества других элементарных частиц (например, гравитонов).

Но что при этом происходит с веществом, которое поглотила черная дыра? По закону унитарности (сохранению информации у квантовых объектов) она не может исчезать, потому что это запрещено законами квантовой механики. Но именно исчезновение информации и происходит при испарении черной дыры. Дело в том, когда черная дыра «съедает» очередную частицу, она автоматически поглощает и всю содержащуюся в этой частице информацию. В этом нет большой беды, пока дыра существует,

и «съеденные» ей терабайты информации находятся где-то у нее внутри. Загвоздка в том, что когда черная дыра взрывается, то в этом взрыве должны исчезнуть и все эти терабайты.

Возникает противоречие, которое ученые разрешили следующим образом. Должен существовать механизм сохранения информации, связанный с излучением Хокинга. По-видимому, в процессе падения тела в черную дыру эта информация записывается на горизонте событий. И с этой точки зрения горизонт событий — голографическая сфера, содержащая информацию обо всем, что упало на черную дыру.

Чтобы не нарушались законы квантовой механики, нужно, чтобы излучение Хокинга уносило часть информации с горизонта событий. Формально улетающие фотоны несут какую-то информацию об объектах, упавших когда-то в черную дыру, но, по оценкам Леонарда Сасскинда из Стэнфордского университета, на ее расшифровку потребуется больше времени, чем на испарение самой черной дыры, потому что кодировка информации очень сложная. Не зря некоторые физики называют черные дыры самыми совершенными квантовыми компьютерами!

Еще одно непредвиденное обстоятельство обозначил американский физик-теоретик Джозеф Полчински. Вычисления показывают, для того чтобы простым образом закодировать информацию о теле, падающем на горизонт событий, должна затратиться такая энергия, которая испепелит этот объект и превратит его в вышеупомянутое излучение Хокинга.

На первый взгляд, это означает, что главная опасность, которая подстерегает слишком любопытного и неосторожного космического путешественника, подобравшегося слишком близко к черной дыре, заключается в том, что он, как и прочие объекты, сгорит на горизонте событий, испепеленный излучением Хокинга. Но проблема в том, что для самого путешественника, падающего в черную дыру, никакого горизонта событий не существует! Но раз нет горизонта событий, то нет и хокинговского излучения. Но что-то же должно сжигать этого наблюдателя в его системе отсчета? В качестве возможного ответа Полчински предположил, что на горизонте должна существовать некая «огненная стена» (Firewall), которая и должна сжигать наблюдателя в его системе отсчета. Однако расчеты не подтвердили его гипотезы, и большинство физиков теперь склоняются к тому, что процесс падения в черную дыру требует дуального подхода и зависит от того, кто именно его наблюдает. Для внешнего наблюдателя объект все ближе к горизонту событий, движется все медленнее и в конечном счете сгорает на горизонте событий в хокинговском излучении. А с точки зрения самого объекта (например, астронавта Купера

Крабовидная туманность в созвездии Тельца, которая является остатком сверхновой звезды

из фильма «Интерстеллар») он пересекает горизонт событий и летит к новым, но скоротечным ощущениям. Один и тот же объект ожидают две разных судьбы в зависимости от точки наблюдения.

Валериан Юров подчеркивает, что тут нет никакого нарушения логики. «Если объект пересекает горизонт событий, он выпадает из нашего пространственно-временного континуума. И мы не можем знать, что с ним произойдет. Противоречие было бы, если бы он вылетел обратно, а мы ему сообщили, что видели, как он сгорел, но теория запрещает такого рода возвращения. История астронавта после такого пересечения оказывается совершенно оторванной от той вселенной, из которой он прилетел, потому что пространство-время внутри черной дыры свое, совершенно не связанное с внешним пространством-временем», — поясняет эксперт.

Есть от черных дыр и гипотетическая польза: если найти маленькую черную дыру массой с гору, то, во-первых, она будет размером с атомное ядро (несколько фемтометров), во-вторых, если придумать, как экранировать исходящее от нее излучение, то вы получите компактный и надежный источник энергии, который прослужит вам более миллиарда лет! Главная задача, которую предстоит решить, — как ее транспортировать. Варианты есть — можно, например, захватить черную дыру гравитационным полем крупного астероида, чтобы наша черная дыра тянулась за ним, как ослик за морковкой.

Совет космическому путешественнику:

держите безопасную дистанцию, которая уберет вас от падения за горизонт событий. Это несколько тысяч километров. А если придумаете, как приспособить черную дыру для получения энергии, то вам гарантировано безбедное существование на протяжении всей вашей жизни!

Нейтронные звезды. Вы ближе к нейтронным звездам, чем думаете. Это уникальные объекты: при массе в 1–1,5 солнечных размеры нейтронной звезды — 10–20 километров, а это протяженность небольшого города с населением от 100 до 300 тысяч жителей. Вещество в них настолько плотно сжато, что состоит не из атомов, а из нейтронов. Именно в недрах нейтронных звезд рождаются неуловимые нейтрино — нейтральные фундаментальные частицы, которые уносят с собой часть энергии звезды. Поэтому температура нейтронных звезд на поверхности выше, чем в центре. По расчетам ученых, в кубометре пространства содержится около 300 нейтрино, то есть, пока вы читали это предложение, сквозь вас пролетело свыше 100 триллионов нейтрино, а вы этого не заметили из-за их размеров и невероятной проникающей способности.

Но в космосе от нейтронных звезд стоит держаться подальше: хотя 96% известных нам нейтронных звезд



излучают главным образом в радиодиапазоне, около 4% «стреляют» весьма высокоэнергетичными гамма-лучами.

Кстати, с нейтронными звездами связана и история научно-гендерной дискриминации. Впервые нейтронную звезду засекли в 1967 году. Первой сигнал пульсара поймала Джоселин Белл Бернелл из Великобритании, которая на настоящий момент считается одним из самых влиятельных британских ученых-физиков. Пульсарами называют вращающиеся нейтронные звезды с магнитным полем, наклоненным к оси вращения. Поскольку сигнал пульсара регистрируется с определенной периодичностью, вначале ученые предположили его искусственное происхождение и окрестили аббревиатурой LGM — little green men, что в переводе означает «маленькие зеленые человечки». Эта версия впоследствии не подтвердилась, но название осталось. А скандал возник после вручения Нобелевской премии за открытие пульсаров. Ее получил только научный руководитель Джоселин Энтони Хьюиш вместе с другим астрономом — Мартином Райлом. И причина была банальна — она была всего лишь аспиранткой, поэтому все научные заслуги достались ее руководителю. Сама Джоселин позже отметила, что принимает решение Нобелевского комитета, поскольку премии студентам-исследователям обычно не вручаются, но у общественности возникло подозрение, что одной из причин стала гендерная принадлежность исследовательницы. Многие известные физики были возмущены этой ситуацией, и в итоге в 2018 году Джоселин Бернелл получила Специальную премию за прорыв в фундаментальной физике (вручается нерегулярно в рамках «Премии за прорыв», или Breakthrough Prize, основанной Юрием Мильнером в 2012 году).

Совет космическому путешественнику:

от нейтронных звезд тоже держаться подальше, потому что излучение от них сильное. А пропускать сквозь себя некоторое количество нейтрино можно и на Земле. Кстати говоря, в марте 2021 года на озере Байкал был запущен крупнейший в Северном полушарии глубоководный нейтринный телескоп Baikal-GVD. Ученые с его помощью будут регистрировать и исследовать потоки нейтрино сверхвысоких



1. Взрыв сверхновой звезды сопровождается выбросом вещества звезды в межзвездное пространство, а из оставшейся части образуется нейтронная звезда
2. Спагеттификация звезды, вызванная большой приливной силой в гравитационном поле черной дыры

Совет космическому путешественнику:

держите безопасную дистанцию (желательно не ближе нескольких сотен световых лет) и наслаждайтесь «космическим салютом»!

Гравитационные волны. При слиянии черных дыр образуется колоссальное количество энергии, порождающее гравитационные волны. И гравитационное возмущение будет настолько сильным, что нашего космического путешественника, подошедшего слишком близко, «смоет». Это до Земли сигналы от гравитационных волн доходят очень слабыми, поэтому впервые уловили их совсем недавно, несколько лет назад, а поблизости их воздействие будет колоссальным.

Совет космическому путешественнику:

вооружаемся обычным земным правилом. Во время шторма держимся подальше от воды и любимся разбушевавшейся стихией на расстоянии. Только не забудьте захватить камеру с режимом замедленной съемки: на прохождение всей гравитационной волны, как правило, требуется всего одна-две десятые доли секунды. Внимание: при слиянии черных дыр настоятельно не рекомендуется находиться в одной с ними звездной системе. Несоблюдение этой рекомендации может привести к переломам, ушибам, разрывам и обращению в космическую пыль.

энергий, которые появляются в недрах рождающихся или умирающих галактик и различных экзотических звездных объектов. Это поможет понять, что происходило во Вселенной миллионы и миллиарды лет назад, как она возникла и развивалась.

Вспышка сверхновой. Еще одно яркое в прямом смысле зрелище — вспышка сверхновой, которую можно наблюдать, находясь в соседней галактике. Это тоже лучше делать на достаточном расстоянии — излучение таково, что в радиусе до 30–50 световых лет происходит полная стерилизация. То есть если в окрестностях сверхновой когда-то и была жизнь, то возникшая в результате вспышки радиация с почти стопроцентной вероятностью ее уничтожила. С другой стороны, если вам ничего не грозит, вспышка сверхновой — это своеобразный маяк, который поможет вам определиться во времени и пространстве. При наличии записей об этом событии можно точно датировать другие, происходившие в то же время. А через некоторое время на месте вспышки сверхновой образуются туманности, и это просто красиво.

Спагеттификация. Это забавное слово — вполне официальный астрофизический термин, который обозначает последствия неравномерного воздействия гравитационного притяжения на объект вблизи черной дыры.

Если вы падаете на массивный объект, например на черную дыру, ногами вниз, то они чуть ближе к центру гравитации, и притяжение от центра объекта на них действует сильнее, чем на голову. На Земле принцип такой же, но эта разница настолько ничтожна, что ее можно не принимать во внимание (10 миллионов долей ньютона), а вот рядом с черной дырой сила приливного натяжения такова, что любой объект будет вытягиваться подобно спагетти и в итоге превратится в длинную цепочку молекул, а затем и элементарных частиц.

Наша планета Земля подобным образом воздействует на Луну, и приливное натяжение замедляет ее скорость. Правда, это очень медленный процесс, который занимает несколько миллионов лет, и Луна не похожа на спагетти, потому что у Земли недостаточно массы

для такого сильного воздействия. Кстати, если Земля коллапсирует и станет черной дырой, то ее радиус составит 3 миллиметра, а радиус Солнца — около 3 километров. В реальности, конечно же, и Земля, и Солнце не обладают необходимыми характеристиками для такого превращения.

Совет космическому путешественнику:

спагеттификация начинается, если вы подлетели слишком близко к центральной сингулярности. Желательно держаться на расстоянии нескольких тысяч километров от черной дыры. Вывод прост: если вы хотите залететь под горизонт событий, не выбирайте маленькие черные дыры. Задолго до того, как вы пересечете горизонт событий, вас разорвет на тысячи маленьких спагетти. Для экскурсии следует выбирать сверхмассивные черные дыры, которые находятся в центрах галактик. Это «черные дыры на стероидах», то есть они значительно больше по размерам, чем черные дыры, образовавшиеся в результате коллапса звезды. В центре нашей галактики черная дыра размером 4 миллиона солнечных масс, а в центре галактики Андромеды — 100–200 миллионов солнечных масс, совсем как у черной дыры Гаргантюа в фильме «Интерстеллар».

Вывод: перед тем, как выйти в открытый космос, внимательно изучите расположение черных дыр, нейтронных звезд и мест, где потенциально может произойти вспышка сверхновой, а также избегайте превращения в спагетти — просто выбирайте подходящее расстояние для наблюдения за такими интересными, но небезопасными объектами.

Часть 2. Космический дом: ищем пояс жизни

Выбираем «пригород». Как уже было сказано выше, рядом со сверхновой выжить практически невозможно. Чем ближе к центру, тем больше звезд. Чем больше звезд, тем больше шанс, что одна из них станет сверхновой. Следовательно, в космических масштабах жить в центре — не самый лучший выбор. Кстати, и Земля (если сравнить нашу галактику с городом) находится на тихой улочке в спальном районе или ближайшем пригороде. Понятие «пояс жизни» актуально не только для звездных систем, но и для галактик. Так что если решите обосноваться где-нибудь, то объявление о поиске нового космического дома можно смело начинать с фразы: «Центр не предлагать!».

«Отопление и свет»: плюсы и минусы звездных систем. Для начала скажем несколько слов о том, как астрономы классифицируют звезды. Делается это по нескольким параметрам, самым важным из которых оказывается... цвет. Дело в том, что чем ярче звезда, тем сильнее сдвинут ее цвет в область голубого цвета (а для самых ярких звезд — белого). По мере уменьшения яркости цвет звезд смещается сначала к желтому, потом к оранжевому и, наконец, к красному.

Это наблюдение и послужило основой для нескольких звездных классификаций. В конце концов общепринятой стала так называемая гарвардская классификация, разработанная между 1901 и 1912 гг. Энни Джамп Кэннон, профессиональным астрономом и первой женщиной, получившей степень доктора наук Оксфордского университета. Кэннон выделила 7 основных звездных классов: O, B, A, F, G, K, M. Они выстроены по цвету от самых ярких бело-голубых звезд типа Ригеля (спектральный класс O) до красных гигантов типа Арктура (спектральный класс M). Среди гарвардских студентов-астрономов до сих пор ходит замечательное мнемоническое правило для запоминания этой последовательности: нужно просто взять первые буквы слов, составляющих фразу: Oh, Be A Fine Girl, Kiss Me!

Ну а теперь давайте посмотрим, какие из этих звезд будут благоприятны для жизни, а какие не очень.

У голубых звезд спектральных классов O и B (и, по-видимому, F) чрезвычайно сильное ультрафиолетовое излучение, которое подобно кварцевой лампе уничтожит любой намек на органическую жизнь (за исключением, быть может, самых глубин планетарных океанов, таких как у спутника Юпитера, Европы). У красных звезд спектрального класса M, наоборот, излучение низкоэнергетично. Поэтому для того, чтобы на планете, вращающейся вокруг такой звезды, могли возникнуть какие-никакие растения, ее орбита должна будет находиться очень близко к поверхности звезды. А это означает, что на планету будет действовать сильное приливное натяжение. Планету оно, конечно, не разорвет, но со временем приведет к так называемой орбитальной синхронизации, при которой планета все время будет повернута к звезде одной стороной (как Луна к Земле). Из-за этого жить можно будет только на границе света и тьмы, что, в общем-то, неудобно и нерационально. Это, кстати, объясняет, почему мы не нашли себя на орбите звезды класса M, несмотря на то, что наша галактика на 2/3 из таких звезд и состоит. Просто вероятность возникновения жизни у этого типа звезд минимальна статистически. А вот найти братьев по разуму на планете, вращающейся вокруг желтого карлика, как наше Солнце, куда более вероятно.

Оптимальный выбор — звезды класса G или K, то есть желтые карлики, как наше Солнце (класс G2), или звезды желто-оранжевого спектра, характеризующиеся немного меньшей температурой.

Что касается планет в выбранной вами звездной системе, то тут выбор очевиден — ориентируйтесь на земные условия и не ошибетесь!

Резюме: и в космических путешествиях, и в обычной жизни ориентиры схожи. Соблюдение правил безопасности помогает сохранить жизнь и здоровье, а владение информацией об окружающей среде способствует принятию правильных решений.

