№6 | июль-август | 2022

ВЕСТНИК АТОМПРОМА

Главная тема

Быстрые реакторы

Перспективные направления развития ядерной энергетики в России

В номере

Отраслевой план НИОКР 4

Атомные ЗАТО 36

Психологическая служба на АЭС 40

Уважаемые читатели!

Важная роль быстрых реакторов и связанных с ними топливных циклов признается специалистами всего мира — это один из ключевых элементов дальнейшего развития глобальной атомной индустрии и обеспечения долгосрочной устойчивости ядерной энергетики. Главная тема номера рассказывает о различных проектах Росатома в области быстрой тематики — реакторных установках с натриевым, свинцовым и свинцово-висмутовым теплоносителем, а также новых материалах для твэлов быстрых реакторов. Особое внимание в этих статьях уделяется вопросам безопасности и повышения экономической привлекательности различных типов быстрых реакторов, а также решению проблемы замыкания ядерного топливного цикла.

Также вы узнаете о научных планах и задачах Росатома на Десятилетие науки и технологий, едином отраслевом тематическом плане НИОКР и ходе реализации программы РТТН, о работе психологической службы на российских АЭС и о том, как госкорпорация помогает развитию бизнеса в закрытых атомных городах.

А еще о состязаниях, интеллектуальных и спортивных, в которых проявляются лучшие «фамильные» черты наших атомщиков — командный дух и четкая организация процессов, азарт и собранность, воля к победе и, конечно, чувство юмора.

ВЕСТНИК АТОМПРОМА

№ 6, июль-август 2022 года

Информационно-аналитическое издание

Фото на обложке
Концерн «Росэнергоатом»

Главный редактор
Юлия Долгова

Выпускающий редактор
Ольга Еременко

Дизайн и верстка
Валерий Балдин, Андрей Ковлягин

Корректор
Алина Бомбенкова

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 Федеральной 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: 20.07.2022

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

Суждения и выводы авторов материалов, публикуемых в «Вестнике Атомпрома», могут не совпадать с точкой зрения редакции

Содержание

Атомная наука

Попадание в десятку *4*
Какие изменения планируются в организации работы по научно-техническому развитию отрасли

Главная тема

Коротко

Замкнуть по-быстрому *8*
Замыкание топливного цикла — одна из главных задач атомной энергетики в XXI веке

Проект «Прорыв»

«Прорыв» сегодня *9*
Развитие быстрых технологий для замыкания ядерного топливного цикла

Натриевое направление

Быстрое семейство *16*
Гид по реакторным установкам БН с натриевым теплоносителем

БН идет, БН дорогу *20*
Утверждена дорожная карта разработки предпроектной и проектной документации и сооружения энергоблока № 5 Белоярской АЭС с РУ БН-1200М

Технологии ЗЯТЦ

Повышая градус *24*
Методы высокотемпературной электрохимии позволят значительно сократить время выдержки ОЯТ перед переработкой

Материалы

Искусство легирования *28*
ВНИИНМ разрабатывает новые материалы для обеспечения программы повышения выгорания топлива реакторов БН

Перспективы

Свинец-висмут: путь к «железу» *32*
Быстрые реакторы со свинцово-висмутовым теплоносителем: от начала атомного проекта СССР до современных бизнес-инициатив

Территории присутствия

Пятилетка поступательного движения *36*
Как Росатом помогает развитию бизнеса на территориях присутствия

Работа с персоналом

«Хороший руководитель должен смотреть людям в глаза» *40*
Как, с кем и зачем на атомных станциях работают психологи

Экопроекты

Следуя ЭкоЛогике *44*
Проекты АЭС по защите окружающей среды

На пути к Атомиаде

Кубок Железной горы *48*
Здесь под аплодисменты зрителей бьют «посуду» и стреляют «по нотам»

ИЦАЭ

Быстрее бридера *52*
Как успеть найти правильный ответ за минуту

Особое мнение

Мягко, но системно *56*
Эффективная методология подходов к новым вызовам

Текст: Юлия Гилева
Фото: ГНЦ НИИАР, ГНЦ РФ ТРИНИТИ, «Страна Росатом»

Попадание в десятку

Какие изменения планируются в организации работы по научно-техническому развитию отрасли

2022–2031 годы станут в России Десятилетием науки и технологий. Среди основных задач на этот период — привлечение в науку талантливой молодежи, вовлечение исследователей и разработчиков в решение важнейших задач общества и страны, знакомство россиян с достижениями и перспективами отечественной науки. О научных планах Росатома на ближайшее десятилетие, новых вызовах и задачах рассказывают директор направления научно-технических исследований и разработок Виктор Ильгисонис и заместитель генерального директора по экономике и финансам Илья Ребров.

Виктор Ильгисонис

Директор направления научно-технических исследований и разработок госкорпорации «Росатом»

Виктор Игоревич, расскажите, с какими заделами отраслевая наука вступила в объявленное в России Десятилетие науки и технологий.

Виктор Ильгисонис: Если говорить о наиболее крупных проектах, завершение которых планируется в это время, то следует назвать, разумеется, сооружение опытно-демонстрационного энергетического комплекса (ОДЭК) на базе энергоблока с инновационным реактором БРЕСТ-ОД-300 на площадке СХК и многоцелевого реактора на быстрых нейтронах (МБИР) на площадке НИИАР. Параллельно со строительством ведется разработка программ научных и технологических исследований на этих объектах, выполняются обосновывающие НИОКР. Кроме того, системная работа по утвержденным приоритетным направлениям научно-технологического развития (ПН НТР) отрасли осуществляется в рамках комплексной программы РТТН, действие которой на основании указа президента России продлено до 2030 года, и единого отраслевого тематического плана госкорпорации (ЕОТП). Напомню, что в декабре 2018 года перечень ПН НТР был утвержден Стратсоветом госкорпорации, и оснований для его пересмотра в ближайшие годы, на мой взгляд, нет. Развитие этих направлений, создание научной базы и разработка на ее основе передовых технологий, нужных для экономики страны, и есть, как мне представляется, основная задача отраслевой науки.

Как сейчас организована работа по научно-техническому развитию отрасли?

Виктор Ильгисонис: Работа по реализации комплексной программы РТТН организована по проектному принципу. КП РТТН состоит из пяти федеральных проектов (ФП), нацеленных на достижение ключевых результатов по приоритетным научно-технологическим направлениям, которые уже были упомянуты ранее. Учитывая софинансирование КП РТТН из средств госкорпорации и федерального бюджета, сложность системы управления КП РТТН связана с необходимостью неукоснительного соблюдения внешних требований к реализации и мониторингу нацпроектов в сочетании с существующей моделью принятия решений по проектам в госкорпорации, включая соблюдение внутренних процессов инвестиционной деятельности.

Для этого ФП, в свою очередь, декомпозируются на проекты/программы госкорпорации, соответствующие указанным в паспорте ФП результатам, и у каждого такого проекта/программы есть ответственные, согласно принятой в Росатоме ролевой модели: заказчики, директора и руководители проектов/программ. Система мониторинга по КП РТТН в целом и по входящим в нее ФП синхронизирована с внутренними процессами: мониторинг проектов, входящих в состав ФП, происходит через автоматизированную систему, данные агрегируются на уровне администратора ФП и централизованно вносятся во внешнюю систему ГИИС «Электронный бюджет».

Таким образом, организация на верхнем уровне позволяет выстроить систему мониторинга в соответствии с требованиями ФОИВ, а управление организовывать в соответствии с проверенными и настроенными моделями реализации проектной деятельности в отрасли.

Отдельный вопрос — участие в ФП внешних для отрасли организаций, в частности организаций в составе НИЦ «Курчатовский институт» или институтов РАН, подведомственных Минобрнауки России, которые могут работать не только по субдоговорам организаций госкорпорации, но и самостоятельно, получая финансирование напрямую из федерального бюджета. В этой ситуации неформальная обязанность целеполагания и согласования объемов и целевых результатов работ возлагается на научных руководителей ФП и обеспечивается исключительно их активностью, ответственностью и авторитетом.

Что же касается ЕОТП, то принятое в 2018 году решение о его запуске стало, как мне представляется, поворотным моментом и одним из важнейших рычагов, приостановивших деградацию научных институтов и перенацеливших их на последующее научно-технологическое развитие. Была выстроена достаточно строгая система отбора и целеполагания проводимых исследований и разработок: утверждены ПН НТР госкорпорации, их научные руководители, определены порядок инициации, планирования, финансирования и контроля за выполнением НИОКР ЕОТП. Ежегодно объем финансирования НИОКР по ЕОТП увеличивался: в 2019 (стартовом) году профинансированы 124 НИОКР на сумму 5,4 млрд рублей, в 2020 году выполнены 145 НИОКР на 9,5 млрд рублей, в 2021 году выполнены 160 НИОКР на сумму 11,4 млрд рублей. По мнению генерального директора Росатома Алексея Лихачева, неоднократно высказанному им на встречах с представителями научного блока, нам следует поддерживать этот уровень и в дальнейшем.

Илья Васильевич, сможет ли отрасль и в дальнейшем поддерживать такой высокий уровень инвестиций в научные проекты?

Илья Ребров: Признавая всю важность инвестиций в НИОКР, не могу не отметить, что основная задача, которая должна решаться научным блоком,— это создание фундамента для устойчивого развития бизнеса не только на предстоящие десятилетия, но и в самое ближайшее время. Поддержание и увеличение уровня инвестиций в НИОКР неразрывно связано с той отдачей (практическими результатами, технологическими решениями), которые данные инвестиции будут приносить. Научные институты и бизнес-единицы должны одинаково понимать, что без коммерциализации научных знаний не может быть ни устойчивого развития отрасли, ни спроса на новые научные знания. А в текущих условиях беспрецедентных торговых ограничений и внешних санкций у нас появилось окно, чтобы занять многие освободившиеся рынки, и это вызов для всей отрасли, но в первую очередь для научного блока и для бизнеса.

Как сейчас обстоят дела с выходом проектов ЕОТП на коммерческий результат?

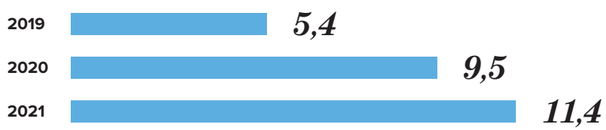
Илья Ребров

Заместитель генерального директора госкорпорации «Росатом» по экономике и финансам

Илья Ребров: Примеры доведения РИД до коммерческого использования пока единичны, ответственность за инициированные научные разработки в полной мере не проявляется, что для нас и является первоочередной задачей. Например, анализ уже осуществленных инвестиций в ЕОТП показал, что почти половина инвестиций приходится на проекты с внутренним для научного блока заказчиком в лице АО «Наука и инновации» либо не имеет такового. И при всем старании АО «Наука и инновации» — это не отраслевой бизнес-заказчик по всем коммерческим направлениям деятельности, а значит, ожидать от него максимального коммерческого результата не стоит. К сожалению, высока доля проектов низкой степени технологической зрелости без существенной динамики в течение нескольких лет.

Виктор Ильгисонис: Полностью поддерживая необходимость коммерциализации результатов НИОКР и мотивируя на это исполнителей проектов ЕОТП, хочу

Объем финансирования НИОКР по ЕОТП (млрд руб.)



Количество НИОКР по ЕОТП

На фото

Монтаж оборудования шахты реактора МБИР на площадке ГНЦ НИИАР

отметить, что получение экономического эффекта от результатов НИОКР должно осуществляться в структурах бизнес-заказчиков, внедряющих эти результаты в производственную деятельность. А на это имеющегося уровня мотивации пока как раз и не хватает. Здесь необходимо еще подумать и совместно поработать научному, коммерческому и финансовому блокам.

Какие изменения в связи с этим предполагаются?

Илья Ребров: Повышение мотивации и ответственности заказчиков за сформированный заказ на научные разработки. До 2022 года применялся подход, при котором за АО «Наука и инновации» и ЧУ «Наука и инновации» закреплялась роль технического заказчика (заказчика по договору) и временного держателя портфеля НИОКР. Это позволяло ускорить прохождение необходимых организационных и корпоративных процедур, и в конечном итоге предполагалось, что это ускорит и реализацию научных проектов. При достижении определенного уровня зрелости (технологической готовности) бизнес-заказчик выкупал результаты НИОКР и переходил к их практической коммерциализации.

На практике выявились недостатки данного подхода: недостаточная мотивация бизнес-заказчиков на скорейший переход к этапу коммерциализации в условиях стимула для держателя портфеля для ускорения оборачиваемости вложенных средств. Поэтому руководством госкорпорации принято решение, что по всем новым проектам ЕОТП с 2022 года бизнес-заказчик сразу будет выступать и держателем своих НИОКР, что повысит его финансовую ответственность и создаст стимул для выхода на уровень коммерциализации в плановые сроки. Опять же, только заказчик, который будет пользоваться результатом, может сформулировать все требуемые параметры такого результата и добиться его достижения в срок. Деятельность АО «Наука и инновации» также должна быть реформирована в целях превращения организации в полноценного бизнес-заказчика научных разработок.

Не откажется госкорпорация и от перспективных фундаментальных разработок, направленных на создание прорывных технологических заделов помимо уже предусмотренных программой РТТН и поисковых исследований. Однако объемы их финансирования будут контролироваться путем установления годовых лимитов.

Виктор Игоревич, отразятся ли, на ваш взгляд, данные изменения на масштабах и направлениях научной деятельности?

Виктор Ильгисонис: На масштабах — конечно: при таком подходе в этом году мы уже отмечаем сокращение числа новых проектов ЕОТП и объемов затрат на их запуск. На качестве — надеюсь, что нет, так как по достигнутой на настоящий момент договоренности все выполняемые и новые проекты будут проходить стандартную систему отбора на соответствие интересам и приоритетам отрасли вне зависимости от конкретных заказчиков. Повышение ответственности отраслевых бизнес-заказчиков должно способствовать ускорению перехода научно-технических знаний и заделов в конкретные продукты с практическими вещественными и экономическими выходами. Это тем более важно в текущий момент, чтобы не допустить снижения объемов производства смежных отраслей, которые практически утратили технологический суверенитет по ряду критических позиций.

Не буду скрывать определенного беспокойства о том, что возвращаемая сегодня доминанта заказчика при выполнении НИОКР может привести де-факто к уходу от реализации программ развития ПН НТР и девальвации роли научных руководителей этих направлений в приоритизации намеченных исследований, степени их поисковости, без которой не достичь серьезных прорывов. Поэтому в качестве компенсирующей меры такого риска мы договорились, как уже сказал Илья Васильевич, о ежегодном выделении отдельного лимита средств для целевого финансирования поисковых разработок. Кроме того, обсуждение наиболее целесообразного механизма или механизмов финансирования НИОКР и их корректировок возможно и в дальнейшем — по мере накопления опыта.

Каким будет для заказчиков механизм финансирования научных проектов?

Илья Ребров: Для бизнес-заказчиков прикладных НИОКР приоритетными механизмами финансирования останутся использование собственных или заемных средств. Конечно, в случае неудачи научного проекта, что вполне может быть, бизнес-заказчик не останется один на один со своими финансовыми проблемами. Не ошибается только тот, кто ничего не делает. Но надо осознавать, что для продолжения и развития инвестирования в научные проекты отдача от успешных проектов должна перекрывать вложения в проекты без практических результатов.

На фото

Стенд лазерной интерферометрии, ГНЦ РФ ТРИНИТИ

Подробности

Единый отраслевой тематический план НИОКР (ЕОТП) — единый перечень НИОКР для реализации научно-технической политики госкорпорации «Росатом» и достижения технологического превосходства. Это документ, раскрывающий существо и направленность планируемых к выполнению в отрасли за определенный временной период НИР и НИОКР, содержащий основные разделы, их цели, способы достижения целей, основные мероприятия и темы разработок, выполняемых в русле выбранных направлений или в качестве поисковых исследований.

Формирование ЕОТП осуществляется в соответствии с критериями достижения превосходства по основным техническим характеристикам разрабатываемого продукта/технологии над ныне действующими аналогами, экспортного потенциала, национальной безопасности, а также с учетом проведенного бенчмаркинга, патентного поиска, анализа уровней готовности технологии и принципа сокращения сроков научной разработки.

В состав ЕОТП включаются следующие типы проектов:

— программы НИОКР по приоритетным направлениям научно-технологического развития госкорпорации «Росатом»;

— программы НИОКР по направлениям развития бизнеса;

— поисковые НИР в обоснование общих физических принципов создания новых продуктов и технологий.

Приоритетные направления научно-технологического развития (ПН НТР) атомной отрасли, утвержденные на Стратегическом совете госкорпорации «Росатом»:

— проектное направление «Прорыв»: замыкание ЯТЦ на базе РБН;

— развитие современной ЯЭ на базе технологий ВВЭР;

— атомные станции малой мощности;

— переработка ОЯТ и мультирециклирование ЯМ;

— водородная энергетика;

— лазерные технологии;

— термоядерные и плазменные технологии;

— материалы и технологии;

— ядерная медицина;

— сверхпроводимость;

— вне ПН НТР (проекты, не входящие в приоритетные направления научно-технологического развития).

Замкнуть по-быстрому

Замыкание топливного цикла — одна из основных задач мировой ядерной энергетики в XXI веке

Основу мировой ядерной энергетики в настоящее время составляют реакторы на тепловых (медленных) нейтронах. Среди безусловных преимуществ тепловых реакторов — большой накопленный опыт эксплуатации, высокий уровень безопасности и коммерциализации. Однако у этой технологии есть и минусы. Для производства энергии в тепловых реакторах используется уран-235, которого в природном уране лишь около 0,7%, а проблема обращения с отходами — отработавшим топливом — не позволяет однозначно отнести ядерную энергетику к разряду устойчивых.

В реакторе на быстрых нейтронах основным делящимся материалом является плутоний-239, который образуется из урана-238, при этом возможна наработка плутония в количествах, превышающих потребности самого реактора, поэтому быстрые реакторы также называют бридерами, или размножителями. Таким образом, реакторы на быстрых нейтронах дают возможность практически полного использования энергетического потенциала природного урана.

Эти два типа реакторов могут успешно работать в единой системе, в которой реакторы на быстрых нейтронах будут осуществлять расширенное воспроизводство топлива с вовлечением плутония, накапливаемого в тепловых реакторах, а также в перспективе трансмутировать минорные актиниды — наиболее опасные радиоактивные отходы. Материалы главной темы номера рассказывают о различных направлениях работы, которую Росатом ведет для реализации стратегии создания двухкомпонентной ядерной энергетики с замыканием топливного цикла.

Текст: Ольга Ганжур
Фото: АО «Прорыв»

Строительство ОДЭК на площадке СХК в Северске Томской области, май 2022 года

«Прорыв» сегодня

Развитие быстрых технологий для замыкания ядерного топливного цикла

Как идут дела на стройплощадке инновационного энергокомплекса с быстрым реактором БРЕСТ? Как будут перерабатывать ОЯТ бридеров? Кто платит за создание новой технологической платформы атомной энергетики? Обо всем этом «Вестнику атомпрома» рассказывают руководители ПН «Прорыв».

Свинцовые быстрые реакторы: от БРЕСТа к БР

Валерий Рачков: Энергоблок с инновационным реактором со свинцовым теплоносителем БРЕСТ-ОД-300 сооружается в составе опытно-демонстрационного энергокомплекса (ОДЭК) на Сибирском химкомбинате в Северске. В настоящее время завершаются НИОКР, связанные со стендовым экспериментальным подтверждением заявленных в проекте характеристик, обоснований безопасности, верификации и валидации кодов, а также обоснования работоспособности и ресурса оборудования. В частности, можно отметить предстоящее полномасштабное моделирование активной зоны реакторной установки (РУ) БРЕСТ-ОД-300 на комплексе быстрых физических стендов в Обнинске, завершение НИОКР по технологии свинцового теплоносителя, в том числе по датчикам контроля кислорода в свинце.

Нельзя не сказать и о новом блоке НИОКР, который будет реализован уже непосредственно на ОДЭК. Среди них подготовка программ исследований на стадиях физического и энергетического пуска реактора БРЕСТ-ОД-300, получение основных характеристик реактора на мощности, которые невозможно получить на стендах, демонстрация замыкания ядерного топливного цикла с рециклом топлива и затем с трансмутацией минорных актинидов, с выходом в равновесный режим с малым запасом реактивности. Особое внимание, конечно, будет уделено и экспериментальной отработке технологии свинцового теплоносителя.

Идет разработка коммерческого свинцового реактора БР-1200. Она учитывает полученные результаты

НИОКР при создании опытно-демонстрационной РУ БРЕСТ-ОД-300. На сегодняшний день завершены НИОКР в обоснование эскизного проекта РУ. Для дальнейшего совершенствования быстрых реакторов со свинцовым теплоносителем по основным показателям, характеризующим безопасность и экономическую эффективность, проводятся дополнительные НИОКР. Надо добиться увеличения срока эксплуатации основного оборудования с 30 до 60 лет, провести масштабирование части основного оборудования из-за увеличения мощности установки, обосновать конструкционные материалы и изделия активной зоны для условий повышенного уровня выгорания топлива.

Натриевый быстрый реактор БН-1200: развивать потенциал

Валерий Рачков: Следует отметить НИОКР, направленные на обоснование безопасности энергоблока с натриевым реактором БН-1200М и последующее лицензирование проекта. АО «Прорыв», АО «ОКБМ Африкантов», АО «Атомпроект» проделали большую работу по улучшению технико-экономических характеристик энергоблока с реактором БН-1200М и обоснованию его конкурентоспособности, подтвержденному экспертами и Научно-техническим советом Росатома. Однако, как показало рассмотрение на НТС, существует дополнительный потенциал улучшения экономики, с одной стороны, а также необходимость доказательства конкурентоспособности в «железе», с другой. Говорить о полном доказательстве конкурентоспособности можно будет только после создания энергоблока с РУ БН-1200М на Белоярской АЭС. НИОКР в направлении дальнейшего улучшения технико-экономических характеристик блока с РУ БН-1200М не прекращаются и должны получить дальнейшее развитие при доработке проекта указанного энергоблока.

Перед реакторами на быстрых нейтронах ставится также задача обеспечения конкурентоспособности не только в рамках ядерной отрасли, но и с другими источниками энергии. Работы в этом направлении также не прекращаются как применительно к БН-1200М, так и к новому проекту коммерческого энергоблока со свинцовым реактором БР-1200 в рамках разработки промышленного энергокомплекса (ПЭК).

Топливо: от разработки до переработки

Юрий Мочалов: В мире сейчас отсутствует промышленное производство смешанного нитридного уран-плутониевого (СНУП) топлива и не осуществляется эксплуатация таких твэлов. Значительный объем исследований в области экспериментального нитридного топлива, помимо СССР и России, выполнялся ранее в США, Японии, Франции, Германии и Индии. Основной акцент в этих исследованиях сделан на лабораторных методах получения требуемых показателей чистоты нитрида по кислороду и углероду, исследованиях дореакторных характеристик и получении данных по реакторному поведению топлива, необходимых для расчетного обоснования работоспособности твэлов в условиях работы реакторов на быстрых нейтронах.

К началу реализации проекта «Прорыв» мировой опыт по облучению смешанного уран-плутониевого нитридного топлива был ограничен 150–200 твэлами, включая и наши экспериментальные твэлы, исследованные в реакторе БОР-60. На старте проекта была разработана комплексная программа расчетно-экспериментального обоснования твэлов со смешанным нитридным уран-плутониевым топливом реакторов БН-1200 и БРЕСТ-ОД-300. В рамках программы был реализован последовательный цикл испытаний, позволивший получить данные по поведению твэлов типа БРЕСТ-ОД-300 и БН-1200 под облучением. По результатам послереакторных исследований твэлов проведена верификация топливных кодов и их аттестация.

Более тысячи экспериментальных тепловыделяющих элементов с различными характеристиками изготовил Сибирский химический комбинат за 10 лет участия в проекте «Прорыв», чтобы совместно с ВНИИНМ найти и обосновать наиболее удачную конфигурацию ядерного топлива нового поколения. 21 экспериментальная сборка прошла облучение в реакторе БН-600. Достигнуто максимальное выгорание 9% т. а. (тяжелых атомов.— *Прим. ред.*) и максимальная повреждающая доза — 108 сна (смещений на атом.— *Прим. ред.*).

Успешное завершение работ в рамках КПРЭО позволило обосновать ресурсную надежность твэлов со СНУП-топливом и оболочкой из стали ЭП823-Ш и выпустить технический проект твэла. Безусловно, у регулирующих органов остаются вопросы, требующие дополнительных исследований, в частности поведение твэлов в свинцовом теплоносителе не в стендовых условиях, а в реакторных. Такие работы могут быть выполнены только после пуска реактора БРЕСТ, иных возможностей нет.

Еще одно направление работ — твэлы с жидкометаллическим подслоем. Результаты облучения ЭТВС в реакторах БОР-60 и БН-600 и послереакторных исследований подтвердили перспективность применения твэлов с жидкометаллическим подслоем на основе сплавов свинца для достижения высоких выгораний. Исследования продолжаются в рамках программы НИОКР «Разработка смешанного нитридного уран-плутониевого топлива со средним выгоранием 12% т. а.».

Строительство модуля фабрикации/рефабрикации топлива ОДЭК практически закончено, сейчас осуществляется монтаж технологических линий, в этом году начались пусконаладочные работы, а в 2023 году стартует фаза освоения производства

Прямая речь

Валерий Рачков

Научный руководитель НИОКР проектного направления «Прорыв»:

— Некоторые «прорывные» объекты уже сооружаются, но работа ученых по ним не заканчивается. Научные организации по-прежнему играют ведущую роль в проекте «Прорыв». Среди «классических» научных организаций на данном этапе выделяются ВНИИНМ, НИИАР, ИБРАЭ РАН, ИВТЭ УрО РАН, ОИВТ РАН, НИЯУ МИФИ. Особо следует отметить большой объем НИОКР, выполняемых непосредственно организациями главных конструкторов проектов: НИКИЭТ и «ОКБМ Африкантов».

Юрий Мочалов

Главный технолог проектного направления «Прорыв»:

— Основная задача технолога в проекте заключается в научно-техническом руководстве разработкой и обоснованием технологий и инновационного оборудования для замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ). «Прорыв» — это не только создание опытно-демонстрационного энергокомплекса (ОДЭК) на площадке СХК. ОДЭК должен продемонстрировать работоспособность новых конструкций, технологий и принципиальную возможность замыкания ядерного топливного цикла. Но уже сейчас результаты работ по «Прорыву» позволяют перейти к разработке промышленных энергокомплексов с реакторами на быстрых нейтронах — ПЭК.

Наталья Ильина

Директор по управлению научно-техническими программами и проектами — директор департамента научно-технических программ и проектов госкорпорации «Росатом»:

— Проектное направление «Прорыв» — одно из ключевых в федеральном проекте «Новая атомная энергетика» в составе комплексной программы РТТН. Государственное финансирование осуществляется из средств федерального бюджета. Оно в основном используется для реализации проектов с длительными сроками окупаемости.

Хронология реализации проекта ОДЭК

ИЮНЬ 2014
Росприроднадзор выдал положительное заключение по материалам ОДЭК

ЯНВАРЬ 2015
Сибирский химкомбинат получил лицензию на размещение МФР

АПРЕЛЬ 2015
Начало строительства МФР

МАРТ 2016
Начало производства оборудования для ОДЭК

СЕНТЯБРЬ 2018
Получена лицензия на эксплуатацию МФР

ДЕКАБРЬ 2018
Проектная документация реактора БРЕСТ-ОД-300 получила положительное заключение Главгосэкспертизы

ДЕКАБРЬ 2019
СХК и «ТИТАН-2» подписали договор на строительство энергоблока с реактором БРЕСТ-ОД-300

ИЮНЬ 2020
Начало монтажа оборудования на МФР

ФЕВРАЛЬ 2021
Ростехнадзор выдал лицензию на создание энергоблока с реактором БРЕСТ-ОД-300

ИЮНЬ 2021
Начало строительства БРЕСТ-ОД-300

НОЯБРЬ 2021
Завершено создание фундамента под здание реактора БРЕСТ-ОД-300

ДЕКАБРЬ 2021
Начало пусконаладочных работ на МФР

2023 (ПЛАН)
Запуск МФР

2026 (ПЛАН)
Запуск БРЕСТ-ОД-300

2028 (ПЛАН)
Запуск МП

топлива. Для МФР впервые в мире были созданы уникальные многофункциональные комплексы: установки карботермического синтеза, изготовления таблеток и участок технологического сопровождения.

На первом этапе МФР ОДЭК будет работать под задачи БРЕСТа, но в дальнейшем он будет реконструирован и для топливообеспечения БН-1200М. Прорабатывается возможность производства ТВС БН-1200М со СНУП-топливом на базе МФР ОДЭК с внедрением в технологический процесс робототехнических комплексов, с сохранением производственной программы выпуска ТВС БРЕСТ-ОД-300 и увеличением производительности самого МФР ОДЭК.

Компанией «Диаконт» изготовлены и проходят испытания роботы — прототипы для роботизированных комплексов фабрикации смешанного уран-плутониевого топлива с включением дожигаемых минорных актинидов, переработки отработавшего ядерного топлива и обращения с радиоактивными отходами.

Переработка ОЯТ: пирохимия плюс гидрометаллургия

Юрий Мочалов: Мы приступили к проектированию модуля переработки (МП) ОДЭК. Разработаны исходные данные для проектирования, прорабатываются компоновочные решения, дорабатываются технические проекты оборудования.

В чем уникальность технологии переработки ОЯТ в МП ОДЭК? Применена комбинированная технология, состоящая из пирохимических процессов на начальных стадиях переработки и гидрометаллургических процессов на последующих. Подобный подход позволяет сочетать, казалось бы, труднореализуемые подходы в единую технологию — перерабатывать «горячее» ОЯТ с минимизацией выдержки и регулировать чистоту продуктов переработки от продуктов деления, тщательно контролировать состав направляемых на захоронение радиоактивных отходов. Как результат, достигаются высокие экономические и экологические показатели.

Технологические решения содержат ряд уникальных разработок. Продемонстрирована технологическая готовность к выделению америция для трансмутации. Разработан процесс малоотходной дезактивации оборудования со сложной геометрией. Впервые при помощи СВЧ-денитрации в процессе опытной переработки СНУП наработана партия рефабрицированных исходных оксидных порошков. Разработан технологический процесс изготовления таблеток из порошков, полученных после переработки СНУП-топлива. Разработана установка остекловывания ВАО. Совершенствуется аналитика технологии переработки ОЯТ: разработана установка автоматического отбора и разбавления водных технологических продуктов. Создаются расчетные методики: впервые разработан проект методики определения показателя пожаровзрывоопасности «Температура самовоспламенения твердых веществ и материалов», которая будет использована для исследования пирофорных свойств радиоактивных сред.

В будущем для переработки прорабатывается вариант полностью перейти на пирохимическую технологию. Это обусловлено необходимостью минимизировать масштабы хранения ОЯТ с высоким содержанием плутония и проводить переработку после короткого времени выдержки. В рамках ПН «Прорыв» запланировано достижение возможности переработки ОЯТ с выдержкой не более года.

Головным разработчиком пирохимической технологии является Институт высокотемпературной электрохимии (ИВТЭ) Уральского отделения РАН. Статус работ на настоящий момент — отработка технологии на опытных пирохимических установках с использованием имитаторов ОЯТ, включая плутонийсодержащие. Практическое освоение пирохимической технологии на реальном ОЯТ начнется в 2030 году в производственных условиях МП ОДЭК.

В настоящее время в качестве перспективной прорабатывается также плазменная технология переработки ОЯТ РБН. Она обеспечит сепарацию отдельных компонентов ОЯТ. Головным разработчиком плазменной технологии является Объединенный институт высоких температур (ОИВТ) РАН. На настоящий момент плазменная технология — на стадии НИОКР по обоснованию принципиальных аппаратурно-технологических решений. (Подробнее о технологиях переработки отработавшего ядерного топлива, над которыми работают специалисты «Прорыва», читайте в материале «Повышая градус» на стр. 24 — *Прим. ред.*).

Промышленный энергокомплекс: роботы, а не человек

Юрий Мочалов: На модулях фабрикации и переработки топлива ОДЭК будут применяться новейшие технологические решения. А в ПЭК, который построят вслед за ОДЭК, производство планируется полностью безлюдным, самую опасную работу вместо людей будут делать роботы.

Принципы работы ОДЭК и ПЭК будут схожи, только в основе ПЭК — двухблочная АЭС с двумя быстрыми реакторами мощностью 1200 МВт каждый. Как и в ОДЭК, в ПЭК могут входить пристанционные модули фабрикации и переработки топлива: на первом будут изготавливаться тепловыделяющие сборки со СНУП- или МОКС-топливом, на втором — выполняться переработка ОЯТ для рефабрикации новых сборок. Возможен и вариант, когда объекты замыкания ЯТЦ будут расположены отдельно от АЭС.

Разработка ПЭК началась с длительной предпроектной подготовки, включающей стадии концептуальной проработки закладываемых решений и технико-экономического обоснования конкурентоспособности по сравнению с передовыми способами генерации электроэнергии.

Принципиальное отличие ОДЭК от ПЭК: требования к экономике первого — безубыточность, второго — конкурентоспособность. Производительность же модуля переработки ПЭК — примерно в три раза больше, чем ОДЭК. При этом остальные требования, в частности по безопасности и экологичности, остаются неизменными. Вопросы безопасности в ПЭК реализуются как за счет применения традиционных подходов, так и за счет применения современных достижений робототехники.

При переходе от ОДЭК к ПЭК мы пробуем реализовать концепцию «от автоматизации к роботизации». Применение робототехники обусловлено, во-первых, требованиями безопасности, во-вторых, задачей создания технологического ядра: комплекс производственных участков, на которых непосредственно происходит процесс переработки топлива, должен быть максимально компактным. Присутствие человека, даже в помещениях временного пребывания персонала, требует определенных условий, а это — дополнительное рабочее пространство, затраты на освещение, вентиляцию и т. д.

Сейчас на аналогичных производствах оператор находится в помещении, отделенном от «горячей» камеры стенкой биологической защиты, и наблюдает за происходящим через защищенное стекло. В саму камеру персонал может попасть только в случае нештатных ситуаций, когда ядерный материал удален и «горячая» камера дезактивирована.

Концепция, применяемая в ПН «Прорыв», предполагает создание технологических участков исходя только из принципов ядерной безопасности, а не необходимости временного пребывания персонала. Тем самым достигается, помимо повышения уровня радиационной безопасности, существенная экономия капитальных и эксплуатационных затрат.

Коды: новое поколение

Валерий Рачков: На стадию масштабного внедрения разработанного программного обеспечения вышел проект «Коды нового поколения», центр ответственности которого находится в ИБРАЭ РАН. Одной из ключевых решаемых проблем является импортозамещение и обеспечение независимости от иностранного ПО. Большое внимание уделяется цифровым технологиям, интеграции с их помощью результатов, получаемых в рамках проектного направления «Прорыв», формированию информационной модели проекта в целом.

Список сокращений

ЗЯТЦ — замкнутый ядерный топливный цикл

БН-1200М — быстрый натриевый реактор (модернизированный) мощностью 1200 МВт

БРЕСТ-ОД-300 — быстрый реактор естественной безопасности со свинцовым теплоносителем, опытно-демонстрационный, мощностью 300 МВт

БР-1200 — быстрый свинцовый реактор мощностью 1200 МВт

ОДЭК — опытно-демонстрационный энергокомплекс с быстрым свинцовым реактором БРЕСТ-ОД-300, сооружаемый на Сибирском химкомбинате

МФР — модуль фабрикации/рефабрикации топлива в составе ОДЭК

МП — модуль переработки ОЯТ в составе ОДЭК

ПЭК — промышленный энергокомплекс с реакторами на быстрых нейтронах

СНУП — смешанное нитридное уран-плутониевое топливо

МОКС — топливо из смеси оксидов делящихся материалов

ЭТВС — экспериментальные топливные сборки

КПРЭО — комплексная программа расчетно-экспериментального обоснования твэлов со смешанным нитридным уран-плутониевым топливом реакторов БН-1200 и БРЕСТ-ОД-300

МА — минорные актиниды

РТТН — комплексная программа «Развитие техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в Российской Федерации»

Замыкание ЯТЦ: на пути к двухкомпонентной энергетике

Валерий Рачков: Готовность к полноценному замыканию ЯТЦ сейчас во многом определяется готовностью технологий и производств. Одним из наиболее ожидаемых результатов является обоснование и готовность пирохимической и/или комбинированной технологии переработки ОЯТ реакторов на быстрых нейтронах.

Ключевой является проблема дожигания минорных актинидов (МА) в быстрых реакторах, что необходимо для реализации радиационно-миграционного эквивалентного обращения с РАО. НИОКР по поиску оптимальных путей выжигания МА и их экспериментальному обоснованию, опытно-промышленной отработки и демонстрации соответствующих технологий играют основную роль на пути к промышленному и полноценному переходу к замкнутому ядерному топливному циклу двухкомпонентной ядерной энергетики.

Финансирование: схемы и объемы

Наталья Ильина: Схема финансирования проектного направления «Прорыв» менялась по мере его реализации. На старте ПН «Прорыв» и проведения основного объема НИОКР в обоснование закладываемых в проект технических решений финансирование выполнялось в рамках федеральной целевой программы (ФЦП) «Ядерные энерготехнологии нового поколения…», а также сформированного в 2017 году инвестиционного проекта госкорпорации «Росатом». В 2018 году постановлением правительства реализация ФЦП была досрочно прекращена, и «Прорыв» реализовывался в рамках инвестиционного проекта «Прорыв», входящего в состав государственной программы «Развитие атомного энергопромышленного комплекса».

С 2020 года госфинансирование идет в рамках программы РТТН. На горизонте 2022–2024 годов выделено порядка 25,5 млрд рублей на реализацию НИОКР, в том числе 22 млрд рублей из средств федерального бюджета. На объекты капитального строительства и прочие инфраструктурные объекты на горизонте 2022–2024 годов запланировано более 105 млрд рублей, в том числе планируется привлечение средств Фонда национального благосостояния в размере 37 млрд рублей.

В этом году президент страны поручил продлить программу РТТН до 2030 года. Это говорит о важности и перспективности дальнейшего развития научно-технических направлений, входящих в ее состав. Задачи на период 2025–2030 годов практически определены. Идет обоснование объемов финансирования и их согласование с федеральными органами исполнительной власти.

На фото

Реакторная установка БН-800 (энергоблок №4 Белоярской АЭС)

Текст: «Вестник атомпрома» по материалам «ОКБМ Африкантов»
Фото: «ОКБМ Африкантов», «Страна Росатом»

Быстрое семейство

Гид по реакторным установкам БН с натриевым теплоносителем

В России накоплен значительный опыт разработки и эксплуатации быстрых реакторов с натриевым теплоносителем, демонстрирующий высокую степень освоенности и надежности этой реакторной технологии, что, в свою очередь, создает хорошие предпосылки для достижения высокого уровня безопасности и конкурентоспособности в перспективных проектах БН.

Физические принципы

В реакторах на тепловых нейтронах для производства энергии используется уран-235. Этот изотоп в любой единице массы планетарного урана составляет 0,7%, а оставшиеся 99,3% — это уран-238, который для тепловых реакторов не является ядерным топливом, поскольку практически не делится в спектре тепловых нейтронов. Всего в недрах Земли имеется около 10–14 млн тонн урана, порядка 4 млн из них уже израсходовано.

По мнению экспертов, при работе только реакторов на тепловых нейтронах, которые составляют сегодня основу мировой ядерной энергетики, уже к концу нынешнего столетия запасы планетарного урана-235 окажутся исчерпанными. Следовательно, атомной энергетике, построенной на основе только этих реакторов, присущ тот же принципиальный недостаток, что и традиционной энергетике на органическом топливе — исчерпаемость топливных ресурсов.

Однако существует ядерный процесс, который позволяет использовать для производства энергии подавляющую составную часть природного урана — уран-238: при захвате нейтрона уран-238 превращается в плутоний-239, который является таким же делящимся материалом, как и уран-235. При облучении плутоний-239 не только делится, но и захватывает нейтроны, в связи с чем накапливаются его другие изотопы: плутоний-240,-241,-242, такое превращение наиболее эффективно происходит

Этапы освоения быстрых натриевых реакторов

Работы по быстрым реакторам были начаты в Физико-энергетическом институте с создания исследовательской базы — экспериментального реактора мощностью 5 МВт (БР-5, 1958 г.) с последующим повышением мощности до 10 МВт (БР-10, 1973 г.). В нем впервые были использованы и испытаны в работе научно-технические идеи и решения, на основе которых позднее стали развиваться быстрые реакторы большей мощности. К числу таких решений относились: натриевый теплоноситель для отвода тепла от ядерного реактора, керамическое топливо в виде смеси диоксидов урана и плутония, нержавеющие стали в качестве основного материала конструкций, контактирующих с натрием.

Реактор БОР-60 (разработчик проекта реакторной установки — ОКБ «Гидропресс») представлял собой следующую ступень в освоении технологии быстрых натриевых реакторов и разрабатывался с более широкими возможностями для проведения различных исследований. Реактор был введен в эксплуатацию в 1969 году и является основной экспериментальной базой натриевых реакторов по настоящее время.

Опыт, полученный в процессе разработки, строительства и эксплуатации реакторов БР-5/10 и БОР-60, позволил в начале 60-х годов прошлого столетия приступить к проектированию и созданию опытно-промышленного реактора БН-350, а затем осуществить промышленное освоение данной технологии — разработку более крупных проектов энергетических натриевых реакторов БН-600, БН-800 и их ввод в эксплуатацию (главный конструктор РУ — Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И. И. Африкантова, научный руководитель проектов — Физико-энергетический институт им. А. И. Лейпунского, генеральный проектировщик АЭС — Санкт-Петербургский институт «Атомпроект»).

БН-350: первый в мире опытно-промышленный энергетический реактор на быстрых нейтронах

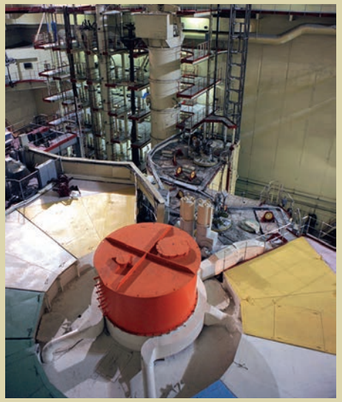
Опытно-промышленная АЭС с реактором на быстрых нейтронах БН-350 была построена на полуострове Мангышлак вблизи г. Шевченко (в настоящее время — г. Актау, Республика Казахстан) и предназначалась для выработки электроэнергии и опреснения морской воды, что требовалось для нужд промышленных предприятий и города. В период эксплуатации БН-350 это была единственная атомная опреснительная установка в мире.

Начало работ над проектом — 1960 год.

Начало строительства — 1964 год.

Энергопуск — 1973 год.

Вывод из эксплуатации — 1998 год.



БН-600: более 40 лет безотказной работы реактора

Ключевой установкой, демонстрирующей достигнутые результаты и возможности дальнейшего усовершенствования реакторов на быстрых нейтронах, является БН-600 (блок №3 Белоярской АЭС). Это единственный в мире успешно работающий более 40 лет быстрый реактор промышленного уровня мощности, эксплуатируемый в коммерческом режиме. БН-600 трижды признавался лучшим среди энергоблоков страны по показателям надежности и безопасности.

Начало строительства — 1969 год.

Энергопуск — 1980 год.

Продление проектного срока эксплуатации — 2010 год (лицензия на продление до 2025 года).

БН-800: самый мощный в мире действующий энергетический реактор на быстрых нейтронах

БН-800, разработанный АО «ОКБМ Африкантов», введен в эксплуатацию в составе блока №4 Белоярской АЭС в 2016 году. Для реакторов БН-350 и БН-600 использовалось обогащенное топливо, основной их задачей была отработка конструкции оборудования энергетических быстрых натриевых реакторов. Реактор БН-800 эксплуатируется на смешанном уран-плутониевом топливе и призван обеспечить отработку элементов замкнутого ядерного топливного цикла для перехода к новой технологической платформе.

Начало работ по сооружению — 1985 год.

Возобновление сооружения энергоблока — 1997 год.

Физпуск — 2014 год.

Энергопуск — 2015 год.

в реакторе на быстрых нейтронах. Принципиально важно, что при этом возможна наработка плутония в количестве, превышающем потребности самого реактора (поэтому реакторы такого типа называют размножителями). За счет этого происходит не только наработка топлива для обеспечения работающих быстрых реакторов, но и постепенное его накопление. В связи с этим становится очевидным, что внедрение реакторов-размножителей на быстрых нейтронах является необходимым условием для развития крупномасштабной ядерной энергетики.

В процессе эксплуатации реакторов на быстрых нейтронах должна быть решена важнейшая задача — создание замкнутого ядерного топливного цикла, который характеризуется повторяющимися циклами переработки отработавшего ядерного топлива и изготовления на основе выделенного плутония нового топлива. Решение этой задачи позволит:

— осуществить расширенное воспроизводство уран-плутониевого топлива с вовлечением в него плутония, накапливаемого и в тепловых реакторах, а также оружейного плутония, увеличив эффективность использования природного урана в ~100 раз;

— выделить радиоактивные отходы тепловых и быстрых реакторов, образующиеся в процессе ядерных реакций;

— обеспечить в перспективе выжигание наиболее опасных радиоактивных отходов — трансурановых элементов (изотопов нептуния, америция, кюрия с большим периодом полураспада).

Проект БН-1200: перспектива развития направления

Разработка и реализация проектов БН-350, БН-600 и БН-800 позволили создать эффективную проектно-конструкторскую, производственную и эксплуатационную инфраструктуру, которая явилась базой для дальнейшего развития технологии БН. Эксплуатация РУ БН-800 позволит проверить эффективность новых технических решений и обеспечить переход к созданию серийной РУ БН-1200М и промышленной инфраструктуры ЗЯТЦ. В настоящее время сформирована устойчивая кооперация предприятий, обеспечивающая высокий уровень разработки, изготовления оборудования, монтажных, пусконаладочных работ и эксплуатации энергоблоков с быстрыми реакторами с натриевым теплоносителем, что в совокупности с накопленным опытом их разработки в России свидетельствует о зрелости данной технологии и о возможности на горизонте 2030-х годов осуществить сооружение энергоблока № 5 Белоярской АЭС с реактором БН-1200.

Реализация комплекса работ, запланированных в рамках программы НИОКР по проекту, позволит создать серийный коммерческий энергоблок БН-1200М, удовлетворяющий требованиям конкурентоспособности по отношению к энергоисточникам различного типа для обеспечения реализации стратегии развития ядерной энергетики России в части создания двухкомпонентной энергетической системы на базе технологий ВВЭР и БН. При разработке БН-1200 АО «ОКБМ Африкантов» является главным конструктором реакторной установки и обеспечивает координацию необходимых НИОКР, включая определение оптимальных проектных решений по энергоблоку.

Реализация проекта БН-1200М на основе референтных технологий БН-600, БН-800 и инновационных технических решений обеспечит:

— создание конкурентоспособных АЭС с высоким уровнем безопасности;

— создание структуры замкнутого топливного цикла в промышленном масштабе для решения проблемы топливообеспечения атомной энергетики на длительную перспективу;

— снижение объемов радиоактивных отходов за счет переработки ОЯТ ВВЭР и использования выделенных из него плутония и младших актинидов;

— лидерство России в мире по реакторам на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем.

Для повышения безопасности и экономичности применен ряд новых схемно-компоновочных и технических решений:

— интегральная компоновка первого контура с размещением всех натриевых систем, включая фильтр-ловушки, системы нейтронно-физического и химико-технологического контроля, в баке реактора;

— переход от секционно-модульной схемы парогенераторов к интегральной, основанной на применении прямотрубных модулей большой мощности, что приводит к значительному уменьшению материалоемкости;

— обеспечение длительной выдержки ТВС во внутриреакторном хранилище, что позволило исключить барабан с натрием в системе перегрузки;

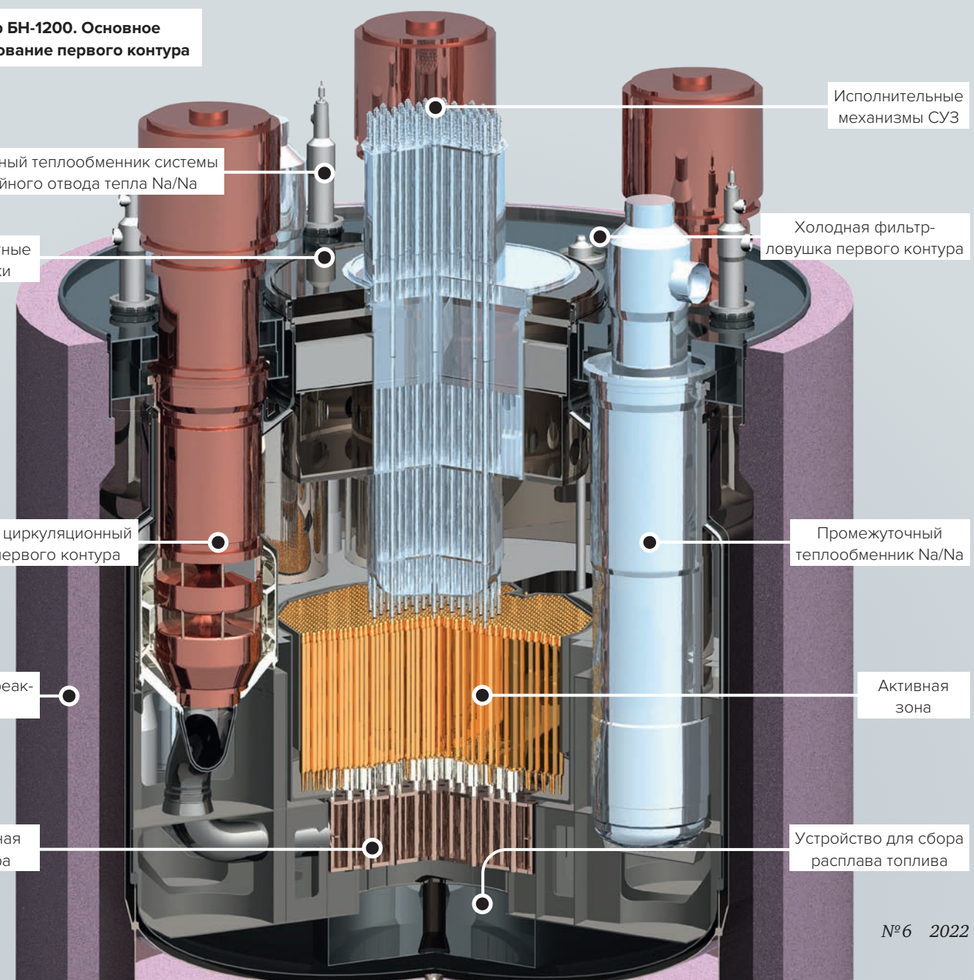
— обеспечение длительной кампании ТВС за счет укрупнения твэлов, что обеспечит снижение затрат на топливо.

Мощность серийного энергоблока выбрана исходя из следующих требований:

— одинаковая электрическая мощность с АЭС-2006 с целью согласованного подхода к выбору площадок для размещения АЭС и унификации турбогенератора и другого электротехнического оборудования системы выдачи электроэнергии;

— транспортабельность крупногабаритного оборудования по железной дороге (корпус реактора и большая поворотная пробка собираются на строительной площадке).

Реактор БН-1200. Основное оборудование первого контура



Подробности

Главная тема

Безопасность РУ БН-1200

В проекте реакторной установки БН-1200 используется ряд новых технических решений по повышению безопасности:

— полное интегрирование натриевых систем и оборудования первого контура в баке реактора, что исключает течи радиоактивного натрия и его взаимодействие с воздухом — наиболее опасный класс проектных аварий для реакторов БН;

— применение усовершенствованной системы аварийного теплоотвода с автономными теплообменниками, встроенными в корпус реактора, обеспечивающей естественную циркуляцию натрия непосредственно через ТВС активной зоны за счет использования в АТО обратного клапана пассивного принципа действия, что повышает уровень снимаемой мощности при допустимом температурном состоянии активной зоны;

— дополнительно к системе пассивного останова на основе гидравлически взвешенных стержней (ПАЗ-Г), хорошо отработанной для реактора БН-800, предусматривается внедрение системы стержней ПАЗ-Т, реагирующих на изменение температуры натрия на выходе из активной зоны. Данный тип устройств чувствителен к повышению температуры теплоносителя во всех авариях с разбалансом соотношения мощности и расхода и, следовательно, обеспечивает дополнительное повышение безопасности РУ.

Текст: Ирина Дорохова
Фото и инфографика: «ОКБМ Африкантов»

БН идет, БН дорогу

Утверждена дорожная карта разработки предпроектной и проектной документации и сооружения энергоблока № 5 Белоярской АЭС с РУ БН-1200М

Разговор о быстрых реакторах не будет полным без рассказа о проекте БН-1200. Он еще разрабатывается, но большой объем работ уже выполнен, многие решения приняты. Об особенностях будущего блока и его значении в российской атомной энергетике «Вестнику атомпрома» рассказывает главный конструктор реакторных установок БН Сергей Шепелев (АО «ОКБМ Африкантов»).

— Сергей Федорович, что дает БН-1200 России? В широком смысле — энергосистеме, потребителям, ядерной физике и другим наукам, атомной отрасли?

— Создание проекта БН-1200М отвечает стратегии развития ядерной энергетики России по созданию двухкомпонентной ядерной энергетической системы (ЯЭС) на базе быстрых и тепловых реакторов нового поколения, что решает задачи стабильного топливообеспечения, обращения с ОЯТ и РАО, расширения отраслевого бизнеса, создания безуглеродной энергетики.

В основе реализации этой перспективы лежит использование уран-плутониевого топливного цикла. Благодаря физическим особенностям активной зоны реактора на быстрых нейтронах обеспечивается возможность расширенного воспроизводства плутония и использования плутония различного изотопного состава из ОЯТ как БН, так и ВВЭР, что определяет потенциал удовлетворения системных требований по эффективному топливообеспечению.

Кроме того, в реакторах БН можно использовать смешанное уран-плутониевое топливо с минорными актинидами (МА). Благодаря дожиганию снижается их накопление в двухкомпонентной системе атомной энергетики. Дополнительно обеспечивается расширение возможностей по применению ядерных технологий, например для наработки изотопов.

Проект БН-1200М — драйвер развития в области модернизации и разработки расчетных программ, технологий изготовления и обращения с новыми видами топлива, технологий создания новых конструкционных материалов, элементов оборудования, средств измерения. Не менее важна и долгосрочная загрузка российских, в частности отраслевых, машиностроительных предприятий, которые получат заказы на разработку и изготовление высокотехнологичного оборудования для АЭС.

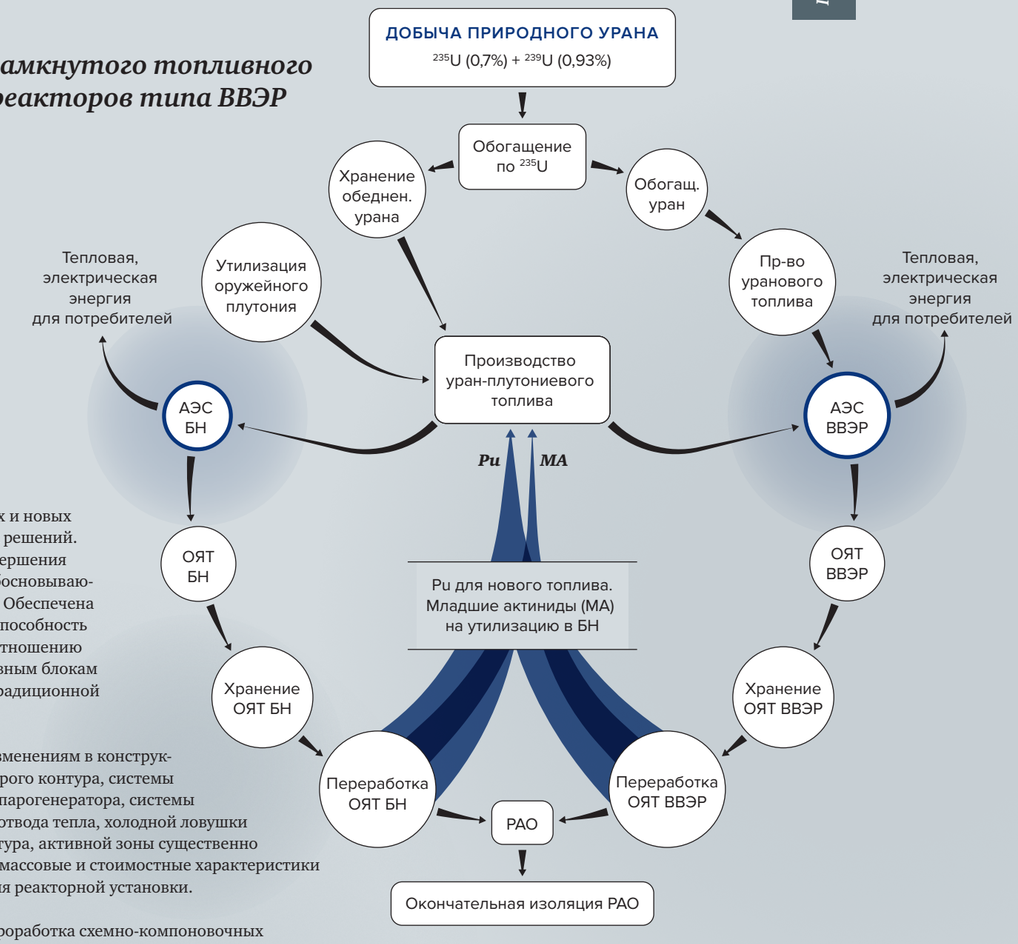
Своевременность реализации проекта БН-1200М определяется еще и тем, что уже сейчас необходимо думать о замещении мощности БН-600 для объединенной энергосистемы Урала.

Наконец, проект БН-1200М способствует достижению углеродной нейтральности в области энергетики, так как блок будет эффективно и безопасно производить электроэнергию в течение 60 и более лет эксплуатации.

— На каком этапе воплощения сейчас находится проект? Какие работы ведутся?

— В настоящее время разработан технический проект РУ БН-1200М на основе оптимального сочетания

Схема замкнутого топливного цикла реакторов типа ВВЭР и БН



референтных и новых технических решений. В стадии завершения находятся обосновывающие НИОКР. Обеспечена конкурентоспособность проекта по отношению к перспективным блокам атомной и традиционной энергетики.

Благодаря изменениям в конструкции ГЦН второго контура, системы перегрузки, парогенератора, системы аварийного отвода тепла, холодной ловушки первого контура, активной зоны существенно улучшились массовые и стоимостные характеристики оборудования реакторной установки.

Детальная проработка схемно-компоновочных и архитектурно-строительных решений здания реактора и машинного зала, принципиальных схемных и компоновочных решений для вспомогательных зданий энергоблока и оптимизация генерального плана привели к сокращению строительных объемов, увеличению коэффициента застройки и сокращению технологических связей. Благодаря этим мерам снижены капитальные затраты и, соответственно, стоимость производства электроэнергии. Итогом разработки и экспертизы документации проекта стала рекомендация НТС госкорпорации «Росатом» о сооружении энергоблока № 5 Белоярской АЭС с РУ БН-1200М.

В настоящее время поэтапно выполняется программа НИОКР по обоснованию безопасности и инновационных технических решений. При этом с учетом рекомендации о сооружении энергоблока БН-1200М остро стоит задача завершения экспериментального обоснования технических решений по оборудованию. В частности, необходимо создать и отработать опытные образцы оборудования на натриевых стендах.

— Как опыт, полученный при создании БН-600 и БН-800, был учтен при разработке БН-1200?

— Технологии натриевого теплоносителя, топливных и конструкционных материалов, эксплуатации и ремонта оборудования реактора были последовательно отработаны на стадии эксплуатации экспериментальных, исследовательских и промышленных реакторов БН, а именно БН-600, БН-800. Опыт и компетенции, полученные в процессе многолетнего становления технологии реакторов БН, результаты выполненных НИОКР в обоснование технических решений по активной зоне и оборудованию обеспечили создание проектно-конструкторской, научно-исследовательской, производственной и эксплуатационной базы для развития технологии в проекте БН-1200М.

В проекте БН-1200М использованы референтные технические решения, хорошо показавшие себя при эксплуатации энергоблоков БН-600 и БН-800. Это интегральная компоновка первого контура, насосное оборудование, промежуточные теплообменники, часть перегрузочного оборудования и другие.

Эволюция технических решений по повышению безопасности проектов БН

	БН-600	БН-800	БН-1200/ БН-1200М
1. Решения по натриевым контурам			
Промежуточный контур натрий–натрий	+	+	+
Окожухование корпусов с р/а натрием	+	+	+
Окожухование трубопроводов с р/а натрием	+	+	трубопров. с р/а Na исключены
Окожухование трубопроводов второго контура	-/+ (частично)	-/+ (частично)	+
2. Аварийная защита			
Активная	+	+	+
Пассивная на основе гидравлически взвешенных стержней	-	+	+
Пассивная на основе температурного принципа действия	-	-	+
3. Система аварийного отвода тепла			
В составе третьего контура	+		
Воздушные теплообменники присоединены ко второму контуру	-	+	
Воздушные теплообменники присоединены к первому контуру	-	-	+
4. Система удержания расплавленного топлива	-	+	+

Принятые технические решения по конструкции реакторных установок, использование пассивных систем безопасности и свойств внутренней самозащищенности, присущих натриевому теплоносителю, позволяют обеспечить такой уровень безопасности, который исключает необходимость эвакуации населения при любых технически возможных авариях.

Основные технические характеристики реакторов БН

	БН-350	БН-600	БН-800	БН-1200
Вид компоновки	петлевая	интегральная		
Вид топлива	UO_2	UO_2	$UPuO_2$	$UPuO_2$ $UPuN$
Коэффициент воспроизводства	0,93 (плутониевый коэф.)	0,85	1,0	1,2–1,4
Номинальная тепловая мощность, МВт	750	1470	2100	2800
Электрическая мощность, брутто, МВт	до 150*	600	880	1220
Температура теплоносителя по первому контуру на входе/выходе ПТО, °С	440/280	535/368	547/354	550/410
Температура теплоносителя по второму контуру на входе/выходе ПГ, °С	420/270	505/318	505/309	527/355
Параметры третьего контура				
температура острого пара, °С	410	505	490	510
давление острого пара, МПа	4,9	14	14	17
температура питательной воды, °С	160	240	210	275

*Кроме выработки электроэнергии, установка с реактором БН-350 обеспечивала опреснение морской воды.

В условиях ужесточения требований по безопасности, особенно в части требований к системам безопасности и средствам управления запроектными авариями, в проект БН-1200М были заложены самые современные технические решения, часть из которых применены в БН-800. Это система пассивного останова на основе гидравлически взвешенных стержней, устройство удержания и охлаждения расплавленного топлива внутри корпуса реактора при постулировании аварии с плавлением ядерного топлива.

В реакторе БН-600 обеспечивается уникальная возможность реакторного обоснования различных видов топлива и конструкционных материалов в проектных условиях эксплуатации. В настоящее время облучаются тепловыделяющие сборки со СНУП- и МОКС-топливом.

Также необходимо отметить, что разработка и сооружение БН-800 позволили восстановить и поддержать компетенции в конструировании, изготовлении и поставке оборудования.

— Какие ключевые развилки в технологических решениях уже пройдены?

— Основные развилки для референтного коммерческого энергоблока пройдены уже на стадии разработки базового БН-1200. Уровень тепловой мощности — 2800 МВт. Четырехпетлевое исполнение РУ с симметричным исполнением петель обеспечит референтность основного оборудования по мощности. Уже упомянутое размещение оборудования и систем, содержащих радиоактивный натрий, в баке реактора повысит безопасность. Установка автономных теплообменников системы аварийного отвода тепла непосредственно в баке реактора с организацией естественной циркуляции по контурам уменьшит вероятность тяжелого повреждения активной зоны. Объем внутриреакторного хранилища в БН-1200 увеличен, чтобы выгружать ТВС из реактора сразу в бассейн выдержки, исключив промежуточный натриевый барабан отработавших сборок. Энергонапряженность активной зоны БН-1200 по отношению к БН-600 и БН-800 снижена почти вдвое, что позволяет значительно увеличить микрокампанию. Укрупнение твэлов и ТВС, применение уран-плутониевого смешанного топлива, применение новых конструкционных сталей с повышенной радиационной стойкостью обеспечит более глубокое выгорание топлива и снизит потребление ТВС. Переход от секционно-модульных на крупномодульные парогенераторы обеспечит значительный экономический эффект, а использование сильфонных компенсаторов для компенсации температурных расширений трубопроводов уменьшит их протяженность.

В целом эти технические решения позволили значительно сократить протяженность натриевых систем, исключить течи радиоактивного натрия и его взаимодействие с воздухом, а также уменьшить строительные объемы здания реактора и сделать проект БН-1200 конкурентоспособным с проектом АЭС-2006.

В обеспечение конкурентоспособности по технико-экономическим показателям по отношению к перспективным реакторным технологиям и электрогенерации на органическом топливе проект БН-1200 был модернизирован. Для проекта БН-1200М необходимо отметить следующие пройденные технологические развилки: применение ГЦН-1 с картерной системой смазки, внедрение герметичного ГЦН-2 с синхронным электродвигателем, установленного на ПТО, размещение ПГ в реакторном отделении. Это позволило значительно улучшить экономические показатели проекта.

При этом существует потенциал дальнейшего улучшения технико-экономических показателей в части эксплуатационной и топливной составляющей стоимости — как результат внедрения в проект дополнительных технических решений, в частности: увеличение назначенного срока службы энергоблока с 60 до 80 лет, КИУМ — с 0,9 до 0,91, назначенного срока службы ПГ — с 30 до 60 лет, изменение конструкции стержней СУЗ и увеличение их ресурса, увеличение кампании топлива. Однако эти решения требуют дополнительных НИОКР.

— Какие у вас планы до конца текущего года, на 2023 год? Какие значимые события должны состояться до строительства и запуска?

— В этом году была разработана и утверждена распоряжением по госкорпорации «Росатом» дорожная карта разработки предпроектной и проектной документации и сооружения энергоблока № 5 Белоярской АЭС с реакторной установкой БН-1200М. В дорожной карте проработаны амбициозный и консервативный сценарии с вводом энергоблока в промышленную эксплуатацию в 2032 и 2035 году соответственно. При планировании работ для реализации проекта БН-1200М разработчики следуют именно амбициозному сценарию.

В соответствии с ним уже в 2022 году должна быть начата разработка обоснования инвестиций (ОБИН). В рамках предпроектных работ главный конструктор реакторной установки («ОКБМ Африкантов») должен определить технические требования к энергоблоку со стороны реакторной установки. Также совместно с генеральным проектировщиком и научным руководителем должны быть сформулированы и закреплены основные положения концепций ядерной, радиационной и пожарной безопасности. Должны быть определены принципиальные подходы по организации сооружения энергоблока и проведения пусконаладочных работ. В 2023 году ОБИН должно быть утверждено, проведены общественные слушания, что обеспечит в 2024 году прохождение Главгосэкспертизы и получение в Ростехнадзоре лицензии на размещение энергоблока. За два следующих года должны быть разработаны проектная документация, предварительный отчет по обоснованию безопасности, вероятностный анализ безопасности первого и второго уровней, выполнены инженерные изыскания, пройдена Главгосэкспертиза, и в 2026 году получена лицензия на сооружение.

На 2027 год запланирована заливка первого бетона, к 2030 году должно быть завершено сооружение строительных конструкций, изготовление и поставка оборудования длительного цикла изготовления. В 2031 году мы надеемся получить лицензию на эксплуатацию и в том же году пройти этапы физического и энергетического пусков.

— Вы уверены в успехе?

— Мы накопили большой опыт работы в области быстрой натриевой технологии. Действующие реакторы — исследовательский БОР-60 и промышленные БН-600 и БН-800 — успешно эксплуатируются. Полагаю, мы готовы к коммерциализации быстрой натриевой технологии и сохранению лидирующих позиций России в этой области.

Текст: Александр Южанин
Фото: АО «Прорыв»

На фото

Монтаж оборудования модуля фабрикации/рефабрикации топлива ОДЭК

Повышая градус

Методы высокотемпературной электрохимии позволят значительно сократить время выдержки ОЯТ перед переработкой

Леонид Суханов

Руководитель центра ответственности «Разработка перспективных технологий переработки ОЯТ реакторов на быстрых нейтронах» ПН «Прорыв»

Курс на замыкание ядерного топливного цикла, взятый Росатомом, требует поиска новых технологических решений, в том числе в области переработки ОЯТ. О том, какова сегодня ситуация в этой сфере, а также о новых перспективных разработках «Вестнику атомпрома» рассказал руководитель центра ответственности «Разработка перспективных технологий переработки ОЯТ реакторов на быстрых нейтронах» в составе проектного направления «Прорыв» Леонид Суханов.

— Леонид Петрович, расскажите, какие перспективные технологии переработки ОЯТ разрабатываются в рамках проектного направления «Прорыв» в настоящее время?

— Исследования по разработке технологий переработки ОЯТ АЭС в той или иной мере проводятся практически во всех странах, обладающих развитой атомной энергетикой и обеспечивающей научной базой. Прорабатывались как водные технологии (на основе растворения ОЯТ в азотной кислоте), так и неводные — растворение ОЯТ в хлоридных или молибдатных солевых расплавах, газофторидная технология и ряд других. Промышленное применение нашла только водно-экстракционная технология на основе так называемого PUREX-процесса (от англ. Plutonium-Uranium Extraction.— *Прим. ред.*), используемая в настоящее время в России и ряде других стран. В рамках ПН «Прорыв» разработана гидрометаллургическая технология переработки ОЯТ РБН, являющаяся усовершенствованным вариантом водно-экстракционной технологии, учитывающим специфику ОЯТ РБН.

В настоящее время в качестве перспективных прорабатываются еще две технологии — плазменная и пирохимическая. Головным разработчиком плазменной технологии является Объединенный институт высоких температур (ОИВТ) РАН. Плазменные методы развиваются в качестве опции, обеспечивающей сепарацию отдельных компонентов в составе ОЯТ. Основные достоинства этих методов — малое количество технологических отходов, возможность адаптации под разные виды ОЯТ и РАО и встраивания в существующие и предполагаемые циклы переработки. На настоящий момент плазменная технология находится в стадии обосновывающих исследований. Контрольная веха принятия решения о возможности практического использования плазменной технологии для переработки ОЯТ РБН намечена на 2024 год.

Головной разработчик пирохимической технологии — Институт высокотемпературной электрохимии (ИВТЭ) Уральского отделения РАН. В отличие от плазменной, пирохимическая технология находится в продвинутой стадии разработки, а по масштабам планируемого внедрения не имеет аналогов за рубежом.

— В чем суть пирохимической технологии, почему сейчас она стала востребована?

— Пирохимическая технология представляет собой комбинацию высокотемпературных пироэлектрохимических процессов в солевых расплавах KCl-LiCl, обеспечивающих выделение из ОЯТ в качестве целевого конечного продукта смеси актиноидов в составе урана, плутония, нептуния, америция, очищенной от ПД до требуемых значений. Специфика пирохимической технологии — возможность переработки ОЯТ с высоким излучением и тепловыделением, что позволяет в разы сократить время выдержки ОЯТ перед переработкой по сравнению с временем, необходимым при использовании водной технологии. Данное преимущество предопределило востребованность пирохимической технологии в атомной энергетике нового поколения на основе РБН и замыкания ЯТЦ для сокращения масштабов хранения ОЯТ РБН перед переработкой и сокращения сроков возвращения плутония в топливный цикл.

Задача решена путем формирования комбинированной схемы переработки ОЯТ в составе двух основных технологических переделов — пирохимического и гидрометаллургического. В рамках пирохимического передела обеспечивается выведение из ОЯТ основной части нуклидов с высоким излучением и тепловыделением. На последующей стадии гидрометаллургического передела проводится доочистка смеси актиноидов с получением конечного продукта, пригодного для изготовления нового (регенерированного) ядерного топлива для РБН. Следует подчеркнуть технологическое изящество данного решения — в комбинированной схеме водная и неводная технологии не конкурируют, а дополняют друг друга.

Исследования по обоснованию пирохимической технологии ведутся в рамках проекта «Разработка технологий и оборудования переработки ОЯТ реакторов на быстрых нейтронах» (проект «ПИРО») в составе ПН «Прорыв». В настоящее время проводится проверка аппаратурно-технологической схемы пирохимического передела на опытных, в том числе макетных, установках. Планируется, что с 2030 года пирохимическую технологию начнут осваивать в МП ОДЭК АО «СХК» с последующим ее использованием в МП ПЭК.

— Расскажите о проекте «ПИРО», как организовано его планирование и выполнение?

— Проект «ПИРО» — составная часть ПН «Прорыв», деятельность которого подчиняется соответствующим регламентам. В частности, планирование всех НИОКР осуществляется на основе технических заданий и дорожных карт, подлежащих рассмотрению на заседаниях Технического комитета ПН «Прорыв» с последующим утверждением научным руководителем ПН «Прорыв» Евгением Адамовым. Работы выполняются в рамках государственных контрактов, заключаемых госкорпорацией «Росатом» с головными исполнителями работ. Результаты работ принимаются после их экспертизы и рассмотрения на заседании Технического комитета ПН «Прорыв».

В 2022 году началась практическая реализация создания МП ОДЭК, в связи с чем планирование работ по проекту «ПИРО» будет синхронизировано с директивными событиями и датами создания МП ОДЭК в части обеспечения и научно-технического сопровождения стадий проектирования, обоснования лицензий на строительство и эксплуатацию, изготовления оборудования и др.

— Чем объясняется ведущая роль двух институтов РАН в разработке пирохимической и плазменной технологий? Росатом утратил компетенции?

— Привлечение ИВТЭ УрО РАН и ОИВТ РАН к разработке перспективных технологий переработки ОЯТ было обоснованным решением, учитывающим, что оба института обладают полным набором компетенций по тематике пирохимических и плазменных процессов. Каждый институт предложил свое видение решения поставленной задачи, располагает

Подробности

Ведущие персоналии проекта «ПИРО»

Общее научно-техническое руководство разработкой технологии переработки ОЯТ РБН осуществляют главный технолог ПН «Прорыв» Ю. С. Мочалов и главный радиохимик А. Ю. Шадрин (ЧУ «Наука и инновации»). Научным руководителем разработки пирохимической технологии является профессор Ю. П. Зайков (ИВТЭ УрО РАН). Ответственный за конструирование пирохимического оборудования и инертных камер — В. П. Смирнов (ООО НПФ «Сосны»), за разработку средств роботизации — И. Ю. Даляев (ЦНИИ РТК), за обращение с РАО пирохимического передела — В. А. Кащеев (АО «ВНИИНМ»). За вопросы реализации пирохимической технологии на промплощадке АО «СХК» отвечает М. Н. Герасименко. Административная ответственность за реализацию проекта «ПИРО» закреплена за руководителем ЦО НИОКР ПЯТЦ Л. П. Сухановым (АО «Прорыв»).

авторитетными научными лидерами для формирования и организации работ по проекту (профессор Юрий Зайков — проект «ПИРО», академик РАН Валентин Смирнов — проект «Плазма), имеет специализацию, техническую оснащенность и высококвалифицированный персонал по тематике проекта. ТЗ и программы работ по обоим направлениям были рассмотрены и одобрены Техническим комитетом ПН «Прорыв».

Отмечу, что сотрудничество с РАН является приоритетным направлением кооперации госкорпорации «Росатом» со смежными ведомствами.

— Могут ли результаты, полученные в рамках проекта «ПИРО», применяться в других отраслях производства и в других направлениях научных исследований?

— Развитие любой новой технологии, как правило, сопровождается созданием продукции, которую можно использовать шире ее основного назначения. Применительно к проекту «ПИРО» уже сейчас есть возможность использовать в других отраслях установки очистки солевых расплавов от кислорода и воды, а также установки для извлечения кислорода из газовых сред (так называемые кислородные насосы). Накоплен опыт по изготовлению, монтажу и эксплуатации «горячих» камер с инертной средой с жесткими требованиями по ее чистоте, в России такой опыт практически отсутствует, а потребность имеется. Разрабатываются новые аналитические методики, пригодные для использования в научных исследованиях вне ПН «Прорыв».

— Каковы отличия РАО от переработки ОЯТ с использованием пирохимических технологий от РАО, образующихся при использовании традиционной гидрометаллургической технологии?

— РАО неводных технологий отличаются от РАО водных технологий переработки ОЯТ по номенклатуре и характеристикам. Основными видами РАО пирохимического передела будут отработанные картриджи систем газоочистки, керамические и металлические изделия, нерециклируемый солевой электролит, сплавы свинца, а также оксидные осадки с операции рафинировочного переплава. Схема обращения с РАО пирохимического передела сейчас формируется на основе следующих подходов: унификация оборудования и матричного материала (боросиликатное стекло) для иммобилизации ВАО от пирохимического и гидрометаллургического переделов; оптимальное объединение потоков РАО перед переработкой для минимизации числа технологических операций по обращению с ними; экспериментальная проверка операций обращения с разными видами РАО на прототипах крупномасштабного оборудования. Одной из первоначальных задач является уточнение характеристик РАО с принятием необходимых допущений, обусловленных тем, что на настоящий момент пирохимическая технология отрабатывается только на имитаторах. Полноценные данные о количествах и характеристиках РАО появятся по результатам освоения пирохимической технологии в МП ОДЭК.

— На пирохимический передел поступает наиболее «горячий» поток перерабатываемого ОЯТ. Есть ли какие-то особые требования к переработке ОЯТ в этих условиях?

— Требования есть, основные я отмечу. Это необходимость эксплуатации пирохимического оборудования в камерах с инертной (аргон) средой высокой чистоты по содержанию паров воды и кислорода (в зависимости от назначения аппарата в пределах 1–10 ppm). Превышение этих значений создает риск протекания реакций, влияющих на химическую форму актиноидов, а тем самым — на их материальный баланс в технологической цепочке. Кроме того, это необходимость обеспечения дистанционного обслуживания технологического оборудования и большинства инженерных систем инертных камер с учетом очень высоких уровней ионизирующего излучения и тепловыделения потоков перерабатываемого ОЯТ.

Отмечу, что научным руководителем ПН «Прорыв» Евгением Адамовым инициировано требование по роботизации производств, разрабатываемых для атомной энергетики нового поколения. Такая работа сейчас активно ведется. В частности, для пирохимического передела разрабатываются манипуляторы для проведения работ внутри инертных камер, роботы для транспортных операций между камерами, синтезируются радиационно и термически устойчивые смазочные материалы, прорабатываются оптимальные компоновочные решения по размещению пирохимического оборудования и манипуляторов внутри камер.

— Каковы перспективы коммерциализации пирохимической технологии?

— Пирохимическая технология позиционируется в качестве составной части комбинированной технологии переработки ОЯТ РБН, в связи с чем ее коммерциализация возможна в общем пакете объектов, реализующих концепцию атомной энергетики нового поколения на основе РБН и ЗЯТЦ. Полагаю, что вопрос о коммерциализации станет актуальным после получения референции — опыта эксплуатации МП ОДЭК. Также возможна коммерциализация в рамках совместного создания головного ПЭК за рубежом в странах с развитой атомной энергетикой и намерениями реализовывать замкнутый ЯТЦ.

— Можете оценить интерес и вовлеченность молодых специалистов в работы по проекту «ПИРО»?

— Интерес есть, и весьма значительный, ведь речь идет о работе по реализации атомного проекта мирового уровня с практически гарантированными возможностями научного и карьерного роста. Отмечу, что тесные связи между ИВТЭ УрО РАН и Уральским федеральным университетом (УрФУ) обеспечивают особо благоприятные условия для привлечения кадров к работам по проекту «ПИРО». В частности, научный руководитель проекта «ПИРО» Юрий Зайков одновременно является научным руководителем ИВТЭ УрО РАН и заведующим кафедрой физтеха УрФУ, что позволяет проводить штучный отбор и специализацию будущих пирохимиков, начиная с их студенчества (дипломные работы) и аспирантуры.

Также предполагается организовать системную подготовку молодых специалистов в филиале МИФИ в Северске с перспективой последующего принятия на работу в АО «СХК» и в организации — соисполнители проекта «ПИРО». Предварительные договоренности по этому вопросу имеются. Важным элементом кадровой политики является ознакомление специалистов с ключевыми результатами деятельности по тематике проекта «ПИРО» на регулярных научно-технических семинарах, проводимых на базовых предприятиях — ИВТЭ УрО РАН, СХК, УрФУ и ГНЦ НИИАР.

Как правило, в этих семинарах участвуют порядка 100, а иногда и более специалистов, задействованных или интересующихся работами по тематике ПН «Прорыв», что способствует получению информации и налаживанию контактов по интересующим вопросам.

— Как обстоят дела с разработкой и использованием пирохимической технологии за рубежом?

— Максимум, что было достигнуто за рубежом,— это создание в США опытно-промышленного комплекса по пирохимической переработке металлического ОЯТ и разработка проекта пирохимического завода, который так и не был построен. Также можно упомянуть создание и эксплуатацию в Республике Корея исследовательского пирохимического комплекса PRIDE в KAERI. Следует отметить, что в последнее время интерес к пирохимическим технологиям увеличился, в частности, есть информация о намерениях создать пирохимические производства в КНР.

— Происходящие события обусловили необходимость импортозамещения, сталкивается ли с этой проблемой ваш проект?

— С этой проблемой мы столкнулись в текущем году, когда были заморожены запланированные ранее заказы на некоторые комплектующие, необходимые для выполнения госконтрактов по проекту «ПИРО» в 2022 году. На настоящий момент проработаны варианты их замены при сохранении требуемой функциональности. Есть уверенность, что риски можно компенсировать собственными разработками. А также есть понимание, что применительно к будущим работам следует ориентироваться на отечественных производителей или, если это будет признано целесообразным, на организацию собственных производств.

— Может быть, не совсем корректный вопрос: что будет, если пирохимическая технология «не получится»? Как это отразится на планах ПН «Прорыв» в части пуска МП ОДЭК?

— Относительно технологической реализуемости пирохимической технологии сомнений нет. Пирохимическая схема основана на фундаментальных знаниях в области высокотемпературной электрохимии в солевых расплавах и результатах испытаний опытного оборудования на имитаторах ОЯТ РБН (в том числе плутонийсодержащих), которые будут продолжаться вплоть до пуска МП ОДЭК в эксплуатацию. Далее, на стадии ее освоения в производственных условиях МП ОДЭК, будут уточнены материальные балансы и технологические параметры пирохимических процессов, отдельные элементы оборудования. Отмечу, что с учетом новизны внедряемой в МП ОДЭК комбинированной технологии в ТЗ на ПН «Прорыв» допускается возможность продления выдержки ОЯТ перед переработкой с одного до трех лет, что позволит временно перерабатывать ОЯТ по гидрометаллургической схеме в период, пока будет осваиваться пирохимический передел. Так что имеются все необходимые условия для реализации комбинированной схемы переработки ОЯТ РБН в МП ОДЭК и получения референтных данных для ее планируемого использования в МП ПЭК.

Подробности

Главная тема

Основные организации, участвующие в выполнении работ по проекту «ПИРО»

Выполнение проекта «ПИРО» осуществляется путем кооперации деятельности организации разных ведомств со следующими зонами ответственности. Научно-техническое управление и общая координация работ: ИВТЭ УрО РАН, АО «Прорыв». Разработка технологии: АО «ГНЦ НИИАР», УрФУ, АО «СХК». Конструирование оборудования: ООО НПФ «Сосны», АО «ГНЦ НИИАР», ЦНИИ РТК (в части роботизации), РХТУ (в части ЛСГО). Разработка керамических технологий: ФГУП «НИИ НПО «ЛУЧ», АО «Уралинтех». Экспериментальная база: АО «ГНЦ НИИАР» (работы с ДМ и ограниченными количествами ОЯТ) и АО «СХК» (технологии инертных камер, испытания макетов пирохимических установок). Обращение с РАО от пирохимических операций: АО «ВНИИНМ».

Текст: Александр Южанин
Фото: АО «ВНИИНМ»

Искусство легирования

ВНИИНМ разрабатывает новые материалы для обеспечения программы повышения выгорания топлива реакторов БН

Реактор БН-600 на Белоярской АЭС работает с 1980 года. В настоящее время ведутся работы по обоснованию продления срока его эксплуатации до 2040 года, при этом эксплуатационные характеристики реактора будут существенно повышены. В частности, глубина выгорания топлива увеличится с 10 до 15% т.а. (тяжелых атомов), повреждающая доза — с 80 до 115 сна (смещений на атом), длительность кампании — до ~1000 эфф. сут. (эффективных суток). Это станет возможным благодаря переходу на твэлы, изготовленные из новой марки стали ЭК164, позволяющей обеспечивать работоспособность и надежность эксплуатации твэлов ТВС реактора БН-600. Рассказываем об истории создания этой стали, ее особенностях и преимуществах.

В активной зоне реакторов на быстрых нейтронах оболочки тепловыделяющих элементов работают в сложных условиях: большой перепад температур по высоте оболочки — от 350 до 710 °С, высокие повреждающие нейтронные дозы, изменяющиеся куполообразно (достигая своего максимума примерно в центре твэла), воздействие напряжения от газовых продуктов деления топлива, механическое взаимодействие с распухающим топливным сердечником, давление на твэл, создаваемое жидким натрием, который используется в качестве теплоносителя. Иными словами, активная зона реактора БН — это среда с жесткими нагрузками, вследствие чего к материалу, из которого изготавливают оболочки твэлов, предъявляются строгие требования.

Так совершенствовалась сталь

«С самого начала разработки быстрых реакторов для изготовления оболочек твэлов использовались аустенитные хромоникелевые стали, так как они были хорошо освоены в промышленности,— рассказывает ведущий научный сотрудник ВНИИНМ им. А. А. Бочвара, одна из разработчиков стали ЭК164 Нина Митрофанова.— Первый материал (сталь ЭИ847 с основой 16% хрома и 15% никеля, легированная молибденом и ниобием) проработал в быстром реакторе с натриевым теплоносителем и хорошо себя зарекомендовал на начальных стадиях эксплуатации. Однако в дальнейшем при повышении параметров облучения было обнаружено явление распухания, приводящего к изменениям геометрических размеров оболочек».

Существуют критерии допустимого увеличения объема твэла в активной зоне реактора. Так, распухая, твэл не должен перекрывать проходные сечения, чтобы не мешать циркуляции натрия не допустить перегрева твэла. Решение этой проблемы на тот период стало одной из главных задач. Основные усилия металловедов были направлены на изучение влияния холодной деформации (это обработка металла давлением, осуществляемая при комнатной температуре) на снижение фактора распухания.

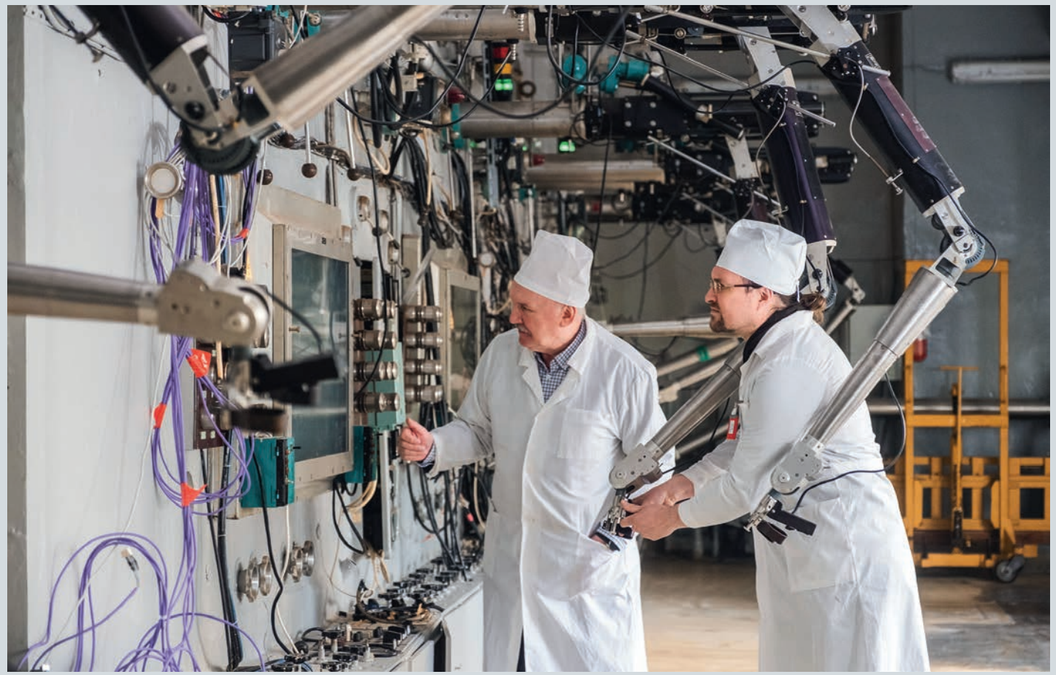
«Следующая сталь, которую разработали и применили для изготовления оболочек твэлов для реактора БН-600, была ЭП172,— рассказывает Нина Митрофанова.— В нее дополнительно к предыдущему составу был добавлен бор, причем в гомеопатических количествах, чтобы его присутствие не приводило к образованию борсодержащих фаз и охрупчиванию. Сталь ЭП172 в состоянии холодной деформации отработала достаточно долго в реакторной зоне БН-600. Следующий материал, который был разработан и предложен к использованию,— сталь ЧС68, в которую вместо ниобия добавили титан, при этом оставили бор, но в несколько иной концентрации».

После проведения ряда экспериментов в целях повышения эксплуатационных параметров реактора БН-600 было принято решение о замене штатного материала оболочек твэлов на более радиационно стойкую сталь ЧС68. Эта сталь обеспечила работу зоны реактора БН-600 со штатной глубиной выгорания топлива 10%. Однако задачи, стоявшие перед отраслью, требовали продолжать работу по развитию и улучшению характеристик металла.

«Тогда родилась мысль о дальнейшем совершенствовании этого класса материалов, и мы перешли

На фото

Специалисты ВНИИНМ проводят исследования новых материалов



Нина Митрофанова

Ведущий научный сотрудник ВНИИНМ им. А. А. Бочвара

«Сталь ЭК164 имеет характеристики, ради которых стоит уйти от штатной стали с налаженным промышленным производством к новому материалу, который за счет повышения глубины выгорания топлива позволит получить действительно значительный экономический эффект»

к комплексному легированию,— рассказывает Нина Митрофанова.— Были реализованы структурные подходы для повышения радиационной стойкости известных отечественных и зарубежных оболочечных материалов аустенитного класса (стали ЭИ847, ЭП172, ЧС68, AISI 316M, 15–15 Ti, DIN1.4970 и др.). За прототип взяли сталь ЭП172, в которую были добавлены титан, ванадий, фосфор, бор и редкоземельные металлы. Такое комплексное легирование позволяет влиять как на состояние границ зерен, так и на структурные превращения, которые претерпевает материал в процессе облучения. И у нас получилось, хотя добиться этого было непросто».

Повышая глубину

Новая сталь, получившая название ЭК164,— это материал, который позволяет осуществить перевод эксплуатации реактора БН-600 на повышенную глубину выгорания топлива. Этот процесс осуществляется в настоящее время, планируется, что он будет завершен в конце 2022 — начале 2023 года. Работы по созданию этой марки стали были начаты еще в 1991-м. За прошедшие годы было проработано много различных вариантов ее изготовления.

«Не хочу хвастаться, но материал получился действительно уникальный,— констатирует Нина Митрофанова.— В нем много резервов с точки зрения эффективности работы малых добавок — элементов внедрения: бора, редкоземельных металлов и фосфора. Эти элементы распределяются в аустените, не создавая напряжения в кристаллической решетке матрицы. Содержание фосфора, можете себе представить, 0,025%, и это максимум! Первый патент по химическому составу был получен в 1994 году. Этот рубеж можно считать началом, так как мы работали в статусе опытных плавок, промышленной технологии не было. Следующий патент на способ термообработки, позволяющий получать материал с нужными свойствами, был защищен в 2003 году. В 2015 году был получен патент на материал оболочки твэла».

Реактор БН-600 при проектировании был запланирован на параметры глубины выгорания топлива до 10% т. а. Была проведена серьезная работа по расчету ресурса реактора, после чего принято решение о продлении срока его эксплуатации. Сегодня принята и реализуется программа по повышению глубины выгорания топлива реактора БН-600, утвержденная руководством Росатома. Для обеспечения конкурентных экономических показателей при продлении эксплуатации требовалось обеспечить прирост эффективности за счет повышения глубины выгорания до 15% т. а.

«Первые экспериментальные данные по облучению твэлов с оболочками из стали ЭК164 на штатные параметры появились примерно семь лет назад. Дальнейшее облучение оболочек из стали ЭК164 в составе экспериментальных ТВС на повышенные параметры эксплуатации (глубина выгорания — до 15% т. а., повреждающая доза — 108 сна, длительность кампании — 888 эфф. сут.) доказало высокую радиационную стойкость этой стали. Сегодня мы перешли к штатной загрузке реактора БН-600 твэлами с оболочками из стали ЭК164, что, согласно расчетно-экспериментальному обоснованию, позволит обеспечить выгорание в 15% т. а., а это весьма большие повреждающие дозы — не менее 110 сна, и в интервале таких доз мы никогда раньше не работали,— объясняет Нина Митрофанова.— Если бы мы не обеспечили прирост выгорания до 15% т. а., то продление эксплуатации не было бы экономически целесообразным».

Выстоять в активной зоне

Запуск реактора БН-800 на Белоярской АЭС состоялся 10 декабря 2015 года. Кроме своего основного, производственного, он имеет большое экспериментальное значение — на нем производится окончательная отработка технологий реакторов данного типа, которые предстоит применить в реакторе БН-1200. Реактор БН-800 — это новый тип реактора с точки зрения конструкции, безопасности. В нем собрано все, что было наработано в области разработки и эксплуатации реакторов на быстрых нейтронах во всем мире. В настоящее время принято решение о переводе БН-800 на МОКС-топливо с оболочкой твэлов из стали ЭК164. Глубина выгорания топлива предусмотрена на уровне 12,5%, так как в активной зоне БН-800 более жесткий спектр нагрузок.

«Если описать образно, кристаллическую решетку стали при облучении в БН-800 бомбардирует в разы больше заряженных частиц за единицу времени, чем в БН-600,— объясняет Нина Митрофанова.— Иными словами, металлу оболочки в БН-800 выстоять гораздо тяжелее. Но самая большая сложность — взаимодействие стали со смешанным уран-плутониевым топливом».

В соответствии с актуализированной в 2021 году Генеральной схемой размещения объектов электроэнергетики, энергоблок с реактором БН-1200 на Белоярской АЭС будет введен в эксплуатацию в период 2031–2035 годов. Главным конструктором реакторов БН принято решение, что оболочки твэлов для стартовой загрузки этого реактора также будут изготовлены из стали ЭК164.

«В дальнейшем у нас будет БН-1200, это перспектива. Там также предусмотрена сталь ЭК164. Но в БН-1200 значительно более высокие дозы облучения и, главное, другая продолжительность работы зоны. Если в БН-600 мы имеем 888 эффективных суток, то в БН-1200 — 1400 суток. То есть твэлу необходимо отстоять в активной зоне реактора более 30 тысяч часов!»

К новому производству

На сегодняшний день отработана технология промышленного производства стали ЭК164 как в металлургической, так и в трубной ее части. Ближайшая задача — сохранить преимущества наработок и обеспечить в штатном исполнении загрузки активных зон реакторов БН-600, БН-800 и БН-1200. Для обеспечения реализации программы повышения выгорания топлива реакторов БН надо произвести большие объемы труб из стали ЭК164 на 2023 и 2024 годы по согласованным и утвержденным техническим условиям.

«Это не так просто — прекратить производство одной марки стали и перейти на производство другой,— объясняет Нина Михайловна.— Наладить производство нового материала, который за счет очень сложной металлургии и собственной структуры обеспечивает требуемые свойства,— это весьма дорогостоящая и сложная задача, и так просто никто ничего менять не стал бы. Штатная хромоникелевая сталь ЧС68 с молибденом, бором и титаном была рассчитана на определенные параметры. Сталь ЭК164 — это тот же состав, но с повышенным содержанием никеля, добавлением карбидообразующих элементов, фосфора и редкоземельных металлов. Плюс иная технология термообработки, что позволяет получить характеристики, ради которых стоит уйти от штатной стали с налаженным промышленным производством к новому материалу, который за счет повышения глубины выгорания топлива позволит получить действительно значительный экономический эффект».

Текст: Ирина Дорохова
Фото: «АКМЭ-инжиниринг»

Свинец-висмут: путь к «железу»

Быстрые реакторы со свинцово-висмутовым теплоносителем: от начала атомного проекта СССР до современных бизнес-инициатив

Свинцово-висмутовый теплоноситель Александр Лейпунский начал изучать на заре атомного проекта. Сначала — в качестве теплоносителя для быстрого реактора-размножителя (бридера), необходимого для наработки плутония. Однако, в отличие от натриевого бридера, такой реактор не смог обеспечить короткое время удвоения плутония. В настоящее время, на новом витке интереса к этой технологии, идет работа над тем, чтобы доказать ее экономическую состоятельность и создать энергоблок со свинцово-висмутовым быстрым реактором (СВБР), обладающим высоким уровнем внутренней самозащищенности.

Причины выбора

Быстрые реакторы изначально нужны были для наработки плутония — как для военных, так и для гражданских целей. «Поскольку в те годы еще мало было разведано месторождений природного урана, не были открыты гигантские запасы нефти и газа, т. е. маячил топливно-энергетический кризис, правительство планировало развивать ядерную энергетику быстрыми темпами, буквально удваивать мощности каждые пять-семь лет»,— вспоминает в своей книге «Свинцово-висмутовые реакторы: между прошлым и будущим, живая история. Полемика, интервью, воспоминания» Георгий Тошинский, один из разработчиков СВБР.

В пользу свинцово-висмутового теплоносителя говорили его теплофизические свойства. Сплав имеет достаточно низкую (123 °С) температуру плавления (для сравнения, у натрия 98 °С, а у свинца 327 °С) и высокую — кипения (1670 °С). Такие свойства сплава позволяют получить высокие параметры паросилового цикла и, как следствие, хороший КПД при низком давлении в первом контуре, обусловленном высокой температурой кипения. Кроме того, свинец-висмут не вступает в реакции с воздухом и водой (это главная проблема натрия), поэтому исключены взрывы и пожары, и специальные системы безопасности не нужны.

Параллельно для реакторов на быстрых нейтронах рассматривались варианты с разными теплоносителями — не только со свинцом-висмутом, но и с натрием и с гелием. Тогда «победил» натрий, у которого меньшее время удвоения плутония. Этот параметр обратно пропорционален энергонапряженности активной зоны, которая у свинца-висмута значительно ниже, чем у натрия. Для реакторов атомных подводных лодок (АПЛ) высокая энергонапряженность активной зоны не требуется, поэтому свинец-висмут решили попробовать там — в реакторных установках с промежуточными по спектру нейтронов активными зонами.

Лодочные испытания

АПЛ были частью атомного проекта — для выполнения собственно военных задач и в качестве потенциального средства транспортировки ядерного оружия. Использовать свинец-висмут для подводных лодок предложил Александр Лейпунский. «Первый реактор на свинце-висмуте для подводной лодки был рассчитан Б. Ф. Громовым в его дипломном проекте, выполненном под руководством А. И. Лейпунского. Он выбрал и решетку активной зоны, и тепловыделяющие элементы — тогда они были тоненькие, диаметром 6 или 8 мм. В дальнейшем все это пришлось существенно изменить»,— отмечает в своей книге Георгий Тошинский.

Но многих необходимых знаний о свойствах свинца-висмута тогда еще не было. В частности, неизвестен был механизм коррозии конструкционных материалов и, соответственно, не разработаны методики подавления коррозионного воздействия. Не было известно, как влияют на конструкционные материалы и теплоноситель различные примеси и как минимизировать их отрицательное влияние. Отсутствовали данные по радиационным характеристикам конструкционных материалов, механизму теплоотдачи и другие. Для решения научно-исследовательских и опытно-конструкторских задач в стране были созданы десятки стендов — в ФЭИ, «Гидропрессе», ОКБМ и других НИИ. Реакторные петли для испытаний твэлов создали в Курчатовском институте и НИИАР. Первый полномасштабный стенд-прототип появился в ФЭИ в 1959 году.

Уже в 1963 году была сдана в эксплуатацию первая атомная подводная лодка с жидкометаллическим теплоносителем проекта 645. Затем, с 1971 года, стали вводить в эксплуатацию АПЛ проекта 705 и 705Л (класс «Альфа» по классификации НАТО), которые отличались паропроизводящими установками. Всего было построено семь «Альф». Исследовать, проектировать и строить приходилось почти одновременно. «В процессе эксплуатации наземных стендов-прототипов и ПЛА (то же, что АПЛ.— *Прим. ред.*) мы встретились с рядом технических трудностей, вызванных, в том числе, и нашими ошибками и недоработками как в области НИР, так и ОКР. Это вполне естественно, т. к. мы вошли в совершенно новую, очень сложную область науки и техники и в силу ряда обстоятельств вынуждены были вести проектирование, строительство и эксплуатацию установок параллельно с проведением НИР, у нас не было возможности выполнить хотя бы минимальный объем НИР до начала проектирования»,— вспоминает Борис Громов, который в 1972–2001 годах возглавлял работы по созданию ЯЭУ с жидкометаллическим теплоносителем для АПЛ. Но в конечном итоге ядерные установки для подводных лодок со свинцово-висмутовыми реакторами были построены.

Из-за недостатка исследований на стендах и на лодках возникали аварии. В их причинах разбирались, получали новые знания, неполадки устраняли, меняли регламенты изготовления и эксплуатации. Самой большой проблемой оказалось возникновение окислов, которое привело к тяжелой аварии на одном из двух реакторов на первой опытной АПЛ К-27 проекта 645. Окислы свинца (шлаки) появлялись при разгерметизации первого контура во время ремонтов и перегрузки топлива. Но об их опасности тогда никто не знал, потому что реакторная установка работала без сбоев всю первую кампанию. Проблемы начались во время второй. Шлаки забили вход в активную зону, теплоноситель перестал проходить, начался сначала локальный перегрев, а потом — уже из-за действий оператора, который хотел удержать падающую мощность реактора,— началось плавление активной зоны.

На этой аварии научились очень многому. Стали вести системные исследования по образованию окислов — и научились их химически восстанавливать до металлического свинца и паров воды, вводя гелий-водородную смесь. Тогда же поняли, что полностью удалять кислород нельзя, потому что он создает оксидную антикоррозионную пленку на конструкционных материалах. Правильная стратегия — поддерживать кислородный баланс.

На фото

Макет первой АПЛ с жидкометаллическим теплоносителем проекта 645

Также на К-27 впервые изучили влияние размораживания (в данном случае имеется в виду переход из твердого в жидкое состояние) теплоносителя на реактор и топливо. Исследования проводили на реакторе, который не был поврежден. Работали крайне аккуратно, медленно повышая температуру в системе обогрева. Теплоноситель разморозился (расплавился), реактор проработал несколько суток, и оказалось, что оболочки твэлов и первый контур сохранили герметичность. Так впервые было экспериментально подтверждено, что свинец-висмут можно безопасно замораживать и размораживать без вреда для оборудования.

Страх заморозки первого контура был большой головной болью для моряков. Атомщики требовали, чтобы реакторная установка все время оставалась включенной. «Один из адмиралов сказал: „Вы сделали хороший скоростной автомобиль, на нем приятно ездить, но, когда я приезжаю домой, я не могу выключить двигатель. Если вы эту проблему не решите, такие реакторы нам не нужны“»,— рассказывает Георгий Тошинский в своей книге.

Проблему решили. Режимы заморозки-разморозки проверили на стендах и выяснили, что процесс замораживания происходит медленно, материал пластичный, поэтому целостность стальных конструкций не нарушается даже после трех десятков циклов замораживания-размораживания.

Но применить эти знания на АПЛ не успели — на тот момент уже распался Советский Союз, атомные подлодки с жидкометаллическим теплоносителем выводили из эксплуатации и больше не строили.

Еще одна проблема, для которой нашли решение во время исследований и эксплуатации АПЛ,— как избежать воздействия полония-210 в газообразных соединениях на организм человека. Для этого разработали особые правила радиационной безопасности. Полоний-210 образуется при поглощении нейтронов висмутом и представляет опасность при разгерметизации первого контура во время плановых ремонтов и перегрузок топлива. Установили, что необходимо организовывать зоны строгого радиационного контроля в местах проведения работ, отсасывать воздух от мест с повышенным загрязнением, использовать спецодежду и респираторы, проводить дезактивацию загрязненных поверхностей и не вести огневые работы (сварку и резку) в сильно загрязненных полонием местах.

В итоге в ВМФ до 1996 года прослужили шесть подводных лодок со свинцово-висмутовыми реакторами. «Общая наработка во всех режимах составила около 80 реакторо-лет, подтвердила достоинства и основные характеристики, заложенные в проекте, и была достаточной для выявления конструктивных и технологических недостатков с целью определения основных направлений совершенствования установок»,— говорится в заключении экспертной рабочей группы, которая изучила опыт эксплуатации этих АПЛ.

СВБР в проекте

После 1996 года свинцово-висмутовое направление переживало кризис. Поддержал разработчиков заказ от «Росэнергоатома» по изучению возможности реновации трех блоков Нововоронежской АЭС, партнерство с японскими компаниями и сотрудничество с Международным научно-техническим центром.

Полученные деньги позволили разработать концептуальный проект АЭС с двумя блоками электрической мощностью 1600 МВт каждый на базе реакторной установки СВБР мощностью 100 МВт (16 модулей). Уже тогда стало понятно, что выиграть в конкуренции с АЭС большой мощности и другими видами низкоуглеродной генерации малые АЭС могут за счет эффекта масштаба. Серийное производство модулей снизит стоимость оборудования, сократит сроки строительно-монтажных работ.

Модульный проект с СВБР-100 сравнивался с проектом реактора ВВЭР-1500. Сопоставление технико-экономических показателей выявило преимущество АЭС с СВБР. НТС, который рассматривал проект, одобрил его и рекомендовал выполнить обоснование инвестиций реновации блока № 2 НВАЭС с использованием СВБР. Но эта работа выполнена не была.

Следующая попытка довести СВБР до «железа» была предпринята в 2005 году. Георгий Тошинский с коллегами подготовил письмо на имя президента Владимира Путина о необходимости продолжить развитие свинцово-висмутовой технологии. Вес письму придали подписи академиков Гурия Марчука и Валерия Субботина. Их поддержка помогла: в 2006 году перспективы свинца-висмута рассмотрели на НТС по энергетике Росатома. Было принято решение о переходе к проектированию и строительству опытного объекта, на него выделили деньги, началась работа.

А через два года проектом заинтересовался бизнесмен Олег Дерипаска. Он увидел в технологии не только возможности для энергоснабжения его сибирского алюминиево-энергетического конгломерата, но и огромный коммерческий потенциал в качестве самостоятельного бизнеса. Время с начала 2000-х до аварии на АЭС «Фукусима» называли атомным ренессансом. Уже тогда было понятно, что декарбонизировать энергетику в масштабах планеты без атомной генерации — задача сложная, если вообще выполнимая. Благодаря интересу Олега Дерипаски появилась компания «АКМЭ-инжиниринг», ею на паритетной основе владеют Росатом и «Иркутскэнерго» (входит в En+).

«АКМЭ-инжиниринг» стала владельцем интеллектуальных прав на технологию СВБР-100 (это, по условиям соглашения, был вклад Росатома), центром разработки технологии (благодаря инвестициям «Иркутскэнерго»), а также эксплуатирующей организацией на этапах размещения и сооружения опытно-промышленного энергоблока с реакторной установкой СВБР-100.

Ближе к завершению проектирования стало понятно, что для удачного коммерческого запуска проекта было бы неплохо привлечь стратегических партнеров-инвесторов из государств, обладающих перспективными рынками для проекта СВБР-100, развитой промышленностью, а также большими амбициями в атомной энергетике не только в своей стране, но и на рынках третьих стран. Работа по привлечению сейчас активно ведется.

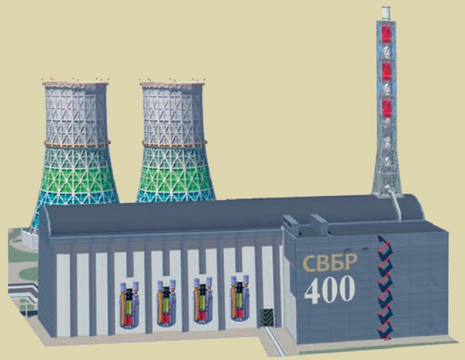
Особенности СВБР

Текущий дизайн проекта СВБР имеет интегральную моноблочную компоновку, объединяющую реактор, насосы и парогенераторы. Моноблочная компоновка, во-первых, полностью исключает большое количество труб первого контура, качество сварки которых сложно проверить. Во-вторых, моноблок будет полностью производиться в заводских условиях, где больше специализированного оборудования, есть возможность развернуть монтируемые агрегаты в наиболее удобное для работы положение, более квалифицированные специалисты, больше возможностей для контроля.

Планируемая мощность ОПЭБ с СВБР — 100 МВт (электрических). СВБР без изменения конструкции может работать как на урановом, так и на уран-плутониевом топливе, причем в обоих случаях — как на оксидном, так и на нитридном. Также в СВБР можно загружать ТРУОКС-топливо — это МОКС-топливо со значительной долей (несколько процентов) младших актинидов, выделенных при переработке ОЯТ. Использование СВБР поддерживает режим нераспространения за счет отсутствия доступа к топливу в течение длительной кампании (7–10 лет) и использования урана с обогащением ниже 20%.

Реакторы СВБР-100 могут стать надежным источником энергии в отдаленных районах и районах со слаборазвитой сетевой инфраструктурой, поставщиком промышленного и бытового тепла, выступать в роли базовой и балансирующей генерации в энергокластерах с высокой долей ВИЭ, гибко сочетаться с технологиями опреснения воды и производства безуглеродного водорода.

«При использовании ТЖМТ (тяжелого жидкометаллического теплоносителя.— *Прим. ред.*) создаются предпосылки для упрощения конструкции РУ за счет исключения ряда систем безопасности, необходимых в РУ с другими теплоносителями. Это может позволить сделать АЭС на базе БР с ТЖМТ не только более безопасными, но и более экономичными в сравнении с АЭС на базе традиционных реакторов»,— уверен Георгий Тошинский.



Внутренне присущая безопасность СВБР

1 Из-за высокой температуры кипения свинца-висмута исключается возможность наиболее тяжелой аварии — кризиса теплоотдачи из-за потери теплоносителя в результате его испарения при нарушении герметичности первого контура. (Кризис теплоотдачи — резкое ухудшение теплоотвода от теплоотдающей поверхности, сопровождающееся скачкообразным ростом ее температуры).

2 Химическая инертность теплоносителя при контакте с водой и воздухом исключает возможность химической аварии, такой как пожар на АЭС «Монджу». Из-за отсутствия образования водорода невозможны аварии, подобные случившейся на АЭС «Фукусима» (обе станции в Японии).

3 Отсутствие изменения объема при плавлении-затвердевании позволяет заморозить теплоноситель в реакторной установке, сделав его естественным барьером для выхода радиоактивности, что важно, например, при выводе из эксплуатации.

4 Теплоноситель удерживает в себе йод, цезий и другие продукты деления, кроме газообразных. А нарабатываемый летучий полоний-210, находящийся в теплоносителе в очень низкой концентрации (один атом на миллион), образует термодинамически стойкое интерметаллическое соединение со свинцом, что резко снижает образование радиоактивных аэрозолей при разгерметизации первого контура.

5 Во всех теплоотводящих контурах уровень естественной циркуляции теплоносителя достаточен для отвода остаточного тепловыделения. Это важно при аварии с остановкой насосов.

Высокий уровень внутренней самозащищенности, исключающий наиболее тяжелые аварии, позволяет обосновать безопасность, опираясь не на вероятностный анализ, трудно понимаемый людьми, а на их жизненный опыт: раз нет высокого давления и водорода, то не может быть взрывов и пожаров. Такой подход повысит доверие к технологии СВБР, а это один из ключевых факторов для появления «в железе» нового атомного проекта.

Текст: Алексей Комольцев
Фото: АО «Атом-ТОР»

Пятилетка поступательного движения

Как Росатом помогает развитию бизнеса на территориях присутствия

Управляющая компания территорий опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР) в закрытых территориальных образованиях (ЗАТО) атомной отрасли, созданная в 2017 году, отмечает свой первый юбилей. О том, как и над чем работает небольшой, но активный коллектив, в интервью «Вестнику атомпрома» рассказал генеральный директор АО «Атом-ТОР» Николай Пегин.

— Как возникла и развивается управляющая компания «Атом-ТОР»?

— Напомню, идею ТОСЭР выдвинул в 2014 году Владимир Путин — с целью ускорить экономическое развитие сложных территорий. Под действие закона о территориях опережающего развития попали регионы Дальнего Востока, моногорода и закрытые территориальные образования, затем преференциальный режим распространился на Крайний Север. Росатом немедленно оценил преимущества ТОСЭР: льготы, которые давал этот статус, позволяли ускоренно развивать бизнес, создавать новые рабочие места.

На сегодняшний день мы управляем восемью ТОСЭР в ЗАТО — это Саров в Нижегородской области, Заречный в Пензенской, Снежинск и Озерск в Челябинской, Новоуральск и Лесной в Свердловской, Северск в Томской области и Железногорск в Красноярском крае. Всё это города присутствия крупных предприятий Росатома, которые играют ключевую роль в решении стратегических задач. У нас созданы четыре дочерних общества — в Заречном, Новоуральске, Северске и Железногорске, на остальных ТОСЭР работают наши представители. Планируем в ближайшее время создать еще два дочерних общества.

Еще есть ряд моногородов, где также присутствуют предприятия Росатома, но эти города не имеют статуса ЗАТО. Например, Димитровград в Ульяновской области (там расположен НИИАР), Глазов в Удмуртии (ЧМЗ), Краснокаменск в Забайкальском крае (ППГХО им. Е. П. Славского). Особая история — Усолье-Сибирское в Иркутской области, где Росатом решает задачу по экологической реабилитации территории. Во всех этих моногородах созданы ТОСЭР, но они находятся под управлением региональных корпораций развития. Однако с начала 2022 года мы по поручению руководства Росатома подключились к сопровождению и оказанию поддержки также на ТОСЭР в моногородах.

Кроме того, в качестве экспертов мы помогаем развитию отраслевых проектов и на других территориях с льготными экономическими режимами. Например, мы привлечены к изучению перспектив организации индустриального парка в Балтийске Калининградской области (в особой экономической зоне), где планируется крупное производство аккумуляторов — гигафабрика отраслевого интегратора РЭНЕРА. Налаживаем взаимодействие с наукоградом Обнинском. Большой интерес представляет сотрудничество с индустриальным парком «Нижние Котлы» — это перспективный проект на базе НИИТФА в Москве. Это взаимодействие сегодня только выстраивается; постоянно возникают и другие задачи.

Для полноты картины добавлю, что в Росатоме есть еще два ЗАТО, не получивших статус ТОСЭР,— это Зеленогорск в Красноярском крае и Трехгорный в Челябинской области. Оформление, защита заявки — непростая задача, город должен соответствовать ряду критериев и доказать, что ТОСЭР даст эффект. Руководители этих ЗАТО стремятся к получению статуса преференциальной территории, убедившись в успешной работе этого механизма. Надеемся, что их работа по получению статуса ТОСЭР увенчается успехом. Мы сотрудничаем с этими территориями в информационном, консультационном плане, оказываем помощь в оформлении и сопровождении документов.

— Каковы показатели деятельности по резидентам?

— Данные приведу по нашим ТОСЭР в ЗАТО, где мы выполняем функции управляющей компании. На сегодняшний день мы присутствуем в десяти регионах, оперируем более чем 125 инвестиционными площадками greenfield и brownfield. В операционной деятельности территорий опережающего развития находится более 17 тыс. га площадей, более 200 объектов инфраструктуры. Для понимания масштаба и динамики отмечу, что на начало 2019 года было лишь несколько резидентов с объемом около 150 млн рублей, а история, которую мы сформировали с 2019 года,— это 86 резидентов, подписано соглашений почти на 27 млрд рублей, планируется создание более 3,5 тыс. рабочих мест. Уже фактически вложено почти 2 млрд рублей инвестиций, создано более 1000 рабочих мест.

К 2030 году (опять же, данные только по ТОСЭР в ЗАТО, без учета моногородов) мы планируем наличие более 200 резидентов, более 50 млрд рублей привлеченных инвестиций и более 10 тыс. созданных новых рабочих мест. Это планы, и жизнь их корректирует, но важно, что в сегодняшних экономических условиях практически все резиденты сохраняют поступательное движение. Есть и новые инвесторы, желающие «приземлить» свои проекты на наши территории.

— Чем занимается управляющая компания?

— Основная задача — это привлечение инвесторов, «конвертация» их в резидентов на наших территориях и комплексное сопровождение проектов. Для этого мы создаем, развиваем и эксплуатируем инфраструктуру ТОСЭР, обеспечиваем резидентов земельными участками. Содействуем во взаимодействии с органами власти, представляем интересы в суде. Оказываем консультационные услуги: подбираем программы финансирования, разрабатываем маркетинговую стратегию, организуем участие в мероприятиях, продвигаем продукцию, организуем бизнес-миссии. Отдельная большая задача — консультационная поддержка в получении статуса поставщика атомной отрасли.

— Как выполняется эта задача с учетом единой отраслевой системы закупок?

— Никаких противоречий отраслевому стандарту нет — госкорпорация осуществляет закупки части услуг у субъектов малого и среднего предпринимательства (МСП), особенности взаимодействия с МСП оговариваются в едином отраслевом стандарте. Подавляющее большинство наших резидентов — как раз субъекты МСП. Мы способствуем их продвижению в первую очередь информационно. Форматов много. Из последних реализованных идей — это питч-сессии, серию которых мы начали в этом году. Классическая питч-сессия — короткие презентации стартапов перед инвесторами. Мы используем этот термин для презентаций компаний и продукции перед отраслевыми заказчиками. Первая питч-сессия была посвящена цифровым продуктам наших резидентов: были представлены разработки средств космической связи, видеонаблюдения и услуги центра обработки данных. Затем мы планируем провести такие же питч-сессии по продукции в сфере медицины, машиностроения, металлообработки и так далее.

Ряд других направлений нашей работы также содействует получению статуса отраслевого поставщика, поиску заказов в Росатоме. Мы формируем каталог продукции, даем консультации, продвигаем информацию на сайте и в соцсетях «Атом-ТОР», отраслевых и региональных СМИ. Некоторые наши компании тесно интегрированы в отрасль; фактически, статус резидента могут получать отраслевые проекты по производству гражданской продукции.

Мы активно сотрудничаем с департаментом взаимодействия с регионами и департаментом развития

Подробности

История создания АО «Атом-ТОР»

Исторически в атомных городах поддерживался более высокий уровень жизни, чем в целом по стране: это компенсировало закрытый статус, привлекало и удерживало специалистов. Но с приходом рынка поддерживать благополучие было все труднее. В Росатоме была инициирована подготовка обосновывающих заявок на статус ТОСЭР; потребовалось и создание управляющей компании (таково требование закона). Еще в апреле 2015 года совет директоров АО «Атомэнергопром» одобрил создание частного учреждения по сопровождению реализации территориальных проектов атомной отрасли РФ. Но после юридического анализа стало понятно, что Росатом учредителем такой компании выступить не может. Функции первой управляющей компании в первой ТОСЭР Росатома взяла на себя компания АО «Инфраструктура и Строительство РФЯЦ-ВНИИЭФ», 100% ее акций были в федеральной собственности. Права акционера этой компании от имени РФ осуществляло Минэкономразвития. В соответствии с постановлением правительства, подготовленным по предложению Минэкономразвития, АО «Инфраструктура и Строительство РФЯЦ-ВНИИЭФ» было переименовано в АО «Атом-ТОР». Это случилось в феврале 2017 года, история организации отсчитывается с этого момента. АО «Атом-ТОР» было назначено уполномоченным органом для управления ТОСЭР в ЗАТО Росатома, 100% акций были переданы госкорпорации, которая от имени РФ наделена правами акционера.

Важные направления работы — развитие механизмов взаимодействия резидентов с системными интеграторами госкорпорации, включение в создание производственных цепочек и кластеров, привлечение в проекты интеграторов.

новых бизнесов; в целом наши общие задачи по развитию новых бизнесов координирует первый заместитель генерального директора — директор блока по развитию и международному бизнесу Росатома Кирилл Комаров. Многие резиденты сегодня выпускают актуальную для Росатома продукцию. Есть примеры поставок не только на площадки Росатома в стране, но и на зарубежные объекты госкорпорации. Уникальный пример — НПО «Центротех», где выпускается важнейшая продукция для Росатома, а также реализуются задачи сразу двух бизнес-интеграторов — по аддитивным технологиям и по системам накопления энергии.

Госкорпорация с интересом смотрит на некоторые стартапы и оценивает возможность войти в эти проекты. В том, чтобы привлечь к новым бизнесам внимание и средства Росатома, мы видим большую перспективу. Одно из направлений работы — бизнес-миссии с целью обмена опытом и создания кооперационных цепочек. У нас резиденты развивают деловые коммуникации, кооперируются не только в пределах своих территорий, но и выстраивают связи между ЗАТО. В этом им помогает чат, организованный «Атом-ТОР».

— Каким образом «Атом-ТОР» может помогать моногородам?

— Там мы планируем оказывать содействие в подготовке инвесторов для «конвертации» в резидентов. С главами нескольких моногородов у нас подписаны или готовятся соглашения о взаимодействии в информационном, консультационном плане, организации совместных мероприятий. Мы готовы проводить анкетирование и сбор обратной связи от резидентов ТОСЭР для улучшения взаимодействия, повышения оперативности в решении вопросов. Готовы проводить экспертное консультирование по вопросам, связанным с реализацией проектов на ТОСЭР. Способны выполнять сбор, формирование и представление регулярной отчетности по текущему и плановому исполнению соглашений. Добавлю, что у нас есть компетенции по развитию инфраструктуры: мы сопровождаем реконструкцию, подготовку территорий, проекты строительства. Например, в стадии подготовки к проектированию находится индустриальный парк «Новоуральский». Эти задачи, если потребуется, могут решаться и для моногородов. Готовы организовать обмен лучшими практиками и использование экспертизы «Атом-ТОР» как центра компетенций по реализации проектов в ЗАТО.

— Каковы эти лучшие практики?

— Например, в городах, где созданы ТОСЭР, мы проводим «дни резидента». Это не праздничная история — бывает, нам приходится выслушивать критику, искать решения. Это площадка, на которой вживую можно обсудить проблему и понять, что делать. А волна эмоций, которая иногда сопровождает обсуждения, помогает найти хорошее решение.

Работа, которую мы успешно развернули для ТОСЭР в ЗАТО и можем распространить на другие преференциальные территории,— видеоконференции и круглые столы для потенциальных инвесторов, с привлечением экспертов по актуальным вопросам. Некоторые мероприятия делаем по обычной видеосвязи, а круглые столы — из современной студии, где работают несколько спикеров. Организуем онлайн-трансляцию, приглашаем экспертов по привлечению инвестиций, там выступают и резиденты с «живым» опытом. На такие мероприятия приходят десятки, а по интернету и в записи смотрят сотни человек. Это немного по сравнению с развлекательными каналами, но с учетом нашей узкой специфики, нацеленности на локальную территорию — неплохой показатель. Как пример успеха, в прошлом году по итогам одной из таких сессий к нам пришел крупный резидент с проектом более чем на 1 млрд рублей. Его интерес к нам возник, когда знакомый из Пензы показал ему запись нашей конференции; он связался с нами, прилетел в Москву. Сегодня его проект уже реализуется.

Также продвигаем ТОСЭР на различных конгрессно-выставочных мероприятиях, выпускаем буклеты. Часто и много участвуем в инвестиционных мероприятиях на федеральном и региональном уровнях. Входим в Национальную ассоциацию агентств и институтов развития (НААИР), которая объединяет корпорации развития регионов. Сопредседатели Наблюдательного совета НААИР — Дмитрий Козак и Александр Шохин, в совет входят губернаторы ряда регионов. Я сам заместитель председателя правления НААИР, куратор экспертной площадки «НААИР. Спецтерритории»: на днях было принято решение преобразовать ее в площадку «НААИР.Преференции» и расширить функционал за счет анализа нормативных актов, действующих и разрабатываемых мер поддержки инвесторов, вопросов развития преференциальных режимов. НААИР позволяет нам масштабировать идеи и предложения на 70 регионов, получать обратную связь с других территорий.

— ТОСЭР создавались как антикризисный ответ, законодательно время их действия было ограничено. Как сегодня меняются законы о преференциальных режимах?

— Одна из тех важнейших услуг, которую мы можем оказать всем ТОСЭР в стране,— это выявление проблематики, которую можно устранить, корректируя федеральное законодательство. Определив потребности и «боли», мы форматируем их в законодательные инициативы и двигаем к принятию. Мы активно работаем с Минэкономразвития, принимаем участие в законодательно-инициативном процессе, сопровождении принятия законов, согласований в профильных комитетах. В этом управляющая компания имеет важнейшие, во многом уникальные компетенции. Мы участвовали в подготовке пакетов поправок к Федеральному закону № 473.

Одна из ярких и непростых историй, которая в настоящее время развивается в правовом поле и касается всех ТОСЭР,— внесение изменений в статью 427 части второй Налогового кодекса РФ. Законопроект устанавливает возможность продлить срок пониженных страховых взносов до конца 2024 года. Был разработан проект постановления правительства РФ о критериях оценки ТОСЭР, созданных до 1 января 2022 года,— для продления срока пониженной ставки страховых взносов. Но согласование этих критериев оказалось непростой задачей. Не секрет, пониженная ставка взносов — одна из самых весомых льгот. Первоначально решили, что страховые взносы нужны только угольной промышленности (там действительно были тревожные сигналы, резиденты уходили). Но сенаторов и депутатов решение оставить льготы только для шахтеров не устроило: стали поступать сигналы из регионов о необходимости продления и для других территорий. Председатель Совета Федерации Валентина Матвиенко полностью поддержала идею продления льгот. Мы вовлечены в эту работу и видим, что компромисс между потребностями ТОСЭР и требованиями финансово-экономического блока правительства — более широкий набор критериев для продления льгот — постепенно формируется.

Недавно было внесено изменение в 34 статью Федерального закона № 473, который уточняет понятие «резидент ТОСЭР» и его взаимосвязь с градообразующей организацией: численность населения в городе, рост коллектива могут привести к тому, что резидент выйдет за установленные ограничения. Теперь появляется стабильность: резидентом считается тот, у кого на момент получения статуса численность работников не превышала установленный уровень.

С 1 сентября 2022 года произойдут важные изменения в перечне разрешенных видов деятельности для ТОСЭР в ЗАТО: если сегодня можно вести деятельность только по определенным видам, «можно только то, что разрешено», то правило изменится: местные власти смогут формулировать перечень нежелательных, исключенных ОКВЭД, и инвесторам будет «можно все, что не запрещено».

При осуществлении полномочий управляющей компании мы сталкиваемся с некоторыми узкими вопросами, которые не отрегулированы законодательно. Так, инициировали изменения в методику расчета арендной платы: она не позволяла оплачивать лишь часть земельного участка. Инициирована возможность подачи резидентами электронных заявок, подписания соглашений в электронном виде. Таких примеров много.

— Что в связи с юбилеем пожелаете коллективу «Атом-ТОР», резидентам?

— У нас много партнеров, соратников — надо добавить сюда федеральные, региональные, муниципальные органы власти; это институты развития регионов, ассоциации. Это огромная семья Росатома, частью которого мы являемся. Это наши инвесторы и резиденты. Также наши партнеры и соратники — это жители ЗАТО, где мы развиваем предприятия. Я желаю всем уверенности, сил, энергии. Уникальный человеческий капитал, который объединяет Росатом и который сконцентрирован в городах присутствия госкорпорации,— это главное условие и мерило успеха нашей работы.

На фото

Новоуральск (Свердловская область)

Текст: Ирина Проровская
Фото: Концерн «Росэнергоатом»

«Хороший руководитель должен смотреть людям в глаза»

Как, с кем и зачем на атомных станциях работают психологи

В этом году психологической службе Росатома исполняется 40 лет. Сегодня психологи работают на всех 11 АЭС страны — любой, кто претендует на оперативную должность, встречается с ними еще на стадии собеседования. Какую работу они выполняют, «Вестнику атомпрома» рассказала кандидат психологических наук Лариса Андрюшина, главный эксперт департамента подготовки персонала АО «Концерн Росэнергоатом».

Легче работать, когда дома все хорошо

— Изменилась ли нагрузка на психологическую службу Росатома в период пандемии?

— Конечно, события последних двух лет повлияли на нашу деятельность. Во время пандемии госкорпорация «Росатом» организовала горячую линию, в работе которой участвовали наши психологи, работающие как на атомных станциях, так и в Центральном аппарате «Росэнергоатома». Это только один пример. Еще один — это очная работа с оперативным персоналом, который в период пандемии был отделен от остального персонала и проживал на территории санаториев-профилакториев. Это было испытанием как для сотрудников, которые не могли видеться с близкими, так и для их семей. Практически во всех профилакториях присутствовали психологи, занимаясь и контролем психологического состояния персонала, и проведением консультаций, тренингов, занятий по командообразованию и т. д.

Отдельно велась совместная с волонтерами работа с семьями. Когда человек знает, что его близкие в порядке, всем обеспечены, ждут его, он может спокойно работать. Бывали ведь разные ситуации: кто-то остался один с маленькими детьми, у кого-то дома пожилые родители… Психологии связывались с волонтерами и оказывали адресную помощь тем, кому она требовалась. Например, на Калининской АЭС наш психолог Варвара Тютина вела с детьми разного возраста онлайн-занятия, развивающие мелкую моторику и внимание, и тем самым помогала мамам. Конечно, везде оказывалась консультативная помощь по запросам.

— Проводится ли какая-либо специализированная работа сейчас, в текущей ситуации?

— В этом пока нет необходимости. Но, конечно, все справляются с ситуацией по-разному, поэтому мы всегда говорим, что готовы проводить консультации, тренинги, мероприятия других форматов. Также мы готовы подключаться, если необходимо, к психологам других ведомств.

— Лаборатории психофизиологического обеспечения (ЛПФО) на атомных станциях работают только с оперативным персоналом?

— Наша основная задача — это работа с персоналом, который получает разрешение Ростехнадзора, и сотрудниками, влияющими на безопасность АЭС. То есть это в основном руководители и практически вся смена оперативного персонала. Однако по запросам мы можем оказывать помощь в том числе семьям сотрудников. А если говорить в целом обо всех направлениях деятельности, то мы работаем и с теми, кто входит в кадровый резерв, и с молодыми специалистами, и с руководителями по тематике лидерства и др.

— Какую роль играет лидер в культуре безопасности атомной отрасли? Как он взаимодействует с психологом?

— Атомная отрасль отличается от других в том числе тем, что у нас жесткая дисциплина, все регламентировано и четко прописано. Но, безусловно, никто не отменял и взвешенный продуманный взгляд на рабочий процесс, и возможность выразить свою точку зрения. Мне кажется, суть лидерства — в нахождении баланса. Когда люди приходят на АЭС, их с самого начала отбирают по профессиональным качествам. Эти качества — исполнительность, высокая мотивация, эмоциональная устойчивость, хорошие аналитические способности, умение правильно принимать решения — как раз и заложены в модель лидера по культуре безопасности. То есть люди, которые идут к нам работать, уже достаточно хорошо подготовлены. Но и сама атмосфера, которая создается на станции, в целом растит лидеров. Я считаю, что среда определяет многое, в том числе корректирует личностные качества человека. И тут как раз становится понятна роль лидера, наставника, которая чрезвычайно важна: от руководителя зависит в коллективе очень многое — это и эмоциональный климат, и профессиональный рост сотрудников. И психолог, конечно, работает в постоянном контакте с руководителями. Можно сказать, что все четыре направления деятельности психологической службы — психофизиологические обследования (ПФО), психологическая поддержка, культура безопасности и психолого-педагогическое сопровождение — играют в том числе на развитие лидеров.

Как оценить работу психолога

— С чего началась работа психологической службы в атомной отрасли 40 лет назад?

— С отбора персонала для станций. Этому стали уделять внимание после событий на АЭС «Три-Майл-Айленд». Тогда вообще впервые задались вопросом: а могут ли люди, которые работают на атомных станциях, выполнять эту работу — по своим индивидуальным качествам, может, от них слишком много требуют? Началась разработка документов, на основании которых можно было бы проводить отбор с учетом профессиональных качеств.

— И людям стали отказывать в приеме на работу?

— На атомной станции много направлений деятельности — это не только оперативный персонал, но и инженерно-технический, где быстрое принятие решений не обязательно. Основатель психологической службы нашей отрасли Владилена Абрамова создала подход, который мы используем и сейчас: если человек не подходит на оперативную должность, его можно принять на другую — и там он будет более эффективным.

— Кто и как отслеживает признаки психофизиологической дезадаптации сотрудников, ведь плановые обследования проводятся не так часто?

— Плановые — раз в год. За это время с человеком может случиться многое, что повлияет на его психологическое состояние. Конечно, мы не можем к каждому приставить по психологу, поэтому большая ответственность лежит на руководителе. Он должен наблюдать не только и не столько за оборудованием, сколько людям в глаза смотреть. Руководитель должен говорить с каждым и видеть, что с ним происходит, стабилен ли он,— если нет, обращаться с запросом к начальнику ЛПФО. Кроме того, психологи на станциях наблюдают за персоналом не только на ежегодных или внеплановых ПФО, но и на занятиях по психологической поддержке, на тренажерных занятиях, при проведении тренингов.

— Чтобы оценить психологическое состояние персонала, у ЛПФО есть целый набор инструментов

Подробности

28 марта 1979 года произошла авария на американской атомной станции «Три-Майл-Айленд». Одной из главных причин случившегося были признаны действия персонала, что послужило поводом для обсуждения значения человеческого фактора в обеспечении безопасности атомной энергетики. Были не только пересмотрены стандарты безопасности, но и началась разработка принципов отбора персонала АЭС. В частности, в СССР события на «Три-Майл-Айленд» стали причиной реформирования всей системы подготовки кадров для атомных станций.

1 января 1982 года создана психологическая служба атомной отрасли. Ее первой задачей стала разработка системы профессионального отбора операторов АЭС по психологическим и психофизиологическим характеристикам. А в 1986-м на Смоленской станции открыли первую в отрасли лабораторию профотбора и психофизического контроля, штатным психологом и начальником которой стала Надежда Калимулина. Она руководит ЛПФО до сих пор.

26 апреля 1986 года произошла авария на Чернобыльской АЭС. Сразу после случившегося в Чернобыле стали работать первые сотрудники психологической службы отрасли, в частности ее основатель Владилена Абрамова, которая занималась поддержкой персонала станции. В дальнейшем сотрудники службы занимались психофизиологическим обследованием персонала перед пуском первого и второго энергоблоков. В 1986 году психофизиологические лаборатории появились на всех без исключения атомных станциях страны.

На фото

Смоленская АЭС,
работа в ночную смену

и приемов. А как оценивается эффективность работы психолога на АЭС?

— У нас организована обратная связь с руководителями. Через год после того, как сотрудник был принят на работу, мы проводим собеседование с его руководством, в ходе которого просим дать подчиненному оценку по тем же качествам — это мотивированность, ответственность и исполнительность, самоконтроль, стрессоустойчивость. Мы напоминаем руководителю психологическую оценку и спрашиваем, согласен ли он с теми оценками, которые тогда выставил психолог. Надо сказать, что более чем в 93% случаев у нас оценки совпадают. Тут нужно отметить, что мотивация, например, это не константа. Она снижается, когда что-то происходит, когда мы устали, нас недооценили, нам скучно и пр. Мотивация, как правило, самый гибкий критерий, в остальном мы попадаем достаточно точно на стадии первоначального обследования потенциального сотрудника.

Кроме того, у нас каждые пять лет проходит аттестация лабораторий психофизиологического обеспечения на станциях. Я выступаю председателем аттестационной комиссии, в которую входят представители Техакадемии Росатома и начальники других ЛПФО. Это достаточно серьезная проверка, к которой начинают готовиться за год. И вот здесь видно и профессионализм психологов, и работу лаборатории в целом. Есть градация: мы, например, можем оценить работу ЛПФО неудовлетворительно со сроком пересдачи на следующий год — правда, такого у нас еще не было. Есть аттестация на три или четыре года — например, если что-то не так со штатным расписанием, не ведется работа по каким-то направлениям. Наконец, аттестация на пять лет дается при наличии, например, практик, которыми лаборатория может поделиться с коллегами, мастер-классов по направлениям деятельности и пр.

С правильным настроем

— В некоторых ЛПФО работают семь-девять человек, в некоторых всего два психолога. Количество персонала зависит от величины станции?

— В первую очередь. Но даже на самой маленькой не может работать один психолог, ведь люди болеют, уходят в отпуск. Самая маленькая лаборатория у нас на Билибинской АЭС — два психолога. На ПАТЭС — четыре, один непосредственно в Певеке и трое в Петербурге (там находится учебно-тренировочный центр ПАТЭС.— *Прим. ред.*). Работа там организована так, чтобы у психолога на месте всегда была подмена. Четыре психолога на ПАТЭС — это пример хорошей работы с руководством станции, которое понимает, насколько важна наша деятельность.

— Учитываются ли результаты наблюдений и плановых обследований при карьерном росте сотрудника?

— Сейчас это не регламентировано документами. Но наши оценки содержат рекомендации, в том числе о возможности включения в кадровый резерв.

Цифры

71

количество психологов, работающих сегодня на 11 атомных станциях России

93%

такова прогностическая эффективность предварительных ПФО

53

психодиагностические методики содержит цифровой модуль ПФО, который с 2020 года внедрен на каждой АЭС

10 286

общее число всех психофизиологических обследований (как предварительных, так и плановых и внеплановых) персонала, проведенных в прошлом году лабораториями АЭС

>13 000

сотрудников АЭС прошли в прошлом году психологическую подготовку, которая является частью профподготовки оперативного персонала станций

48

социально-психологических исследований было проведено на АЭС в 2021 году. В них приняли участие 13872 работника станций

Заключения психологов — одна из деталей, которая позволяет составить представление о сотруднике. Еще одно нововведение, которое мы планируем,— это предсменное ПФО. Пока мы относимся к этой идее осторожно, у нас ведь нет ни весов, ни линейки, чтобы измерить состояние человека. Для медиков важно допустить сотрудника к работе или нет: измерили давление, пульс, и он идет на смену, если все в порядке. А для психологов важны накопленные за несколько смен данные, которые при обработке позволят сделать о человеке какой-либо вывод, чтобы в дальнейшем при необходимости работать с ним. Наши данные — рекомендательные, на их основе нельзя сказать, например, что человека требуется срочно отстранить от работы. При этом наши выводы важны, их надо учитывать, и за 40 лет работы мы это доказали. Предсменный контроль будет возможностью сделать работу АЭС еще более надежной. Сейчас мы готовим пилотный проект, в рамках которого контроль будет проходить персонал БЩУ.

— Психологи Росатома работают не только с персоналом станций, но и с участниками WorldSkills. И это несколько странно, ведь отраслевые команды состоят из наиболее мотивированных и опытных специалистов. Какая поддержка им нужна?

— Что происходит, когда команда складывается из высоко мотивированных участников? Возникает проблема со слаженностью. Тут важен тренинг командообразования. Это работа на одну цель, а, может, и на одного человека, и нужно принять то, что ты в этом случае — не главный. Не у всех это получается. Бывают проблемы и со стрессоустойчивостью, и тогда от психолога требуется снять страх, показать техники, которые помогают успокоиться. Важен правильный настрой на победу — она нужна, но не любой ценой. Не надо забывать и про постсоревновательный синдром: победили — что дальше? Вроде бы можно радоваться жизни, а у участников силы на нуле. А если не победили? Тут тоже нужен психолог. В ситуации соревновательности немало проблем, работы для психолога достаточно, и у нас много запросов на психологическое сопровождение даже от команд, участники которых по основной работе с нами никогда не сталкиваются.

На фото

Участники юбилейной конференции «Опыт, тренды и перспективы развития психологической службы»

Текст: Наталья Самойлова
Фото: Концерн «Росэнергоатом»

На фото

Важная часть экологических программ Кольской АЭС — работы по искусственному воспроизводству водных биоресурсов

Следуя ЭкоЛогике

Проекты АЭС по защите окружающей среды

Под особой охраной

Кольская АЭС активно занимается наведением порядка на территории городских парков и проведением экологических акций и субботников, в которых принимают участие и работники АЭС, и жители города Полярные Зори со своими семьями. На Кольской АЭС ежегодно проводится субботник, приуроченный к Всероссийской экологической акции «Зеленая весна».

Также на регулярной основе проводится субботник эколого-патриотического проекта «Лес Победы». Целью проекта является высадка именных деревьев — создание в каждом регионе зеленых памятников воинам, сражавшимся за нашу Родину в годы Великой Отечественной войны. У основания деревьев установлены мемориальные таблички с именами земляков — ветеранов войны, которые продолжали вносить свой вклад в развитие Кольского Заполярья и в послевоенные годы.

Активисты молодежной организации Кольской АЭС Павел Троцкий, Александр Ангальд, Юрий Желтобрюхов, Николай Петровский и многие другие сотрудники АЭС принимают участие в организации и проведении ежегодного экологического квеста «Чистые игры». Участниками квеста являются сотрудники Кольской АЭС, члены совета молодежи Кольской АЭС, волонтеры, школьники, пенсионеры, учащиеся Полярнозоринского энергетического колледжа. Во время состязания они не только проводят время на свежем воздухе с семьей, в кругу друзей, но и вносят свой важный вклад в заботу об окружающей среде чистого и прекрасного города Полярные Зори. Например, во время квеста в 2021 году участниками за 1 час 45 минут были собраны 181 мешок мусора и 120 покрышек — в целом 8 тонн. В квесте приняли участие 58 человек из 16 команд. К слову, почетное второе место в этом увлекательном квесте заняла команда «Совет молодежи Кольской АЭС».

Также сотрудники станции организуют экскурсии для школьников на особо охраняемую природную территорию Лапландского заповедника, где ребята знакомятся с особенностями природы Мурманской области. Проводится и просветительская работа со школьниками на тему «Охрана окружающей среды на Кольской АЭС».

Еще одна важная часть экологических программ Кольской АЭС — работы по искусственному воспроизводству водных биоресурсов, которые предприятие проводит уже не первый год. Поскольку воздействие станции на водные ресурсы озера Имандра, на берегу которого расположена Кольская АЭС, является незначительным, то по согласованию с надзорными органами молодь семги выпускается там, где это необходимо для сохранения биоразнообразия и поддержания уровня запаса ценных видов рыб, предназначенных для промысла. Партнеры Кольской АЭС по программе искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов в реках Мурманской области — Мурманский филиал ФГБУ «Главрыбвод» и Баренцево-Беломорское территориальное управление Федерального агентства по рыболовству — выразили удовлетворение проведенным процессом зарыбления и надежду на продолжение сотрудничества.

Заслуженное признание

«Зеленая весна», «Вода России», «Чистый берег» — экологические акции, в которых Смоленская АЭС традиционно принимает участие. В 2021 был сделан акцент на объединение вокруг идеи сбережения окружающей среды городских структур: под эгидой атомной станции расширялись темы и идеи проектов, повышалась их значимость для формирования экологической культуры населения — и взрослых и детей. К экологическому марафону в апреле и мае присоединились более 500 десногорцев. Сотрудники предприятий города, участники общественных движений, активисты ТОСов, волонтеры, ветераны и школьники наводили порядок на улицах, во дворах, на территориях своих организаций и на берегах водохранилища. В результате совместной работы 49 километров автодорог очищено от песка, 5 парковых зон — от опавшей листвы, собрано 35 тонн мусора.

В 2021 году в разных районах города появились новые аллеи, скверы, сады памяти в честь героев Великой Отечественной войны — теперь там растут туи, сирень, липы, сосны. Всего в городе и его окрестностях посажено более 300 деревьев и кустарников. «Наше предприятие ответственно относится к безопасности человека и природы, оно заботится об окружающей среде, привлекает население к экологическим акциям,— говорит председатель Совета ветеранов Смоленской АЭС Раиса Злакоманова.— Старшее поколение всегда с удовольствием участвует в таких акциях, понимая, что наше благополучие, здоровье и качество жизни зависят от каждого».

По инициативе ведущего инженера ОООС САЭС Анастасии Сидоровой реализован добровольческий проект «Чистая энергия», который в итоге был признан победителем IV Всероссийского конкурса «Лучший эковолонтерский отряд». Специалисты атомной станции, объединившись с педагогами, провели 12 экологических уроков, рассказывая подрастающему поколению о зеленой энергетике и необходимости беречь природу, разработали плакаты, призывающие соблюдать чистоту и порядок, памятки об энергосбережении, экономии воды и правильном обращении с отходами. Вместе с муниципальным волонтерским штабом и ветеранами ликвидировали четыре несанкционированные свалки, очистили площадь в 500 тыс. м^2 от шести тонн мусора. «Мы обязаны сохранить хрупкий экологический баланс, а значит, забота об окружающем мире должна стать потребностью всех без исключения,— считает Анастасия Сидорова.— Как известно, большое начинается с малого. Каждому под силу вырастить дерево, а побывав на отдыхе, не оставлять мусор, действовать разумно, по-хозяйски. Многие десногорцы понимают это и подают пример ответственного отношения к окружающей среде».

По инициативе старшего инспектора ОИиКОБ САЭС Марины Таран в удобном для жителей месте установлен специализированный контейнер для сбора отработанных батареек и ртутьсодержащих

Подробности

Церемония награждения победителей IV Всероссийского конкурса «Лучший эковолонтерский отряд», проводимого Неправительственным экологическим фондом им. В. И. Вернадского, прошла в марте 2022 года в Москве, на площадке Общероссийского фестиваля природы «Первозданная Россия». В 2021 году из более чем 1200 заявок из 75 регионов России по восьми номинациям был отобран 21 лучший проект. Эковолонтерские отряды Смоленской АЭС и НЗХК разделили победу в номинации «Мусору — нет!». Эта победа — результат активной жизненной позиции неравнодушных сотрудников предприятий атомной отрасли.

Росатом как социально ответственная компания считает важным участие своих сотрудников в волонтерских акциях. Руководство отрасли видит в добровольчестве эффективный инструмент развития территорий присутствия госкорпорации и хорошую возможность для самореализации сотрудников. Корпоративное волонтерство в Росатоме развивается на системной основе с 2018 года, госкорпорация оказывает административную и информационную поддержку всем предприятиям, на каждом из которых волонтерскую деятельность курируют координаторы движения, а также волонтеры-лидеры. Социальные волонтерские проекты тесно связаны с задачами, которые ставят перед собой государство и региональные власти, а также с бизнес-задачами, которые стоят перед Росатомом.

приборов: люминесцентных ламп и градусников. Идею поддержала администрация муниципалитета и приемная Общественного совета Росатома в Десногорске. Экобокс предоставил региональный оператор по обращению с ТКО. «Использованные люминесцентные лампы и батарейки относятся к I и II классам опасности, к обращению с ними предъявляются особые требования,— говорит Марина Таран.— Согласно законодательству, юридические лица обязаны вести их учет и передавать на утилизацию в специализированные организации. К жителям таких требований не предъявляется, тем не менее мы должны проявлять гражданскую ответственность, зная, что в природной среде ртуть преобразуется в растворимую в воде более токсичную метилртуть, в этих отходах содержатся и другие вредные для окружающей среды и человека химические вещества».

Эковолонтеры Смоленской АЭС постоянно ищут новые формы работы. Так, впервые был организован творческий конкурс — жителям Десногорска предложили показать важность сохранения природы на планете, создав рисунок, стихотворение, видеоролик или плакат. Откликнулись 134 человека, самыми активными были дети. В своих работах авторы рассуждали о том, что работа Смоленской АЭС не наносит вреда экологии, и призывали жить в гармонии с природой родного края.

Тема экологии становится источником вдохновения и для участников других конкурсов. К примеру, стихотворение начальника отдела инженерной поддержки производства Елены Спасовой о пользе раздельного сбора и переработки бытовых отходов легло в основу мультфильма, который создавала команда учеников школы № 4 для II фестиваля детского анимационного творчества «Снежные мультярики», посвященного Году науки и технологий. Также удачным оказался первый опыт посвящения одного из туров традиционной интеллектуальной викторины Смоленской АЭС «Атомный эрудит» Всемирному дню охраны окружающей среды. Блок вопросов о продвижении зеленых стандартов и принципах устойчивого развития вызвал живой интерес у участников.

Темы экологической чистоты атомной энергии и важности экологической культуры звучали и во время масштабного события, впервые состоявшегося в Десногорске,— международного чемпионата X-Waters Nuclear. Это крупная плавательная серия, кроме спортивных целей, ориентирована на знакомство с интересными местами мира, формирование ответственного отношения к окружающей среде. Представители 50 городов России, Белоруссии, Венгрии, Италии убедились в уникальности «атомного моря» с чистой водой и замкнутой экосистемой, которая создана благодаря заботе атомщиков об экологии. И это убеждение они транслировали через соцсети и общение с друзьями, коллегами.

«Считаю хорошим результатом проделанной в 2021 году работы то, что в среднем на 30% уменьшился объем мусора, собранного в ходе субботников, в два раза выросло число эковолонтеров, расширился возрастной диапазон жителей, присоединившихся к экологическому движению под эгидой Смоленской АЭС»,— отмечает начальник ОООС САЭС Светлана Лубенская.

На фото

Участники международного чемпионата X-Waters Nuclear в Десногорске (слева направо: Анна Меланко, Наталья Тимофеева, Виктория Кольцова)

На фото

Важность бережного отношения к природе — одна из главных тем просветительских проектов молодежной организации Калининской АЭС

Объединить неравнодушных

Сотрудники Калининской АЭС также понимают всю важность заботы об экологии. «Чистое дело» — ежегодная экологическая акция, организованная молодежной организацией Калининской АЭС и призванная привлечь внимание к необходимости ответственного отношения к окружающей среде. Акция включает в себя цикл экологических субботников. Сезон весенних субботников в городе-спутнике Калининской АЭС Удомле начинается с традиционного мероприятия в парке Победы, проходящего в преддверии празднования годовщины победы в Великой Отечественной войне. Затем с мая по сентябрь приводятся в порядок городские зоны отдыха, улицы, придомовые площадки и территории образовательных учреждений. Город очищается от мусора и прошлогодней травы, белятся стволы деревьев, обрезаются сухие ветки, убирается песок с пешеходных дорожек. В таких субботниках обычно участвуют порядка 1500 неравнодушных удомельцев, среди которых представители органов местного самоуправления, ветераны и школьники.

Акция «Живу экологично» — новая масштабная инициатива молодежной организации Калининской АЭС, стартовавшая в 2022 году. Она нацелена на привлечение внимания детей и их родителей к теме бережливого отношения к окружающей среде и формирование у них навыков и привычек экологичного образа жизни. В течение года в рамках акции планируется целый цикл экологических мероприятий:
— лекции и конкурсы на различные темы, в том числе: раздельный сбор мусора; важность сохранения чистоты лесов и окружающей природы; что такое озоновый слой; что приводит к загрязнению воды; почему зимой надо подкармливать птиц;
— установка в детских учреждениях контейнеров для сбора батареек и пластиковых крышек (акция *#доброкрышечки*);
— закупка для детских садов игры-сортера «Раздельный сбор мусора»;
— конкурс среди учреждений города по сдаче макулатуры;
— проведение челленджа *#пакетспакетами*;
— мастер-класс «Создание авоськи своими руками» (без спиц и крючка);
— конкурс проектов для учащихся «Хочу жить в экограде»;
— проведение конкурса детских рисунков на тему «День воды» с дальнейшей общегородской выставкой;
— проведение челленджа *#новаяжизньнаподоконнике*;
— проведение акции «Посади лес»;
— проведение фотоконкурса «Сила земли»;
— проведение семейного конкурса на лучший скворечник для птиц.

Лидер молодежного экодвижения Калининской АЭС — Елена Парфенова. Команда: Сергей Бойко, Екатерина Кузьмина, Константин Белик, Александр Каленский, Александра Пакратьева, Антон Пискарев, Иван Шушин, Евгений Сошин.

Цифры

8 тонн

мусора было собрано во время экологического квеста «Чистые игры» с участием сотрудников Кольской АЭС. В квесте приняли участие 16 команд

500 тыс. м²

очистили от мусора участники инициированного сотрудниками Смоленской АЭС добровольческого проекта «Чистая энергия», который был признан победителем IV Всероссийского конкурса «Лучший эковолонтерский отряд»

~1500

жителей Удомли обычно принимают участие в субботниках, которые организуют сотрудники Калининской АЭС

Текст: Оксана Забелина
Фото: ГХК

На фото

Стендовики ГХК не пропускают тренировки: они намерены бороться за золото Кубка Железной горы

Кубок Железной горы

Здесь под аплодисменты зрителей бьют «посуду» и стреляют «по нотам»

После работы железногорские атомщики едут на стенд — пострелять по тарелочкам. Лучший отдых после трудового дня сложно представить: заснеженные пейзажи или яркие осенние краски, птичье многоголосье, таежные ароматы... У сотрудников Горно-химического комбината есть редкая возможность заняться спортом, условия для которого имеются далеко не в каждом, даже крупном, городе.

ГХК — городу и краю

Стендовую стрельбу многие считают элитарным видом спорта. Действительно, оружие, форма, расходники, аренда специально оборудованной площадки, которая по требованиям безопасности должна быть отдалена от жилой застройки,— все это, безусловно, стоит недешево. А железногорцам крупно повезло: ГХК пару десятков лет назад построил в черте города стенд для тренировки сотрудников структур, которые обеспечивают физическую безопасность объектов комбината. В свободное от таких тренировок время на стенд стали приглашать гостей: спортсменов, охотников, всех желающих — причем бесплатно. Желающим здесь дают и профессиональные консультации, поэтому закономерно, что стенд стал популярен и за пределами ЗАТО: сюда едут тренироваться из Красноярска, соседних городов и поселков.

Не просто спорт

«Зацепить» этот спорт может любого, тем он и хорош: им можно начать заниматься в детстве, а можно и в довольно зрелом возрасте. Конечно, чем раньше начнешь, тем больше перспектив в большом спорте.

Но если думать о поддержании хорошей физической формы без излишних нагрузок, то это один из лучших вариантов. Олег Пугач, начальник отдела экономической безопасности ГХК, рассказывает о своем увлечении с настоящей страстью: «Понимаете, это очень интеллектуальный вид спорта. Это своего рода йога: сочетание физической нагрузки, духовной и психологической практики. Стендовая стрельба погружает в мир бесконечности. Здесь ни один выстрел не повторяется. Результат зависит от такого количества самых разных объективных и субъективных факторов! Меняется ветер, номер, с которого спортсмен делает выстрел, наклон корпуса… Даже неудобная обувь — это тоже важный фактор. Получается, что в этом спорте нет предсказуемого результата, а есть своя, внутренняя, бесконечность — бесконечность совершенствования. Очень близко по философии к атомной физике, не находите?»

Без границ

Стендовая стрельба включает в себя несколько дисциплин, каждая из которых признана на мировом уровне: например, дисциплины скит и трап — олимпийские, а по спортингу и спортинг-компакту проводятся чемпионаты мира и Европы, Гран-при. Тренировки и соревнования проходят на специальных стендах, отсюда и общее название вида спорта. Стрельба ведется по тарелочкам, которые запускаются специальными метательными машинками.

Сами стрелки считают этот спорт едва ли не самым демократичным: в этом легко убедиться, побывав на отраслевом турнире «Кубок Железной горы». Возрастной состав участников — от 14 до 70 лет. Социальный статус — вся грейдовая вертикаль. География предприятий — от границы до границы нашей страны. Важно и то, что в честном соревновании с непредсказуемым результатом здесь встречаются рядовые сотрудники и руководители предприятий.

У сообщества стрелков есть даже свой особый язык: «посудой» они называют тарелочки, по которым ведется стрельба, «нотами» — программу полетов тарелочек, которую организаторы расписывают перед соревнованиями. А холостые тренировки — это отнюдь не собрание спортсменов, не обремененных семьей, а тренировки с незаряженным оружием, важный процесс для тех, кто стремится к высоким результатам. На сленге это называется «холостить».

Ждем в гости!

Заслуги Железногорска в развитии стендовой стрельбы на территориях присутствия Росатома отметил во время турнира в Санкт-Петербурге один из ветеранов ЛАЭС Андрей Артюхин. Он не только похвалил успехи спортсменов ГХК, но и поблагодарил руководство комбината за поддержку стендовой стрельбы. Ведь именно инициативность Железногорска «раскачала» этот вид спорта в отрасли и постепенно выводит его на уровень Атомиады.

В год 77-летия отрасли турнир «Кубок Железной горы» пройдет в седьмой раз. Перерывов не было даже во время пандемии: площадка для соревнований открытая. Правда, без болельщиков стрелкам было скучновато. В этом году организаторы рассчитывают, что турнир пройдет массово и при поддержке зрителей. О своем желании приехать заявили команды из 11 организаций, в том числе сильнейшие соперники — москвичи, они впервые заинтересовались Кубком. Так что сейчас никто не берется предсказать итоги турнира.

Команда ГХК будет выступать в новом составе, сложившемся год назад. Опыт нарабатывается упорными тренировками и участием в соревнованиях, в первую очередь своих, домашних. Здесь тоже есть с кем побороться: в Красноярском крае уже сложилось стрелковое сообщество, причем постоянно растущее. Есть вероятность, что со временем стенд сможет принимать не только отраслевые, но и региональные турниры.

Готовятся к участию в Кубке и юные спортсмены краевой ДЮСШ: соревноваться со взрослыми и даже побеждать их — это для юношей и девушек не в новинку. Спортивный характер они закаляют и на выездных соревнованиях. При благотворительной поддержке ГХК они уже заявили о себе на уровне страны: воспитанник секции Андрей Поздняков стал учеником Казанского училища олимпийского резерва, а Маша Бондарева год назад стала призером этапа Кубка России в дисциплине спортинг-компакт.

Прямая речь

Дмитрий Колупаев

Генеральный директор Горно-химического комбината:

— Спорт, здоровый образ жизни — это должно быть нашей нормой. Поэтому спортивные площадки комбината всегда открыты для желающих заниматься. Люди в отрасли работают разносторонние, увлеченные, нешаблонные, и наш турнир «Кубок Железной горы» — яркое тому доказательство. И, конечно, было бы абсолютно неправильно поддерживать спорт, не вовлекая в него молодых. Ведь все, что мы делаем на комбинате, в городе,— это ради них. Будущие победы, в том числе олимпийского уровня,— это их победы. Кроме того, этот вид спорта дисциплинирует и воспитывает ответственность, патриотичность, приучает к самостоятельности и здоровому образу жизни, развивает мышление и воображение. Такая молодежь нужна России.

- Любой турнир — это еще и встреча добрых друзей
- Зимние соревнования имеют свои преимущества: оранжевые тарелочки хорошо видны на белом фоне
- После каждых соревнований — разбор полетов. И это не фигура речи. Работа над ошибками — обязательная часть тренировок
- «Холостят» воспитанники детской секции. И делают это красиво
- Главный судья соревнований Павел Тюкавкин: «Не шумите — идет стрельба!»
- Ветераны Ленинградской АЭС неоднократно поднимались на пьедестал Кубка Железной горы
- На железногорском турнире по стендовой стрельбе соревнования идут в двух дисциплинах и нескольких возрастных категориях. Разыгрывается до 11 комплектов наград

Подробности

Кубок Железной горы — отраслевые лично-командные соревнования по стендовой стрельбе в дисциплинах скит и спортинг-компакт на призы ФГУП «ГХК». Турнир проходит ежегодно в сентябре, накануне Дня работника атомной промышленности. В этом году Горно-химический комбинат примет соревнования 17 и 18 сентября. Будут разыграны 11 комплектов наград. Подробности об участии в турнире — в отделе по связям с общественностью и развитию коммуникаций ГХК.

Текст: Наталия Фельдман
Фото: ИЦАЭ

На фото

Чтобы ответить на 45 вопросов финала «Что? Где? Когда?», нужна полная сосредоточенность

Быстрее бридера

Как успеть найти правильный ответ за минуту

Отраслевой чемпионат по «Что? Где? Когда?» состоялся после практически трехлетнего перерыва — сделать это раньше мешала пандемия. Но интереса к самой известной интеллектуальной игре атомщики не потеряли — в общей сложности заявки подали 180 команд, 118 из которых вышли на региональный этап. До финала добрались 19 сильнейших команд, их география — от Мурманской области до Забайкалья. Организатор Всероссийского синхронного чемпионата по игре «Что? Где? Когда?» (спортивная версия) среди команд госкорпорации «Росатом» и ее организаций (именно так официально называется отраслевой турнир) — сеть Информационных центров по атомной энергии, в которых и было организовано большинство площадок регионального этапа.

Рекорды и новшества

В 2022 году чемпионат можно уже смело называть международным — к игре присоединилась команда АЭС «Аккую». И хотя в финал команда не вышла, интеллектуальный старт прошел успешно. «Многие из нашей команды уже участвовали в чемпионате в составе российских команд, поэтому нам было интересно объединиться и попробовать свои силы. На площадке «Аккую» мы всё организовали только в конце 2021 года. В основном играем на онлайн-площадках. С удовольствием продолжаем дело, начатое в России, и стараемся привлечь наших турецких коллег»,— поделилась Елена Саркисян, капитан команды АЭС «Аккую».

По просьбам команд в 2022 году было увеличено количество вопросов в финале — вместо традиционных 36 команды отвечали на 45 вопросов. Но и при таком объеме за призовые места боролись команды, которые уже не раз возглавляли турнирную таблицу.

В итоге результаты игры полностью совпали с предыдущим чемпионатом, который проходил в 2019 году: первое место заняла команда «Тихомирный атом» (ВНИИА, Москва), второе — «Станция Курская» (Курская АЭС, Курчатов), третье — «Нейтронная сеть» (РФЯЦ-ВНИИЭФ, Саров). Всего на один балл от третьего места отстала команда «Ответный фланец» («Атомэнергопроект», Санкт-Петербург).

«Было все как всегда. Переполненный зал, лучшие команды предприятий атомной отрасли, наши старые друзья-соперники из команд «Нейтронная сеть» и «Станция Курская» и, разумеется, неизменный Андрей Козлов за столиком ведущего. Три тура по 15 вопросов в каждом. Уровень вопросов в этот раз, на мой взгляд, был несколько неровным: за достаточно простыми следовали довольно сложные, а порой — невероятная заумь. Легко не было. После первого тура мы были на шестом месте, после второго — на четвертом. А в третьем туре ребята сделали невозможное и победили в нем, выиграв тем самым и чемпионат. Итак, наш «Тихомирный атом» снова, уже в четвертый раз, стал чемпионом отрасли. У нас снова «Хрустальный атом», и это очень приятно»,— рассказал участник команды «Тихомирный атом» Михаил Ворошилин.

Изменились (из-за ситуации с пандемией) и сроки проведения — региональный этап был запланирован на 14 октября, а финал — на 20 ноября 2021 года, но очередная коронавирусная волна внесла свои коррективы, и организаторы решили перенести турнир на первую половину 2022 года. Впрочем, командам нововведение понравилось.

«Все было организовано хорошо, четко, профессионально. Всегда радуют продуманные мелочи — таблички с названиями команд на столах, заранее подготовленные ручки и блокноты с символикой ЧГК. Сроки проведения финала чемпионата очень понравились. Летом чудесно в Москве!» — написала Татьяна Фицура с Кольской АЭС (команда «Энергия»). «Июнь однозначно лучше октября!» — присоединяются игроки команды «Мудрый атом» из Глазова.

«Сказать, что VI чемпионат Росатома по спортивной версии «Что? Где? Когда?» был долгожданным,— не сказать ничего! Из-за пандемии сначала целый год вообще ничего не происходило, а в следующем году из-за подъема новой волны пришлось отменить региональный этап буквально за несколько дней до назначенной даты. И вот наконец он все-таки состоялся»,— делится эмоциями Вадим Карлинский из команды «Тихомирный атом».

«Огромное спасибо за организацию турнира на высоком уровне! Этот год на голову выше предыдущих»,— считает Анна Майорова, команда «Криспер» (РФЯЦ-ВНИИТФ, Снежинск).

Командный эффект

Можно ли решить сложную задачу за минуту? Легко, если вас шестеро и каждый игрок имеет необходимую компетенцию. В команде должен быть человек с энциклопедическими знаниями, который практически всегда может вспомнить малоизвестный факт. Но одних знаний недостаточно, поэтому команде не обойтись без генератора идей — человека, который порой выдает самые невероятные версии. Справиться с потоком мыслей, среди которых, впрочем, практически всегда можно найти настоящие жемчужины, помогает критик — именно он возвращает команду к реальности. Без эмоциональной разгрузки тоже сложно, поэтому в команде важен человек, умеющий переключить внимание, вовремя пошутить и снять напряжение. Роль психологического лидера чаще всего выполняет капитан, именно он структурирует обсуждение и принимает решение, какую из выдвинутых версий считать верной. Кроме того, важна внимательность и собранность, поэтому в команде один или два человека отвечают за то, чтобы «держать форму вопроса». Они записывают весь текст, особенно обращая внимание на то, какой именно ответ нужно дать. К примеру, если в вопросе речь идет о писателе, а назвать нужно его произведение, то ответ с фамилией писателя, но без указания произведения будет признан неправильным.

Что такое рейтинг

Если заглянуть в турнирную таблицу, то можно увидеть, что некоторые команды набрали одинаковое количество баллов. В этом случае распределение мест может производиться с помощью «перестрелки» — командам-соперникам дают несколько дополнительных вопросов, и, как в серии пенальти, «перестрелка» продолжается до первого изменения счета. Обычно «перестрелку» используют для определения призовых мест. Второй вариант — при равном количестве баллов учитывать рейтинг: команда с более высоким рейтингом занимает более высокую позицию.

Общий рейтинг команды складывается из суммы рейтингов каждого вопроса, на который команда

Запись трансляции финала отраслевого чемпионата по «Что? Где? Когда?» можно посмотреть здесь:

На фото

Командный дух — залог хорошей игры и высоких результатов

Секрет профессионального успеха и продвижения по карьерной лестнице от финалистов отраслевого «Что? Где? Когда?» раскрыт — популярная интеллектуальная игра помогает развивать компетенции, которые важны в любой деятельности. Может быть, поэтому количество желающих принять участие в самом масштабном чемпионате отрасли ежегодно остается на высоком уровне.

ответила правильно. А рейтинг вопроса вычисляется очень просто — из общего количества команд, принимающих участие в турнире, вычитается количество правильных ответов, данных на этот вопрос. Соответственно, чем больше сложных вопросов «берет» команда, тем выше рейтинг. Но первично все же количество баллов, то есть количество верных ответов, а рейтинг учитывается только при определении места в общем зачете, если у двух или более команд равное количество баллов.

На фото

У каждого игрока в команде — своя важная роль, а правильный ответ часто рождается в жарком споре

Бакенбарды преткновения

Как отмечали сами участники, страсти кипели нешуточные. Лидеры менялись после каждого тура. Ведущий Андрей Козлов снял один из вопросов, посчитав, что он некорректно сформулирован с лингвистической точки зрения. Еще один вопрос, прозвучавший в самом начале второго тура, стал настоящим камнем преткновения для «Станции Курской»: «В одном произведении некий поступок Авраама Линкольна объясняется желанием скрыть следы от нападения вампира. Ответьте двумя словами: что сделал Линкольн?»

15 команд из 19 дали правильный ответ, обозначенный автором вопроса: «отрастил/отпустил бороду». Две команды ответили «поднял воротник», и одна — «повязал шарф». А команда «Станция Курская» выбрала версию «отрастил бакенбарды». И эта версия не была зачтена игровым жюри и ведущим, хотя игроки до последнего момента надеялись на другой исход.

В комментарии к вопросу написано: «В романе Сета Грэма-Смита «Президент Линкольн: охотник на вампиров» утверждается, что Линкольн отпустил бороду после того, как его ранил вампир — правда, не клыками, а топором». Дополнительная консультация с автором вопроса по поводу зачета ответа про бакенбарды ничего не изменила. По его мнению, борода — это единственный правильный вариант, ведь в качестве источника он указал роман в русском переводе, а там речь идет именно о бороде. С другой стороны, в одном из вопросов игры, посвященном картине Франсиско Гойи «Сатурн, пожирающий своего сына», ответы «Кронос» и «Крон» шли в зачет. Но это было сразу прописано в игровом пакете.

Председатель игрового жюри Сергей Абрамов прокомментировал эту ситуацию так: «При отсутствии апелляционного жюри вопросы о зачете или незачете авторских ответов в спортивном «Что? Где? Когда?» принимает игровое жюри, но окончательное слово остается за ведущим. Мы посоветовались с Андреем Анатольевичем, и он решил, что этот ответ не засчитывается».

Драматизма добавила и техническая ошибка игрового жюри. «Станции Курской» не внесли один из правильных ответов в третьем туре, и после исправления ошибки команда переместилась с третьего места на второе, причем с отставанием от чемпионов всего на один балл и более высоким рейтингом. Соответственно, зачет варианта с бакенбардами гарантированно принес бы команде победу в чемпионате. С учетом того, что «Станция Курская» занимала второе место в отраслевом чемпионате на протяжении нескольких лет и первое место так и осталось недосягаемым, эмоции игроков можно понять. «Не секрет, что для нашей команды первое место — это не покорившаяся пока вершина. Для нас это действительно важно, по большому счету, ЧГК — часть жизни»,— прокомментировала капитан команды Елена Куклина.

Команда «Нейтронная сеть» после исправления технической ошибки переместилась на третье место, но игроки отнеслись к ситуации с пониманием. «Конечно, второе место лучше третьего, но игра должна быть честной, так что мы рады, что принято такое решение»,— сказал Владимир Прошкин, капитан команды.

На фото

Команда победителей — «Тихомирный атом» (ФГУП «ВНИИА», Москва)

Если нейтрон, то быстрый

Список сильнейших команд, претендующих на победу, сформировался практически с первой игры в 2015 году, но и остальные участники за время проведения чемпионата повысили свой уровень. Одна из команд — «Быстрый нейтрон» с Белоярской АЭС — в чемпионате 2022 года заняла 11 место, но для игроков выход в финал — уже радостное событие. «Мы никогда не занимали призовых мест, и наш максимум — это четвертое место, которому мы были очень рады. В прошлый раз мы не попали в финал, и это стало для нас стимулом подтянуться — мы чаще собирались на тренировки, играли в местных турнирах,— рассказывает участница команды Александра Золотова.— А вообще наша команда существует с 2010 года. По-моему, наша АЭС одной из первых включилась в интеллектуальное движение».

По мнению команды «Быстрый нейтрон», «Что? Где? Когда?» — это идеальное времяпрепровождение для интровертов, когда на протяжении трех часов можно обсуждать совместно с пятью другими людьми тему, которая интересна всем собравшимся. «Как сказал Андрей Козлов, очень здорово видеть своих, видеть, что по всей стране много людей, которые разделяют твое увлечение»,— добавила Александра.

За время существования «Быстрого нейтрона» в теперешнем составе практически все участники получили более высокие должности. «Ты начинаешь играть в компании специалистов третьей категории, а сейчас у нас в составе руководители групп, заместители начальников отделов, и это тоже благодаря ЧГК, потому что умение сотрудничать, быстро принимать решения в ситуации неопределенности и находить верные ответы помогает не только в игре, но и в повседневной работе. Конечно, игра в ЧГК не научит управлять реактором, но умение управлять любой командой, внимательно слушать, не зацикливаться на ошибках, а делать выводы и идти дальше — все это поможет в любой профессии»,— уверены игроки. В чемпионатах Концерна «Росэнергоатом» «Быстрый нейтрон» входит в тройку лучших команд, а в городском рейтинге прочно удерживает первое место.

Вспоминая про игру, участники команды сопоставили ее значимость и ценность для себя с важным событием на Белоярской АЭС — стопроцентной загрузкой реактора БН-800 МОКС-топливом. «Когда четвертый блок начали строить, это была настоящая интрига — как все будет, в какие сроки сделают, а теперь мы уже ждем следующий серийный реактор — БН-1200, и первые шаги уже сделаны. Станция будет развиваться дальше, и это всех стимулирует»,— добавил Илья Токарев, ведущий специалист отдела кадров Белоярской АЭС, участник команды.

Результаты финала можно посмотреть здесь:

Федор Буйновский,
обозреватель «Вестника атомпрома»

Мягко, но системно

Эффективная методология подходов к новым вызовам

Наверняка вы слышали в докладах консультантов или от специалистов в области управления изменениями такие слова, как «владелец продукта», «клиент», «мировоззрение» и тому подобные. Эта терминология пришла в словарный запас отечественных менеджеров из довольно любопытной, хотя и не бесспорной концепции мягкого системного подхода Питера Чекланда.

В основе этого подхода лежит идея организационного развития, которая в современных условиях представляется наиболее эффективным методом управления изменениями. Мягкий системный подход (МСП) рассматривает организацию как сложную систему, обладающую свойством целостности и состоящую из множества элементов, каждый из которых, в свою очередь, также является отдельной сложной системой. Если изменить количество элементов системы, то автоматически изменится количество и качество ее связей.

Как это работает

Способы применения МСП развивал один из авторитетных теоретиков в данной области Питер Чекланд. Его методология мягкого системного подхода, впервые опубликованная в 1976 году, включала три принципа.

Во-первых, встречаясь с «мягкими» проблемами, решение которых определяется возможностью сбалансировать интересы разных людей, системная методология должна нарисовать наиболее полную картину проблемы, а также действующих сил и интересов, а не представлять проблему сразу в терминах системных формализмов.

Во-вторых, целесообразно проанализировать ряд систем, релевантных задаче улучшения данной проблемной ситуации, при этом каждая из систем должна отображать частную точку зрения на проблему. Таким образом, по мнению автора, использование мягкого системного подхода приводит к созданию ряда моделей для сопоставления их с реальным миром, а не одной модели, как в жестких методологиях.

В-третьих, если модели жестких подходов являются чертежом для разработки будущего состояния системы, то мягкие концептуальные модели — это основа для дискуссий по внедрению изменений. Жесткие методологии ведут к разработке систем, в то время как мягкие — к согласованным изменениям.

Так как слово «проблема» является обязывающим и структурирующим, то оно заменяется на более свободный, расплывчатый термин — «проблемная ситуация» (problem situation). Также ученый вводит понятие «активная система» (human activity system), в которой акторы действуют в соответствии со своей картиной мира, в рамках правил и практик, принятых в данной культуре.

При этом конфликтные ситуации могут рассматриваться как конфликт интерпретаций, сформированных различными культурами. Культура в данном случае понимается в широком смысле — как культурная система. Интерпретации социальных явлений могут кардинально различаться: так, одно и то же событие может восприниматься как терроризм и как защита своей территории или национальных интересов, борьба за свободу.

Что делать

Чекланд разработал пошаговый алгоритм внедрения разработанной им системы:

1. Исследовать изучаемую проблему.

2. Выразить проблемную ситуацию с помощью полной картины (rich picture). Она охватывает описание полной информации, которая связана с ситуацией, включая границы, структуру, информационные потоки и коммуникационные каналы, и в реальности отражает деятельность людей. Собранные данные Чекланд предлагает обобщить в виде образной схемы, напоминающей детские рисунки. Такая схема дает возможность сразу окинуть взглядом всю проблемную ситуацию, увидеть узкие места, несоответствия, причины конфликтов. При этом могут быть задействованы сразу все способы визуализации информации — примитивные рисунки, графики, текстовые подписи и т. д. Желательно, чтобы на этой схеме были отражены основные темы и взгляды на возможное решение проблем.

3. Сформулировать корневые определения (root definition) проблемной ситуации, то есть с каких точек зрения на нее можно посмотреть.

4. Разработать концептуальную модель деятельности людей.

5. Сравнить модель с реальным миром.

6. Определить изменения, которые желательны и осуществимы.

7. Предпринять действия для улучшения реальной ситуации.

Итак, первый этап предполагает анализ и определение ролей клиентов, т. е. людей, решающих проблемы и имеющих проблемы. На седьмом этапе, когда соглашение уже достигнуто, аналитик или внешний консультант деятельно способствует внедрению изменений. Важным аспектом методологии является представление об элементах системы, к которым относят, согласно Чекланду, шесть так называемых корневых определений: это клиенты, участники (акторы), процесс трансформации, мировоззрение, владельцы, окружающая среда. Они часто упоминаются как аббревиатура CATWOE — Customers, Actors, Transformation Process, Worldview, Owner, Environmental Constraints.

Что означает каждый элемент системы

Клиенты — это бенефициары рассматриваемой проблемы (системы) или те, кто выиграет или пострадает от процесса, так как проблема затрагивает их.

Участники — те, кто несет ответственность за применение системы или кто выполняет действия, направленные на работу системы.

Процесс трансформации — процесс или система, которые затронуты проблемой, или процесс трансформации ресурсов в результаты организации.

Мировоззрение — какова общая картина и каковы более широкие воздействия проблемы или какова точка зрения, которая делает систему значимой.

Владелец — тот, кому принадлежит процесс или исследуемая ситуация; важно понимать, какую роль он будет играть в решении или кто имеет власть уничтожать или отменять процесс и измерять результаты.

Ограничения окружающей среды — каковы внешние ограничения и ограничения, которые будут воздействовать на решение и его успех.

Как этим пользоваться

После прохождения семи этапов Чекланд предлагает оценивать результаты деятельности систем на основании трех критериев, которые укладываются в концепцию расширенного системного подхода: непосредственные результаты работы системы мер, индикатор ресурсов, которые необходимы для реализации мероприятия по изменению, и показатели, отражающие вклад (воздействие) в реализацию долгосрочных целей.

Следует отметить, что мягкий системный подход дает структуру для решения проблемных ситуаций, где присутствует большой социальный и человеческий компонент. Данный подход предполагает, что процесс так же важен, как и результат, и заставляет искать решение, которое не будет сугубо техническим. Еще одной отличительной особенностью мягкого системного мышления является поддержка различных точек зрения. Это совмещение при решении проблемы, как предлагал Хабермас в своих трудах, трех миров: личного, социального и технического. Мягкий системный подход начинается, когда вы смотрите на проблему глазами другого.

Одним словом, появление и внедрение мягкого системного подхода стало возможным, когда ушла эпоха простых и очевидных решений. «Жесткие», но относительно простые проблемы уступили первенство «мягким», но более сложным. Соответственно, и методология работы с ними тоже должна меняться, чтобы быть адекватной новым вызовам. В настоящее время все российские компании находятся в состоянии поиска решения «мягких» проблем, и однозначных путей их решения нет. В этой ситуации может пригодиться любой эффективный подход.

Подробности

Отличительные черты «жестких» проблем:

1. Одно ясное решение.
2. Решение однозначно.
3. Известно, что представляет собой проблема.
4. Известно, что нужно узнать.
5. Метод решения очевиден.
6. Проблема структурирована.
7. Проблема ясно очерчена.

Характеристики «мягких» проблем:

1. Ясных решений нет.
2. Решений может быть несколько.
3. Неизвестно, что представляет собой проблема.
4. Неизвестно, что нужно узнать.
5. Метод решения не очевиден.
6. Проблема не структурирована.
7. Проблема не имеет четких границ.

На фото

Фото: АСЭ

На втором энергоблоке бангладешской АЭС «Руппур» смонтировали «тюбетейку» — купол внутренней защитной оболочки (ВЗО)

Давай поделимся

От А до Я!
От «Атомэнергомаша» до ЯОКа, от освоения Арктики до строительства наземных АСММ в Якутии, от атомной науки до ядерных прорывных технологий — телеграм-канал газеты «Страна Росатом» рассказывает о важных событиях от А до Я.

Будьте в курсе!
В нашем телеграм-канале — горячие новости и оперативные комментарии, в том числе выходящие далеко за пределы отрасли.

Выигрывайте призы!
Каждый месяц мы проводим конкурс среди подписчиков.

Спрашивайте!
У вас есть уникальная возможность задать вопросы топ-менеджерам и ведущим экспертам.

Присоединяйтесь, с нами интересно! Чтобы подписаться, отсканируйте QR-код или вбейте в поиске StranaRosatom.