

ВЕСТНИК АТОМПРОМА

№ 1 | январь — февраль | 2026

Главная тема

«Атомная» чистота

*Проекты и решения «Росатома»
в сфере экологии и формирования
экономики замкнутого цикла*

В номере

Полярная наука **32**

Образовательная экосистема «Росатома» **38**

Аддитивные технологии **42**



Уважаемые читатели!

Для России экологическая повестка всегда была и остается важной составляющей устойчивого развития. «Росатом» и его предприятия принимают активное участие в этой работе: экологические проекты и решения госкорпорации становятся фундаментом национальной безопасности и технологического суверенитета.

Ликвидация сложнейших объектов накопленного вреда и ядерного наследия и создание государственной системы обращения с отходами I и II классов опасности — это не просто экологически ответственная деятельность, а факторы стратегического перехода к рациональному природопользованию. Возвращая опасные отходы в производственную цепочку, а загрязненные территории в хозяйственный оборот, госкорпорация закладывает основу для формирования экономики замкнутого цикла в масштабах всей страны, что соответствует задаче, поставленной в рамках одного из направлений нацпроекта «Экологическое благополучие». Подробности читайте в материалах главной темы номера.

Также мы рассказываем о деятельности Арктического и антарктического научно-исследовательского института (АНИИ), о лауреатах первой российской премии в области аддитивных технологий, о формировании системы непрерывного образования в атомградах и о том, как защитить себя от самых распространенных киберугроз.

**ВЕСТНИК
АТОМПРОМА**

№ 1, январь — февраль
2026 года

Информационно-
аналитическое
издание



Фото на обложке
Сергей Пестерев

Главный редактор
Долгова Ю. В.
dolgova@strana-rosatom.ru

Выпускающий редактор
Еременко О. В.

Дизайн и верстка
Балдин В. В.

Корректор
Бомбенкова А. Н.

*Учредитель, издатель
и редакция*
Общество с ограниченной ответ-
ственностью «НВМ-пресс»

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

*Отдел распространения
и рекламы*
Сазонова Т. С.
sazonova@strana-rosatom.ru
+7 (495) 626-24-74

Журнал зарегистрирован в Федеральной
службе по надзору в сфере связи, инфор-
мационных технологий и массовых
коммуникаций

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

Тираж 1980 экземпляров.
Цена свободная.
Дата выхода в свет: 28.02.2026

При перепечатке ссылка
на «Вестник Атомпрома» обяза-
тельна. Рукописи не рецензиру-
ются и не возвращаются

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

Журнал отпечатан:
ООО «АртФормат»
115477, г. Москва, ул. Зюзинская,
д. 6, стр. 2.
Тел.: +7 (968) 724-35-91
№ заказа: Аф-001/26.

Содержание

Главная тема			
Коротко	Для зеленого будущего 4	Полярная наука	«Результат нашей работы важен для каждого человека, живущего на планете» 32
	<i>Работа «Росатома» в области обеспечения экологической безопасности, экологического благополучия населения и устойчивого развития страны</i>		<i>Александр Макаров, директор Арктического и антарктического научно-исследовательского института, — о деятельности и задачах ААНИИ</i>
Прямая речь	«Сделать страну и мир чище, светлее, богаче» 5	Атомное образование	Из детского сада — в «Росатом» 38
	<i>Василий Тинин, директор по государственной политике в области РАО, ОЯТ и ВЭ ЯРОО госкорпорации «Росатом», — о том, как развивается система обращения с РАО и формируется технологическая основа обращения с ОЯТ с учетом потребностей двухкомпонентной ядерной энергетики</i>		<i>Как в атомградах создается система непрерывного образования</i>
Международное сотрудничество	Территории без опасности 12	Аддитивные технологии	Печатая будущее 42
	<i>«Росатом» приводит в безопасное состояние объекты ядерного наследия в Центральной Азии</i>		<i>Итоги Первой всероссийской премии в области аддитивных технологий</i>
Прямая речь	«Наши экотехнологии способны ответить на самые сложные экологические вызовы» 14	Правила жизни	Цифровая гигиена 45
	<i>Андрей Лебедев, директор направления по реализации государственных и отраслевых программ в сфере экологии госкорпорации «Росатом», — о проектах по очистке промышленных территорий, созданию современной системы обращения с отходами и фундаменте экономики замкнутого цикла</i>		<i>Как защититься от самых распространенных киберугроз</i>
Инструменты	Прозрачные отходы 20	Перспективы	Горизонт: 2050 48
	<i>Цифровой контур: как функционирует ФГИС ОПВК</i>		<i>Основные положения и выводы ежегодного доклада Всемирной ядерной ассоциации</i>
Международное сотрудничество	Пространство сотрудничества 22	ИЦАЭ	Зеленый код в новых ракурсах 52
	<i>Совместная работа в сфере экологии со странами СНГ</i>		<i>Современные форматы популяризации экологических знаний</i>
Мнения экспертов	Восстановление природного «капитала» 24	Книжная полка	Люди в паутине смыслов 56
	<i>Отходы как ресурс: от линейной экономики — к циклической</i>		<i>Как информационные сети меняют власть, правду и нас самих</i>

Для зеленого будущего

Безопасность людей и окружающей среды является высшим приоритетом атомной отрасли. Поэтому экологическая ответственность — стремление минимизировать воздействие на окружающую среду, обязательный учет экологических факторов при планировании и осуществлении производственных процессов, безусловное соблюдение норм природоохранного законодательства — неотъемлемая черта деятельности организаций и предприятий госкорпорации «Росатом».

Экологическая деятельность «Росатома» выходит далеко за рамки производства низкоуглеродной энергии. Госкорпорация ведет системную работу в области безопасного обращения с радиоактивными отходами и с отработавшим ядерным топливом. Решаются задачи по ликвидации ядерного наследия и вывода из эксплуатации отслуживших свой срок ядерно и радиационно опасных объектов с последующей реабилитацией загрязненных территорий и их возвратом в хозяйственный оборот — с тем чтобы избежать накопления проблем в будущем. В соответствии с экологически ориентированным принципом рационального и эффективного использования ресурсов «Росатом» активно работает над технологиями промышленного

замыкания ядерного топливного цикла, занимая лидирующие позиции в мире по этому направлению.

Опираясь на многолетний опыт, технологическую базу и накопленные компетенции при работе с радиоактивными отходами, «Росатом» по поручению государства решает наиболее сложные задачи по ликвидации накопленного экологического вреда окружающей среде. Для предотвращения возникновения новых экологических рисков создана и успешно функционирует единая система и базовая инфраструктура обращения с отходами I и II классов опасности. Тем самым в стране создается новая отрасль по использованию вторичных ресурсов, что важно не только для защиты окружающей среды, но и для развития циклической экономики (экономики замкнутого цикла).

Главная тема номера рассказывает, какую работу в области обеспечения экологической безопасности, экологического благополучия населения и устойчивого развития страны ведет Экологический блок госкорпорации «Росатом», включающий предприятия дивизионов «Экологические решения» и «Экология».

Текст: Алексей Комольцев

Фото: ФЭО, «Росатом», газета «Страна Росатом» / Алексей Башкиров, Белоярская АЭС, СХК

«Сделать страну и мир чище, светлее, богаче»

Как развивается система обращения с РАО и формируется технологическая основа обращения с ОЯТ с учетом потребностей двухкомпонентной ядерной энергетики

Директор по государственной политике в области РАО, ОЯТ и ВЭ ЯРОО госкорпорации «Росатом» Василий Тинин рассказал «Вестнику атомпрома» о концептуальных основах работы в области бэкэнда и о том, почему даже сложные задачи не являются неразрешимыми.

— Василий Владимирович, завершившийся 2025-й в отрасли назвали «годом решения нерешаемых задач». В контексте работы с опасным ядерным наследием это, скорее, было «десятилетие решения нерешаемых задач». Расскажите, на каком этапе сейчас находятся соответствующие проекты. Что уже удалось реализовать, а что еще предстоит сделать?

— Вы правы: работа с бэкэндом, куда входит и решение проблемы опасного ядерного наследия, — это действительно многолетний системный процесс, требующий комплексного подхода. К сегодняшнему дню в стране сформирована стройная государственная система по обращению с опасными радиоактивными материалами. Российское законодательство в сфере обращения с РАО сегодня — одно из самых жестких в мире, и вся государственная политика в области обращения с отходами строится исходя из приоритета безопасности для людей и окружающей среды. Никаких острых задач и проблемных объектов у нас не осталось. Но мы к этому шли даже не одно десятилетие.

В начале 2000-х ситуация с заключительным этапом жизненного цикла ядерного топлива оценивалась как крайне сложная. Хранилища на площадках АЭС были заполнены до критического уровня в 96%, мощностей по переработке ОЯТ не хватало, отсутствовали централизованные хранилища ОЯТ и РАО. Объем ОЯТ достиг 16 тыс. тонн и ежегодно прирастал в объеме до 600 тонн. Не было мощностей по захоронению твердых отходов, а вопрос жидких был решен лишь частично. Имелось более 2 тыс. ядерно и радиационно опасных объектов — здания научных и производственных предприятий, суда, промышленные уранграфитовые реакторы первых поколений и др.

К такой ситуации привела не столько эпоха становления отрасли, когда в кратчайшие сроки было необходимо реализовать наш оборонный атомный проект,



сколько именно отсутствие системного подхода, механизмов нормативного регулирования. Масштабы наследия не были оценены, объекты не инвентаризованы. Как следствие, не были понятны и финансовые обязательства. Не было достаточного объема мощностей и технологий для обращения с ОЯТ и финальной изоляции РАО. Отсутствовал опыт масштабных работ по выводу из эксплуатации объектов наследия, консервации хранилищ. Не было централизованной системы радиоэкологического мониторинга.

— Тяжело это слышать, но к сегодняшнему дню ситуация, очевидно, изменилась?

В 2023 году в Мурманской области была завершена утилизация плавтехбазы «Лепсе», которая обеспечивала работу первых атомных ледоколов и чье хранилище ОЯТ много лет представляло значительный экологический риск для региона



— Изменилась, и кардинально. Сейчас система выстроена по четким правилам, заключительная стадия жизненного цикла ядерного топлива находится под жестким контролем. Получила развитие Единая государственная система обращения с РАО, формируется технологическая основа обращения с накопленным ОЯТ с учетом потребностей двухкомпонентной энергетики. Активно идет цифровизация и роботизация процессов. Развернута и открыта для получения информации система АСКРО (автоматизированная система контроля радиационной обстановки), количество постов превысило 1150 единиц.

Появился понятный инструмент финансирования — федеральные целевые программы. Самые масштабные программы — «Ядерная и радиационная безопасность» (ФЦП ЯРБ). В рамках первой ФЦП ЯРБ (2008–2015 годы) были решены наиболее острые неотложные проблемы ядерного наследия. В наступившем году исполняется ровно 10 лет, как стартовал второй этап программы (ФЦП ЯРБ-2, 2016–2035 годы). В его рамках мы планомерно переводим объекты ядерного наследия в безопасное состояние, существенно сокращаем объем накопленных ОЯТ и РАО.

Мы приобрели ценные компетенции. В рамках программ были выполнены просто уникальные работы: например, выведены из эксплуатации два промышленных уранграфитовых реактора (ПУГР) в Северске и Железногорске. Значимость этих проектов не только в их беспрецедентной технической сложности, но и в том, что полученный опыт может быть использован дальше.

Подвели черту под многолетним проектом утилизации плавтехбазы «Лепсе» — «самого опасного», как его называли СМИ, судна в мире. Завершили утилизацию всех выведенных из эксплуатации атомных подводных лодок из советского наследия (их более 200).

Ликвидируем пункты временного хранения РАО и параллельно строим надежную инфраструктуру — развиваем мощности по обращению с РАО и систему приповерхностных пунктов финальной изоляции отходов. В конце прошлого года завершилось строительство первых очередей двух новых пунктов в Северске и Озерске.

Развиваем инфраструктуру по долговременному хранению и переработке ОЯТ. Это наш задел на будущее, «месторождения» ценных материалов для энергосистем поколения IV. Расширяем мощности

Цифра

> 200

выведенных из эксплуатации атомных подводных лодок из советского наследия утилизировано

опытно-демонстрационного центра в Железногорске: в прошлом году запустили вторую очередь, где будем отрабатывать технологии для промышленной переработки ОЯТ.

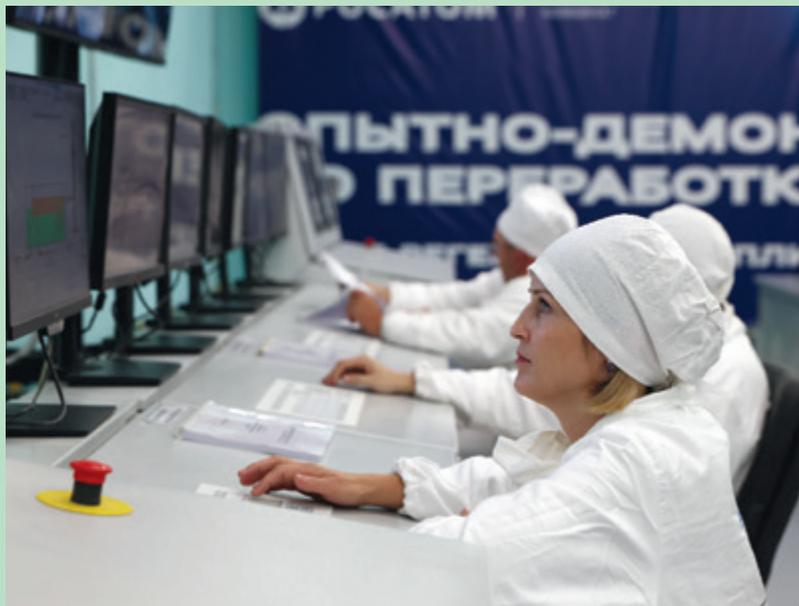
И хотя больше нет «горящих» в экологическом отношении объектов, все выполненное — это примерно четверть объема работ, запланированного до 2035 года, в срок, на который рассчитана ФЦП ЯРБ-2. И именно нарабатанный опыт позволит нам двигаться дальше в хорошем темпе.

— Можно ли надеяться, что ядерное наследие в достаточной мере оценено и не будет прирастать неприятными находками из засекреченного прошлого?

— Мы уже два десятка лет инвентаризируем объекты — 99,99% объектов и мест расположения объектов использования атомной энергии, проектных и непроектных захоронений на сегодняшний момент известны и находятся под нашим контролем. Мы имеем все нужные инструменты: нормативное регулирование, компетенции и инфраструктуру (ФГУП «РАДОН») для оперативного реагирования на случай, если нечто подобное вдруг обнаружится. Отраслевые объекты «Росатома» — под тотальным контролем. Но оставляю долю процента на неизвестность, поскольку нельзя исключать, что в нашей огромной стране найдется что-нибудь еще, ведь ядерное наследие связано не только с хозяйством «Росатома» — радиоактивные источники используют в промышленности (контроль металла), в приборах, в медицине, в учреждениях Минобрнауки, в Министерстве обороны, в «Роскосмосе». Даже в крупных городах на различных территориях изредка находят объекты с радиоактивностью — их после выявления переводят в безопасное состояние. Есть обширные территории Севера, Дальнего Востока — там тоже бывают находки. Например, использовавшиеся для обеспечения навигации радиоизотопные источники электроэнергии (РИТЭГи) на 99,9% учтены и ликвидированы, но как раз в прошлом году на одной из малодоступных сопкок нашли еще один — и оперативно, во взаимодействии с Ростехнадзором и властями вывезли его для переработки. Главное, что абсолютное большинство наследия, практически всё, находится под контролем государства.

— Расскажите, пожалуйста, подробнее, как именно осуществляется государственный контроль и по каким принципам выбирается конкретный сценарий для сложных случаев.

— Госкорпорация — прежде всего федеральный орган исполнительной власти в области обращения с радиоактивными отходами. Нам поручена разработка законодательства и части нормативной документации, создание системы учета и контроля в сфере РАО для всей страны. И РАО, и ОЯТ в большинстве своем сосредоточены в «Росатоме». Причем только для нас обращение с этими видами материалов является основным видом деятельности.



В формировании государственной политики «Росатом» уже сделал решающий вклад. При нашем активном участии создана законодательная база — основа для развития системы учета, контроля и обращения с РАО. Создана система нормативно-правового регулирования, которая более детально говорит, как действовать по тем или иным направлениям. На основании этих документов в эксплуатирующих организациях создаются локальные нормативные акты, которые регулируют распределение ответственности и взаимодействие внутри предприятий. Все это отражается в регламентах и должностных инструкциях: документами зафиксировано, как на каждом конкретном рабочем месте, в производственном помещении обращаться с тем или иным видом материалов, какую технологию применять, в каком порядке. Это многоуровневая работа.

Государственная политика — это прежде всего последовательная логика, которая должна присутствовать и в технологических решениях. В основном для нашей деятельности, согласно федеральному закону № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами...», отходы разделяются на «удаляемые» и «особые». Разница в том, что «особые отходы» безопаснее оставить на месте, обеспечив их надежную изоляцию, чем пытаться их извлечь и перезахоронить. Эта логика совершенно, на мой взгляд, верная и действует при выборе решения, как поступить, например, с графитовой кладкой: она в ряде случаев может относиться именно к «особым, неудаляемым отходам». В случае, если изъять и перезахоронить кладку безопаснее (и это экономически приемлемо), то так и нужно поступить. Это основано не на интересах эксплуатирующей организации, не на «хочу / не хочу» и не на чьем-то личном мнении. В основе решения — проработки ученых, инженеров, представителей эксплуатирующих организаций с оценкой последствий для окружающей среды и населения. Мы принимаем решение что-то захоронить или оставить на месте, переводя в «особые радиоактивные отходы», в том числе исходя из места

На фото

Второй комплекс ОДЦ по переработке ОЯТ на ГХК является промышленным модулем (первый был экспериментальным). Среди его ключевых задач — получение исходных данных и проверка уникального оборудования для проектирования завода по переработке ОЯТ большой мощности

расположения объекта. Например, реакторы военных программ в большинстве случаев не извлекаются, поскольку находятся вдалеке от крупных населенных пунктов, на охраняемой территории. Оставить такие отходы на месте, дополнительно изолировав и обеспечив постоянный мониторинг, безопаснее для окружающей среды и населения.

Еще один критерий — это деньги, которые нужно потратить, чтобы извлечь и где-то окончательно изолировать отходы, переведя в безопасную форму. Эти затраты могут многократно превышать стоимость той многоуровневой системы барьеров, что обеспечивает безопасное хранение на месте на длительную перспективу. У нас есть пункты хранения, в которых накоплены большие объемы активности. Но они лежат компактно и изолированно, в известном месте, в стабильной форме. Если мы решим их перезахоронить еще безопаснее, то нужно построить рядом радиохимический завод, чтобы извлечь и переработать; рядом еще цех для контейнеров и систем защиты; где-то новый пункт хранения. Все это не только будет стоить денег, но и создаст на каждом этапе передела и транспортировки новые риски. В этой логике может быть более правильно, если этот пункт хранения останется — как компактный объект, окруженный многобарьерной защитой, с постоянным мониторингом на протяжении всего периода потенциальной опасности. На мой взгляд, в этом и заключается правильный государственный подход.

Но чтобы принять решение, «особый» это отход или «удаляемый», необходимо обоснование, что так можно сделать. Мы разрабатываем проект, обязательно проходим общественные слушания, моделируем воздействия, доказываем Ростехнадзору нашу позицию, чтобы получить лицензию на эксплуатацию такого объекта. Но вы, конечно же, спросите, как быть с теми отходами, распад которых займет сотни тысяч и миллионы лет...

— И как? Вода камень точит, и на миллион лет никто не поручится.

— Да, но наука развивается. Если раньше невозможно было летать в космос, но полетели; не было базы на Луне, а теперь «Росатом» делает для нее энергетическую установку; не летали на Марс, но и к этому приближаемся шаг за шагом. Длительное хранение — такая же история развития технологий. Объем наших знаний растет. Модели обосновывают работу инженерных решений на тысячелетие, это верифицируется. Хотя атомных объектов с таким возрастом нет, но за 80 лет нашей отраслевой истории мы набрали хорошую статистику, математический аппарат на основании наших знаний может подсказать, правильно ли мы делаем прогнозы. Сейчас на миллион лет прогнозировать нельзя, и нам предписано регулятором осуществлять мониторинг на протяжении того срока, сколько будет существовать объект. По-другому к этому вопросу подходят за рубежом: если доказали регулятору, что законсервировали отходы безопасно, то можете уйти с площадки. Наш

закон по обращению с РАО, сколько бы ни указывали на лучшие зарубежные практики, и наши нормы — в десятки раз жестче. В России выбран жесткий подход государства к созданию нормативной базы, в том числе чтобы закон не пытались обойти.

— С одной стороны, хорошо, что у нас самые жесткие законы, но не обременяет ли это атомную отрасль излишними затратами?

— Безопасности много не бывает. А законодательство — динамичная система. Нормативная база зависит от наших знаний, от развития науки, от опыта эксплуатации. Если новые знания говорят о том, что нормативную базу требуется корректировать (если есть доказательная база), то можно и ослабить нормы (а где-то, наоборот, усилить). Такая работа непрерывно проводится, и в этом балансе мы взаимодействуем с регулятором и общественностью.

— Какова государственная политика в области переработки ОЯТ? И как определяется экономическая целесообразность фракционирования РАО, остающихся после переработки ОЯТ?

— Государственная политика начинается с вопроса, нужно ли перерабатывать ОЯТ вообще, и только потом — как перерабатывать. Далеко не все страны ответили на первую часть вопроса положительно. Большинство стран, имеющих ядерную энергетику, не перерабатывают ОЯТ, а накапливают его, отложив решение проблемы на будущее. За рубежом наиболее продвинутой в части переработки ОЯТ страна — Франция. Активно двигаются в этом направлении Китай и Индия. Остальные сосредоточились на долгосрочном хранении и захоронении.

Россия приняла решение, что перерабатывать ОЯТ надо, и лично я полностью согласен с этим. Даже не как должностное лицо и технолог, а исходя из здравого смысла: облученная сборка, отработавшая кампанию в реакторе, потеряла лишь около 5% ценных компонентов. Исходя из этого, любое хранилище ОЯТ — это огромный энергетический потенциал, который не используется. Чтобы его использовать, топливо нужно переработать. А дальше уже вопрос: до какой степени перерабатывать, какими технологиями мы владеем? На сегодняшний день технология переработки на ПО «Маяк» позволяет нам выделить регенерированный уран и плутоний, а образующиеся отходы перевести в безопасную форму. Уран и плутоний могут быть использованы на 100%.

Что делать с отходами? Здесь, как обычно, битва ученых, инженеров и экономистов. Ценные компоненты в отходах есть, извлекать некоторые из них стоит. Америций, цезий и стронций используются в РИТЭГах, в других направлениях. Частично можно получать из определенных компонентов, того же нептуния, «энергетический» плутоний-238. Что делать с остатками? Одна точка зрения — привести в безопасную форму для финальной изоляции и оставить. Другая — их можно утилизировать в действующих

На четвертом энергоблоке Белоярской АЭС с РУ БН-800 впервые в истории российской атомной энергетики отработывается эксплуатация реактора на быстрых нейтронах с полной загрузкой уранплутониевым топливом



быстрых реакторах. Мы сейчас проводим исследования, насколько такая утилизация может быть экономически целесообразной.

Первичные расчеты показывают, что на длительном периоде сжигать минорные актиниды выгоднее, чем идти по цепочке со строительством пунктов глубокого захоронения, контейнеризации, созданием барьеров, хранением. Чтобы доказать возможность утилизации в быстрых реакторах, мы уже сделали на ГХК америций-нептуниевую сборку и отправили ее в реактор БН-800. Через полтора года получим ответ, эффективно ли прошло дожигание первой партии минорных актинидов. Будем постепенно повышать процент их содержания в сборке и каждый раз будем доказывать регулятору, государству и обществу, что такое дожигание возможно, безопасно и экономически приемлемо.

Следующий шаг — создание жидкосолевого реактора, который потенциально сможет дожигать фракцию минорных актинидов еще более эффективно. Этот реактор, а точнее опытная исследовательская установка, сейчас на стадии проектирования. Перспектива реализации всей технологии — не год и даже не пятилетка. Это новый тип реактора, по сути, отработка технологии. В зрелом виде она будет нужна к 2040-му, и сейчас у нас выстроена планомерная работа, чтобы последовательно прийти к результату.

— Получается, что к результату мы идем несколькими путями сразу? Есть ведь и идея пристанционного топливного цикла?

— Эта идея с размещением на площадках АЭС радиохимических мини-предприятий, безусловно, хороша по своей сути: предполагается, что новые блоки с реакторами на быстрых нейтронах сами переработают свою минорную часть и обеспечат себя новым топливом и т.д. Когда реализуемость локального, пристанционного топливного цикла будет подтверждена технологически и обоснована экономически, это станет действительно прорывным решением. А пока отрасль идет к этому, нужно развивать и параллельные пути, в числе которых и большие радиохимические предприятия, и упомянутый реактор-дожигатель. Тем более что нужно переработать значительный объем уже накопленного ОЯТ, наработать плутоний для стартовой загрузки быстрых реакторов...

Таким образом, все сценарии — хранить ли, дожигать ли в ЖСР или в БН, строить ли большой завод или организовать пристанционную переработку — находятся в развитии и, не дублируя друг друга, эволюционируют. И это хорошо.

Обратите внимание, что практически все идеи, которые мы сегодня развиваем (и быстрый реактор, и жидкосолевого), начали отработывать еще несколько десятилетий назад, но многие из них тогда не получили развития, поскольку не была готова наука и промышленность: нужны конструкционные материалы, приборная база, технологии. Все предложения, которые мы хотим реализовать, соответствуют сегодняшнему уровню науки и техники. Но и нам есть еще над чем работать.



На фото

Проект «Прорыв» госкорпорации «Росатом» нацелен на достижение нового качества ядерной энергетики, разработку, создание и промышленную реализацию замкнутого ЯТЦ на базе быстрых реакторов

Для нас, например, также крайне актуально создание безлюдных производств, с применением робототехники и современных систем управления. Радиохимические технологии очень опасны для человека, но мы знаем, что создать безлюдное производство точно можем. На направлениях по робототехнике и автоматизации есть дефицит и людей, и решений, но именно создание роботизированных производств позволит справиться с кадровой проблемой.

— **Каковы сегодня главные технические «дефициты», которые могут помешать реализации, к примеру, проекта ЖСР к установленным срокам?**

— Нужно смотреть не на директивную дату, а на решение поставленной задачи в логике обоснования безопасности. Новый реактор создается по классической схеме, проходит все жизненные стадии создания. Это материалы конструкции реактора и технология сварки, разработка солевой композиции, разработка топлива, АСУ ТП для управления и т.д. На каждой стадии мы должны регулятору доказывать безопасность. На мой взгляд, есть два ключевых вопроса, определяющих критический путь. Первый — это материал реактора, поскольку солевой

расплав крайне коррозионно опасен. Материал предложен, идет наработка доказательной базы, что этот сплав будет устойчив в жидкосолевой среде. Материаловеды докажут, что смогут его сделать. Мы отправим образцы в реактор, пооблучаем, проведем ряд коррозионных исследований. Второй вопрос — обеспечение отсутствия воды и кислорода, контроля и управления этими факторами во всей окружающей реактор инфраструктуре. Такие НИОКР тоже идут. Все это вместе должно привести к созданию исследовательской реакторной установки, которая докажет, что технология работоспособна. Кстати, есть идея, что такой реактор вообще сможет работать без плутония, используя в качестве делящегося материала только отходы.

ЖСР создают и в других странах — сейчас реализуется более 15 проектов таких реакторов. Но большинство стран идут по ториевому циклу, особенно Китай и Индия, где запасы тория одни из самых богатых. Россия же (как и Франция) идет по другому направлению — создает ЖСР для дожигания опасных миноров.

— **Имеет ли эта работа, не только создание ЖСР, но и вся деятельность по бэкэнду, перспективы для международного сотрудничества, когда политическая обстановка разрядится и время выльечит эмоции?**

— Безусловно, да, поскольку в мире накоплено свыше 360 тыс. тонн ОЯТ. Я думаю, что большинство стран, которые пока просто хранят топливо, тоже придут к мысли о необходимости переработки. «Росатом» — мощный игрок на этом рынке, и у нас есть ряд предложений.

Также для всего мирового сообщества, которое пока пребывает в открытом топливном цикле, актуальна и вторая часть проблемы — образующиеся радиоактивные отходы, вопросы их утилизации. В РФ еще до 2022 года была сформулирована концепция предложения для зарубежного рынка: выделение из ОЯТ короткоживущей фракции, обеспечение сравнительно недорогого хранения в течение 300 лет, а долгоживущие минорные актиниды можно сжечь в реакторах. Поэтому экспортный потенциал у этой технологии точно есть, и нужно двигаться, прорабатывая технологически и экономически решения на своих запасах.

— **Есть ли кадровый дефицит, способный создать сложности для вашей предметной области?**

— Кадров не хватает всем, дефицит везде по стране. Как с этим бороться? У нас есть базовый вуз — МИФИ, также мы работаем с политехническими университетами — оттуда получаем самых различных востребованных отраслью специалистов. Эта работа ведется системно, на уровне госкорпорации.

Мы не предполагаем мгновенного, взрывного тиражирования технологий, поэтому нам точно

Цифра

**> 360 тыс.
тонн ОЯТ**

накоплено в мире

не потребуется завтра 10 тыс. радиохимиков. Другое дело — нам нужно иметь рабочих и инженеров с хорошим базовым инженерным образованием, которые смогут при необходимости доучиться. Наш ОДЦ на Горно-химическом комбинате еженедельно отчитывается о кадровой ситуации, есть и выполняется ежемесячный план на несколько лет вперед по набору и обучению. Там же, в Железногорске, создается научно-образовательный центр, где под задачи отрасли мы будем готовить персонал. Допустим, в политехе ребята получили базу знаний в объеме бакалавриата и согласны работать в нашей отрасли. Они приходят на предприятие, работают, параллельно получают дополнительные знания на базе научно-образовательного центра. Это уже не просто практика, а, по сути, полное вовлечение в коллехтив, получение у действующих сотрудников практических знаний. Этому невозможно научить в вузе, некоторые вещи можно наработать только практикой и опытом. Уже работает радиохимический завод № 235 ПО «Маяк», мы запускаем опытно-демонстрационные центры на СХК и ГХК.

— Мы поговорили о технологиях и перспективах бэкэнда — они впечатляют. Но тема остается крайне неоднозначной в общественном сознании.

— Бэкэнд — сложная тема, причем со всех сторон: не только с технологической, но и с психологической точки зрения. Люди традиционно с большой настороженностью воспринимают формулировки типа «радиоактивные отходы», «захоронение» и т.д.: радиацию по-прежнему считают фактором высокой опасности, не вдаваясь в детали. Между тем радиационный фон окружает нас в повседневной жизни, даже в бытовых условиях. От природы повышенный радиационный фон есть, например, у гранита. И что теперь, в метро не ездить? По гранитным набережным не гулять? Фонить может даже обычная водопроводная вода — из-за радона, природного радионуклида.

Боишься того, чего не знаешь. Многие десятилетия атомные темы были сверхсекретными, закрытыми. При всей сегодняшней политике открытости, бэкэнд никогда не будет полностью понятным для всех, а где непонятно — там домыслы и страхи.

С радиофобией надо работать на всех уровнях, от размещения в СМИ публичных отчетов, от деятельности Общественного совета «Росатома» и подобных институтов до проведения уроков в школах и в детских садах, когда это уместно. Нужно объяснять, что бэкэнд обеспечивает будущее для всей отрасли. Мы очищаем и реабилитируем территории, на которых можно создать новые предприятия или построить дома. Мы возвращаем в энергетику огромные энергетические ресурсы, уменьшаем количество радиоактивных отходов, делаем их безопасными для будущих поколений. Наша деятельность — это возможность объединить в единый технологический ландшафт все те наработки, что накоплены в дивизионах и на предприятиях, чтобы сделать страну и мир чище, светлее, богаче.

В биографии Василия Тинина — два десятилетия работы на СХК и в «ТВЭЛ», то есть в Топливном дивизионе, но предметная область, о которой мы говорим, в настоящее время распределена между целым рядом дивизионов, а если учесть и государственный статус, даже отраслей.

«Вестник атомпрома» спросил у Василия Владимировича, как повлиял на его работу предыдущий опыт и многому ли пришлось доучиваться, придя в госкорпорацию.

— СХК к 2000 году, когда я туда пришел, уже был крупнейшим в мире ядерным предприятием, с реакторами, радиохимией, сублимацией, разделением изотопов, химико-металлургическим заводом. Для полного замыкания, практически статуса самодостаточной отрасли на одной площадке, Северску не хватало только фабрикации, которая есть по соседству, в Новосибирске.

Я начал работу в центральной заводской технологической лаборатории, что дало доступ ко всем технологическим решениям предприятия. Благодаря руководителю, до перехода на производство я успел изучить все направления деятельности комбината — от исходного сырья до отходов (кроме фабрикации топлива). Потом работал в «ТВЭЛ», где изучил также и фабрикацию.

В Экологическом блоке мы занимаемся радиохимией, отходами, выводом из эксплуатации — всем этим занимался и СХК, а также Топливная компания. Эта база знаний мне точно помогла, а не помешала. У меня сложилась не идеальная, но классическая карьера, где предыдущие знания помогают на следующей ступеньке работы, но важно поглощать и осваивать новые знания на каждом этапе. Сперва сложно, потом привычно.

Что касается перехода в Москву, то помогла выстроенная в госкорпорации система кадрового резерва. До назначения, попав в резерв, есть возможность обучиться управленческим компетенциям, коммуникации, переговорам и другим вещам. Хотя я прошел всю эту школу на практике и продолжаю ее проходить. Вокруг много руководителей и коллег — мы учимся друг у друга, плюс важную роль играет также самообучение и самоподготовка.

Текст: Ирина Дорохова

Территории без опасности

«Росатом» приводит в безопасное состояние объекты ядерного наследия в Центральной Азии

«Росатом», обладающий огромным опытом в ликвидации накопленного экологического вреда в России, ведет аналогичные проекты и за рубежом. Так, в Кыргызстане и Таджикистане «Росатом» реабилитирует бывшие уранодобывающие предприятия. Работы по приведению объектов в безопасное состояние ведутся в рамках соответствующих межправительственных соглашений. Также «Росатом» сотрудничает в области вывода из эксплуатации и безопасного обращения с ОЯТ с Беларусью и Казахстаном и разрабатывает концепцию сотрудничества в рамках СНГ.

Общий взгляд

Первый уран в СССР начали добывать в Средней Азии — на территории современных Таджикистана и Кыргызстана. Со временем месторождения истощились, добыча и переработка прекратились, однако не все объекты рудников были приведены в безопасное состояние. Наибольшую опасность представляли хвостохранилища. Чтобы исправить ситуацию, была принята Межгосударственная целевая программа (МЦП) по реабилитации бывших уранодобывающих производств в Кыргызстане и Таджикистане. Межгосударственный совет Евразийского экономического сообщества утвердил ее 5 апреля 2012 года. Реализация программы началась с 1 января 2013 года. Ее цели — снизить риски чрезвычайных ситуаций, связанных с воздействием радиации на окружающую среду, и обеспечить безопасную жизнь местных жителей. Объектами программы стали наиболее опасные хвостохранилища в районе поселков Мин-Куш и Каджи-Сай в Кыргызстане и города Истиклол (до 2012-го — Табашар) в Таджикистане.

Финансирование МЦП составило более 3 млрд рублей. Мероприятия программы выполнялись в два этапа. На первом этапе (2013–2016 годы) специалисты проводили проектно-изыскательские работы, определяли технические решения и объем работ, необходимый для реабилитации, разрабатывали требуемую для производства работ документацию. На втором (2017–2025 годы) — вели запланированные на первом этапе работы, учили специалистов в Кыргызстане и Таджикистане управлению проектами и программами реабилитации, совершенствовали системы экологического мониторинга.

В Кыргызстане

«Росатом» приводит в радиационно безопасное состояние урановые хвостохранилища Кыргызстана с 2017 года. В 2019 году завершена консервация хвостохранилища возле поселка Каджи-Сай. В 2023 году — реабилитация хвостохранилища «Как» и ликвидация хвостохранилища «Талды-Булак» (оба — около поселка Мин-Куш). В августе 2025 года в Мин-Куше завершены ликвидация хвостохранилища «Туюк-Суу» и реабилитация хвостохранилища «Дальнее». Были созданы устойчивые противотрационные барьеры — защитные экраны из чистого грунта, препятствующие миграции радиоактивных веществ, отлажен мониторинг радиационной обстановки.

До 2025 года работы в Кыргызстане шли в рамках МЦП. Параллельно шла подготовка новой, уже двусторонней программы. 26 марта 2024 года Россия и Кыргызстан подписали в Сочи межправительственное соглашение о сотрудничестве при реабилитации территорий, подвергшихся воздействию уранодобывающих и горнорудных производств.

В рамках нового соглашения российская сторона реабилитирует шахты и золоотвалы в поселке Каджи-Сай (Иссык-Кульская область), отвалы пустой породы и шахты в поселке Тоо-Моюн (Ошская область) и горные отвалы и шахты в поселке Кызыл-Джар (Джалал-Абадская область).

Работы на объектах «Тоо-Моюн» и «Кызыл-Джар» завершены в конце 2025 года: выполнена выемка, перевозка и захоронение горных отвалов на специально созданных площадках локализации, затем они были закрыты защитным противотрационным экраном. Параллельно с работами на двух объектах ведутся подготовительные работы на объекте «Каджи-Сай»: в 2025 году была завершена реконструкция водоотводного канала и выемка грунта для формирования чаши хвостохранилища. Работы на «Каджи-Сай» планируется завершить до конца 2026 года.

В Таджикистане

Работы в Таджикистане в рамках МЦП велись на промплощадке рудника Табашар (Согдийская область), где рекультивировали отвал фабрики бедных урановых руд и четыре хвостохранилища. Работы по рекультивации завершены с опережением графика в 2023 году.

Признание

Проект реабилитации Табошара в Таджикистане стал победителем премии Russian Demolition Awards 2024 в номинации «ESG-охрана окружающей среды». Russian Demolition Awards — это ежегодный конкурс, направленный на признание и поощрение профессиональных достижений в области демонтажных работ, реновации и рекультивации объектов. Премия охватывает широкий спектр категорий, включая инновационные технологии, безопасность, экологическую устойчивость и эффективность процессов.

Реабилитационные работы позволили вдвое сократить высоту отвала пустой породы фабрики бедных руд (с 65 до 35 м). Объект укрыли полуметровым защитным экраном из чистого грунта. Также в рамках проекта реконструировали линии электропередачи, демонтировали остатки строительных конструкций, организовали систему водоотведения. В результате радиационный фон на рекультивированных объектах и прилегающих к ним территориях опустился до безопасного уровня. Это подтверждается данным мониторинга Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана и Федеральному медико-биологическому агентству (ФМБА России).

Как и в Кыргызстане, работа по реабилитации бывших урановых объектов в Таджикистане после завершения МЦП продолжилась на двусторонней основе. 17 марта 2025 года подписано соответствующее межправительственное соглашение о сотрудничестве при реабилитации территорий Таджикистана, подвергшихся воздействию уранодобывающих и горнорудных производств. В рамках соглашения планируется реабилитация хвостохранилища «Адрасман» (Согдийская область) и отвалов цеха № 3 рудника Табошар. В настоящий момент идет разработка проектно-сметной документации.

В Беларуси

Зарубежные страны перенимают опыт «Росатома» в реализации экологических проектов. Беларусь начала сотрудничать с госкорпорацией в сфере обращения с радиоактивными отходами (РАО) вскоре после сдачи энергоблока № 1 Белорусской АЭС в эксплуатацию. В феврале 2023 года была создана БелРАО — организация по обращению с радиоактивными отходами. В октябре того же года она подписала соглашение с АО «ТВЭЛ» (Топливный дивизион «Росатома») о сотрудничестве в создании инфраструктуры для финальной изоляции РАО БелАЭС.

«Росатом» изучил потенциально пригодные площадки для сооружения пункта финальной изоляции,

белорусская сторона определяется с выбором. В конце 2025 года была разработана предпроектная документация на объект. Системно ведется повышение квалификации белорусских специалистов и обмен опытом. «Росатом» планирует поддерживать белорусских коллег и на дальнейших этапах становления их национальной системы финальной изоляции РАО и создания соответствующей инфраструктуры», — заявил директор по государственной политике в области РАО, отработавшего ядерного топлива и вывода из эксплуатации ядерно и радиационно опасных объектов (ВЭ ЯРОО) «Росатома» Василий Тинин.

В Казахстане

Аналогичную работу в сфере обращения с РАО «Росатом» ведет и с Казахстаном, где международный консорциум во главе с российской атомной корпорацией планирует построить АЭС большой мощности. В ноябре 2025 года «ТВЭЛ» и Национальный ядерный центр Республики Казахстан заключили меморандум о намерениях научного, технического и коммерческого сотрудничества в сфере обращения с РАО и ВЭ ЯРОО.

Планируется, что российские специалисты помогут разработать национальную стратегию Казахстана по обращению с РАО и подготовить профильных специалистов. Меморандум также предусматривает обмен лучшими техническими и научными практиками по рекультивации радиационно загрязненных территорий и выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии и обращению с РАО, включая захоронение.

В рамках разработки национальной стратегии необходимо привести нормативно-правовую базу в соответствии с международными нормами и правилами, определить объекты и субъекты системы, принципы и условия их взаимодействия, определить ответственность эксплуатирующих организаций и государства, разработать устойчивые финансовые механизмы эффективной работы. «Создание государственной системы обращения с РАО — сложная, но чрезвычайно важная задача», — отметил Василий Тинин и заверил, что «Росатом» готов оказать Казахстану, как и Беларуси, полное содействие в разработке национальной стратегии обращения с РАО.

А также...

«ТВЭЛ», базовая организация государств — членов СНГ по вопросам обращения с отработавшим ядерным топливом, радиоактивными отходами и выводом из эксплуатации ядерно и радиационно опасных объектов, разрабатывает новую концепцию модельного сотрудничества. Предполагается, что она будет утверждена в 2026 году Межпарламентской ассамблеи СНГ. Концепция модельного сотрудничества СНГ предусматривает рекультивацию новых объектов, которые не были ранее профинансированы из других источников.

Текст: Наталья Самойлова

Фото: ФЭО

«Наши экотехнологии способны ответить на самые сложные экологические вызовы»

От «генеральной уборки» территорий к циклическому обороту ресурсов

«Росатом» отвечает за крупнейшие в стране проекты по очистке промышленных территорий и созданию современной системы обращения с отходами I и II классов опасности. Задача госкорпорации — ликвидировать наследие прошлого и построить инфраструктуру, которая позволит перерабатывать отходы и возвращать полезные материалы в производственный цикл. Эти решения становятся основой формирования экономики замкнутого цикла, обеспечивающей устойчивое развитие регионов и страны в целом. Андрей Лебедев, директор направления по реализации государственных и отраслевых программ в сфере экологии госкорпорации «Росатом», рассказал «Вестнику атомпрома» о достигнутых результатах и планах на будущее.

— Андрей Владимирович, экологическое благополучие — одна из целей развития нашей страны, напрямую связанная с социально-экономическим прогрессом государства. Важная часть деятельности «Росатома» — ликвидация объектов накопленного экологического вреда. Каковы основные задачи в этой сфере?

— Учитывая, что госкорпорация «Росатом» имеет многолетний опыт и сформированные компетенции при работе с самыми опасными на планете — радиоактивными — отходами, государство именно нам поручило осуществлять ликвидацию наиболее сложных объектов накопленного вреда окружающей среде, на территории которых никто до нас не смог обеспечить приведение наследия прошлого в экологически безопасное состояние.

Основные, наиболее сложные объекты накопленного экологического вреда, которые ликвидирует «Росатом», представлены в Иркутской (территория Усолья-Сибирского и площадка бывшего ОАО «Байкальский ЦБК») и Ленинградской (полигон токсичных промышленных отходов «Красный Бор») областях.

Кроме того, в горизонте 2026–2030 годов мы реализуем ликвидационные мероприятия еще на ряде



объектов, таких как «зеленые масла» и «кислые гудроны» в Ярославской области, накопитель борогипса в Комсомольске-на-Амуре в Хабаровском крае, фенольный отстойник в Улан-Удэ в Республике Бурятия. Кроме того, мы продолжим работы на исторических территориях России (ДНР, ЛНР, Херсонская и Запорожская области), а также начнем реализацию проектов в Республике Башкортостан («Уфахимпром»), Республике Алтай (Акташское ГМП), Нижегородской области (полигон «Черная дыра»).

Своевременные действия «Росатома» позволили предотвратить экологическую катастрофу на Байкале и заложить основу для долгосрочного решения проблемы отходов БЦБК



Мероприятия по приведению территорий в экологически безопасное состояние реализуем в рамках федерального проекта «Генеральная уборка» национального проекта «Экологическое благополучие». Основные цели этих работ — улучшение условий жизни граждан, проживающих в близлежащих населенных пунктах, снижение антропогенного воздействия на окружающую среду, возвращение в хозяйственный оборот утраченных земель.

В результате восстановления «Росатомом» нарушенных экосистем мы ликвидируем более 30 млн м³ накопленных отходов на территории свыше 2 тыс. га. Таким образом, качество жизни улучшится для более 14 млн человек.

— **Расскажите подробнее о реализуемых проектах: что уже сделано, что предстоит сделать?**

— Начну с небольшого экскурса в прошлое. Мы в течение шести лет (с 2019 года) в рамках нацпроекта «Экология» обеспечивали восстановление территорий Российской Федерации, где находятся наиболее сложные объекты накопленного вреда окружающей среде. Крупнейшие для своего времени предприятия-гиганты фактически были брошены бывшими владельцами, территории находились в состоянии экологического бедствия. И «Росатом» пришел, чтобы, используя накопленный научный и производственный потенциал, обеспечить людям, проживающим на этих территориях, безопасную и комфортную среду.

Предприятие «Усольехимпром» в Усолье-Сибирском с 1936 года осуществляло сброс сточных вод в Ангару, затем в течение многих лет промплощадка превращалась в место экологической катастрофы с огромным содержанием ртути на объекте. В момент нашего прихода на данную территорию там был практически город-призрак, который жил в режиме чрезвычайной ситуации.

Сегодня мы уже завершили демонтаж всех зданий и сооружений на территории промплощадки бывшего «Усольехимпрома». При этом строительный бой перерабатываем и отсыпаем на шламонакопитель (всего перемещено 800 тыс. тонн строительных конструкций), предотвращая пыление отходов в летнее время. Важно подчеркнуть, что, по данным мониторинга, концентрация ртути в атмосферном воздухе Усолья-Сибирского вышла на нормативное значение.

Еще один проект в Иркутской области — Байкальский ЦБК: с 1966 года предприятие занималось производством целлюлозы, причем по самым передовым на то время технологиям. Но близость комбината к Байкалу сформировала для озера и его обитателей серьезную экологическую угрозу. Концентрация загрязняющих веществ в сточных водах комбината, попадающих в уникальную экосистему, превышала нормы в десятки раз.

В результате первоочередных действий «Росатома» была сохранена уникальная экосистема Байкала — объекта, включенного в Список Всемирного



На фото

На полигоне «Красный Бор» создана современная технологическая инфраструктура для переработки жидких и пастообразных отходов. Она включает в себя установку по обезвреживанию жидких отходов с 13 ступенями очистки до разрешенных нормативов

наследия ЮНЕСКО. В настоящее время на территории бывшего цеха очистных сооружений (ЦОС) и на полигоне «Бабхинский» практически завершено создание новой технологической инфраструктуры, которая позволит произвести очистку щелочесодержащей жидкости и надшламовых вод соответственно.

Третий объект — полигон токсичных промышленных отходов «Красный Бор», куда с 1967 года со всего Советского Союза свозили опасные вещества, что обусловило превышение предельно допустимых концентраций опасных веществ. По ряду из них превышение составляло сотни и тысячи раз. Основная проблема: карты-накопители, которые представляют собой глубокие (до 30 м) котлованы, находятся выше водозабора водоканала Санкт-Петербурга, всего в 7,6 км от реки Невы. В случае попадания в нее загрязнителей они могли бы переместиться в акваторию Балтийского моря через Финский залив, создав предпосылки катастрофы международного масштаба.

В 2025 году мы успешно завершили устройство противодиффузионной эшелонированной завесы, которая обеспечит полную изоляцию полигона, исключая попадание загрязняющих веществ с его территории

в окружающую среду. Таким образом, устранена потенциальная угроза здоровью граждан, проживающих вблизи объекта, и заражения сопряженных водных артерий.

Также за прошедшие годы нам удалось создать уникальную технологическую инфраструктуру для обезвреживания жидких и пастообразных отходов открытых карт полигона — ключевого проектного решения ликвидационных мероприятий. В настоящее время осуществляются комплексное опробование оборудования и пусконаладочные работы.

Если говорить о предстоящих задачах на этих объектах, то в 2026 году на полигоне «Красный Бор» после вывода работы оборудования созданной инфраструктуры на устойчивую производительность нам предстоит основной этап переработки (обезвреживания) 340 тыс. м³ отходов, которые находятся в пяти открытых картах.

На БЦБК полностью завершим создание всей инфраструктуры, проведем пусконаладочные работы и приступим к обезвреживанию щелочесодержащего стока на территории ЦОС и надшламовых вод из карт полигона «Бабхинский».

В Усолье-Сибирском планируем осуществить работы по ликвидации основных объектов накопленного вреда окружающей среде (шламонакопитель, полигон ТКО, канализационно-очистные сооружения с комплексом иловых карт, нефтяная линза).

Стоит отметить отдельно, что практически все технологические решения на каждом из объектов разработаны нами при активном участии российской науки (РАН, МГУ, РХТУ, ИРНИТУ и др.).

— **Еще одна важная задача — создание национальной системы управления отходами I и II классов опасности (ОПВК). Все ли получается так, как было задумано? Каковы ближайшие планы?**

— В части создания национальной системы по обращению с ОПВК «Росатом» по поручению президента Российской Федерации № Пр-2066 от 13.10.2017, а также во исполнение указа главы государства № 204 от 07.05.2018 о национальных целях развития нашей страны осуществляет мероприятия в рамках другого федерального проекта — «Экономика замкнутого цикла».

«Единым окном» для более чем 70 тыс. организаций (130 тыс. отходообразователей, транспортировщиков, переработчиков) является цифровая платформа ФГИС ОПВК, которую «Росатом» создал впервые. Весь рынок теперь работает в единой системе, прозрачно и под контролем Федерального экологического оператора. (Подробнее о функционировании цифровой платформы читайте в материале на стр. 20.)

При этом работа по оптимизации всех процессов продолжается: в 2025 году приняты решения о проведении

Цифры

В 2025 году портфель реализуемых госкорпорацией проектов в сфере приведения в экологически безопасное состояние территорий и экосистем составил **14 объектов в 20 регионах** (это более 30 млн м³ накопленных отходов).

Подробности

В рамках завершившегося нацпроекта «Экология» за период 2018–2024 годов в части создания национальной системы по обращению с ОПVK «Росатом» достиг следующих результатов:

- сформировано новое базовое регулирование отрасли;
- введен и функционирует институт федерального оператора (функции возложены на ФГУП «ФЭО»);
- обеспечена работа участников рынка в федеральной государственной информационной системе учета и контроля за обращением с отходами I–II классов опасности;
- создана базовая инфраструктура обращения с ОПVK.

профилактических визитов к отходообразователям-юристам (это более 260 организаций), а также о разработке и скорейшем принятии законопроекта, который определит порядок верификации и контроля данных с участием федерального оператора.

Необходимо отметить, что в настоящее время наше государство идет по эволюционному процессу цифрового развития и отрасль обращения с опасными отходами — не исключение. Перед нами стоит вызов при помощи цифровых инструментов обеспечить «обеление» рынка — вывод из серой зоны опасных отходов, которые наносят существенный вред окружающей среде. Мы активно развиваем наш модуль ФГИС ОПVK, который позволит повысить качество и достоверность данных о рынке, поступающих из разных государственных информационных источников.

Мы продолжаем развитие системы обращения с отходами I–II классов опасности: к введенным в опытно-промышленную эксплуатацию в 2024 году

производственно-техническим комплексам (ПТК) «Горный» в Саратовской области и «Щучье» в Курганской области в декабре завершившегося года присоединился ПТК «Западная Сибирь», расположенный в Томской области. В настоящее время предприятия осуществляют отладку производственных процессов до нормативных показателей.

Наши объекты уникальны, до настоящего момента подобные высокотехнологичные производства с использованием отечественных технологий для обезвреживания и утилизации столь широкого спектра отходов в стране не создавались. Учитывая отсутствие опыта эксплуатации подобных технологических комплексов, проведение опытно-промышленной эксплуатации позволяет до начала полномасштабного производства отработать технологические процессы (цепочки) на реальных средах для получения конечных продуктов, соответствующих техническим требованиям и условиям. Качество и безопасность у «Росатома» в приоритете: на окружающую среду и людей, проживающих вблизи объектов, не должно оказываться никакого негативного воздействия.

В 2026 году мы планируем в семью экотехнопарков по обращению с опасными отходами включить еще два высокотехнологичных центра: ПТК «Марадыковский» в Кировской области и ПТК «Камбарка» в Удмуртской Республике.

— Каковы прикладные решения в сфере переработки отходов высших классов опасности? Насколько выгодно извлекать полезные продукты из переработанных отходов?

— В экономике замкнутого цикла отходы от одного из производств или проектов могут стать качественным сырьем для другого. И «Росатом» в своей деятельности стремится обязательно придерживаться данного принципа. То, что мы берем у планеты, надо возвращать. Новый порядок позволит получать из отходов полезные вещества и использовать их повторно, не отнимая у природы необходимые ресурсы.

В обращении с опасными отходами яркий пример — это создание производственного комплексного цикла от добычи природных ресурсов до возврата полезных элементов в хозоборот. Так, госкорпорация на гига-фабриках в Калининградской и Московской областях производит накопители энергии, которые затем находят применение в том числе на электротранспорте. После утраты потребительских качеств отслужившие свой век литийионные аккумуляторы должны быть переработаны, а полученное в результате вторичное сырье передано для нужд промышленности.

С этой целью мы в Нижегородской области создаем экотехнопарк по переработке химических источников тока. В результате утилизации отходов можно получать медь, алюминий, железо, пластик и концентрат (так называемую черную массу), содержащий литий и другие редкоземельные металлы. При этом мы пошли дальше и в настоящее время прорабатываем

Цифра

**до 232 тыс.
тонн**

отходов ежегодно смогут суммарно обезвреживать и утилизировать создаваемые экотехнопарки «Росатома» (при необходимости мощности могут быть увеличены в зависимости от потребностей рынка)

На фото

ПТК «Горный» в Саратовской области. При переработке отходов I и II классов обеспечивается высокий уровень безопасности благодаря многоуровневым системам защиты и экологического мониторинга. Для оснащения завода разработаны отечественные технологические решения, соответствующие лучшим мировым стандартам



с институтом «Гиредмет» новую технологию получения из черной массы необходимых полезных веществ.

Еще один технологический центр, который будет обеспечивать специализированную функцию, — ПТК «Восток» в Иркутской области. Мы создаем его на месте бывшего предприятия «Усольехимпром», о котором я подробно говорил выше. Главной задачей усольского экотехнопарка будет демеркуризация ртутьсодержащих отходов, образованных в первую очередь именно на данной территории. В результате полученная в ходе утилизации ртуть также может быть использована повторно для нужд промышленности.

Если говорить о поиске новых решений в сфере обращения с опасными отходами, то отмечу также нашу работу в направлении водоочистки и водоподготовки. Указом президента РФ от 27 мая 2024 года определена национальная цель — сокращение вдвое сброса неочищенных сточных вод в водные объекты уже к 2036 году. Для ее достижения «Росатом» в лице компании «Росатом Экологический интегратор» формирует комплекс взаимосвязанных мероприятий эффективного управления водными ресурсами — от внедрения современных технологий очистки сточных вод до цифровых решений в области контроля и своевременной фиксации источника загрязнений водных объектов.

Прежде всего, мы используем технологии замкнутого оборотного цикла использования воды, который также широко применяется на наших АЭС. Кроме того, внедряем технологии глубокой биоочистки сточной воды от трудноудаляемых органических соединений при минимальных размерах сооружений. Данный подход

мы уже используем при ликвидационных работах на БЦБК. Также к компетенциям «Росатома» можно отнести возвращение в оборот органических отходов от очистки русел рек путем дноуглубительных работ и в перспективе — очистку воды от иловых осадков.

Важно, что мы также видим запросы коллег из агропромышленного комплекса, водного и жилищно-коммунального хозяйств, строительной отрасли и других направлений. Поэтому начали работать с органическими отходами (побочной продукцией животноводства, пищевыми отходами на полигонах ТКО, иловыми отложениями, золошлаками, биогазом и др.). Их утилизация (компостирование) и обезвреживание позволяют нам выходить за рамки отрасли и при реализации технологий водоочистки производить удобрения, мелиоранты и техногрунт.

Мы готовы в кооперации с российскими учеными участвовать в разработке уникальных технологических

Цифра

~ 1 трлн руб.

потенциальный объем рынка
биоэкономики в Российской Федерации
на ближайшие 10 лет

решений и их выводе на рынок для нужд различных отраслей промышленности.

— Развивается ли международное сотрудничество в сфере экологических проектов?

— Современные экологические вызовы в нашем стремительно меняющемся мире сегодня невозможно решать без международной кооперации. Поэтому работе с зарубежным сообществом мы уделяем самое пристальное внимание.

Продолжаем реализацию мероприятий Концепции сотрудничества государств — участников СНГ в области обращения с опасными отходами и ликвидации объектов накопленного вреда окружающей среде. ФГУП «ФЭО», как базовая организация по обращению с опасными отходами и ликвидации объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, выступает центром компетенций среди экспертов стран-участниц. В частности, Комиссия государств — участников СНГ по мирному атому одобрила предложенную инициативу по созданию межгосударственной программы для решения системной проблемы накопления непригодных пестицидов.

Ведем многолетний партнерский диалог с Республикой Беларусь: в рамках программы Союзного государства вырабатываем комплексное решение в сфере охраны окружающей среды от загрязнения непригодными пестицидами. В частности, ключевым инструментом данного направления стал проект Союзного государства по разработке мобильного комплекса обезвреживания на Городокском захоронении в Витебской области. Кроме того, реализуем совместные проекты по созданию объекта обезвреживания опасных отходов и инновационным технологиям в сфере охраны водных ресурсов. Например, в 2025 году осуществлен проект по непрерывному мониторингу качества поверхностных вод автономным бумом на реке Днепр.

Значительно расширили диалог с коллегами из Центральной Азии, в частности с Кыргызстаном, где Федеральный экологический оператор ранее проводил технологический аудит завода «Кристалл». В завершившемся году получено одобрение комплексного подхода к приведению данной территории в экологически безопасное состояние. *(Подробнее о развитии проектов со странами СНГ читайте на стр. 22.)*

ФГУП «ФЭО» и АО «Росатом Экологический интегратор» подписали трехстороннее соглашение о сотрудничестве в сфере экологии с Вьетнамской академией наук и технологий. Ключевые направления взаимодействия — создание единой системы обращения с отходами, технологические решения в области циркулярной экономики для органических отходов и промышленных стоков, включая водооборотные циклы.

— Реализация экологических проектов в регионах предусматривает их социальное развитие.

«В экономике замкнутого цикла отходы от одного из производств или проектов могут стать качественным сырьем для другого. То, что мы берем у планеты, надо возвращать. Новый порядок позволит получать из отходов полезные вещества и использовать их повторно, не отнимая у природы необходимые ресурсы».

Какие примеры такого взаимодействия вы можете привести?

— На территориях присутствия мы замечаем искренний интерес к нашей деятельности со стороны общественных, научно-экспертных организаций и местного сообщества, в том числе молодежи. Поэтому мы активно взаимодействуем с образовательными и исследовательскими институтами. Мы привлекаем к решению стоящих перед нами задач молодых ученых, инженеров, технологов, а также будущих молодых экологов.

С 2020 года госкорпорация «Росатом» реализует образовательный проект «Менделеевские классы», который сегодня объединяет более 370 учеников 8–11-х классов. Ежегодно эта цифра растет: в 2025 году их ряды пополнили 99 школьников. Лучшие проектные работы менделеевцы отрабатывают на практике в рамках Менделеевских экспедиций. За годы реализации проекта мы уже посетили уникальные уголки Байкала, Финского залива, Южного Урала, Камчатки и Заполярья. Развитие навыков научно-исследовательской и проектной работы — это часть большой мозаики бесшовного профобразования (школа — вуз — предприятие), а также ценностной экоориентации молодого поколения. *(Подробнее о Менделеевских экспедициях читайте на стр. 54.)*

Для определения приоритетных направлений научно-технологического развития в сфере охраны окружающей среды, разработки и внедрения комплексных научно-технических программ, связанных с вопросами обеспечения экологической безопасности в области утилизации и переработки промышленных отходов на создаваемых в регионах России экотехнопарках, по нашей инициативе создан Федеральный научно-образовательный консорциум «Передовые ЭкоТехнологии», объединяющий ряд профильных организаций, вузов в регионах и федеральном центре.

На наш взгляд, именно такие коммуникации на уровне федерального центра и регионов позволяют повысить качество жизни людей и их экологическое благополучие.

Текст: Ирина Дорохова

Прозрачные отходы

Цифровой контур: как функционирует ФГИС ОПВК

Федеральный экологический оператор по обращению с отходами I и II классов опасности (ФГУП «ФЭО») является оператором федеральной государственной информационной системы учета и контроля за обращением с отходами I и II классов опасности — ФГИС ОПВК. Система наращивала функционал и число участников, и теперь это полноценный и понятный инструмент взаимодействия в этом сегменте.

Предыстория

Долгое время отходами, которые относятся к I и II классам опасности, в России занимались мало, перерабатывали преимущественно аккумуляторы. Образовывались стихийные свалки, иногда они возникали даже в жилых зонах. К концу 2010-х годов созрело понимание, что ситуацию необходимо менять.

Чтобы улучшить управление в данной сфере, был учрежден институт федерального оператора по обращению с отходами I и II классов опасности. В соответствии с федеральным законом № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» задачами федерального оператора являются сбор, транспортирование, обработка, утилизация и обезвреживание отходов I и II классов опасности самостоятельно или с привлечением операторов по обращению с такими отходами.

С 1 марта 2022 года федеральный оператор, которым назначено предприятие госкорпорации «Росатом» — ФГУП «ФЭО», приступил к выполнению задач. Учет и контроль отходов, а также взаимодействие с участниками рынка ФГУП «ФЭО» осуществляется посредством цифровой платформы ФГИС ОПВК.

Возможности и особенности ФГИС ОПВК

Основная цель ФГИС ОПВК — учет и контроль всего жизненного цикла отходов I и II классов опасности. ФГИС ОПВК позволяет ее участникам централизованно вести договорную работу, контролировать потоки движения отходов от источника их образования до места обработки, обезвреживания, утилизации или размещения, выстраивать эффективную логистику, способствовать моделированию оптимального размещения инфраструктуры.

В системе работают отходообразователи, операторы по транспортированию и переработке отходов, организации, осуществляющие обращение с отходами I и II классов опасности, принятыми от физических лиц, федеральный оператор и регулятор — Росприроднадзор.

ФГИС ОПВК интегрирована с информационными системами «Госуслуги», «Налог-3» и ГЛОНАСС. Интеграция позволяет упростить работу пользователей и обеспечивает автоматическую верификацию данных.

Активность пользователей ФГИС ОПВК

Период	Количество пользователей	Количество юридических лиц
2022 г.	59 034	34 500
2023 г.	92 247	50 651
2024 г.	116 311	62 354
2025 г.	134 731	70 522

Справка

Федеральный классификатор причисляет к I и II классам более 480 видов отходов. Среди них — свинецсодержащие (аккумуляторы, электрокабели), ртутьсодержащие отходы (люминесцентные лампы, шламы, шлаки, приборы и катализаторы), отработавшие химические источники тока (батарейки и аккумуляторы), органические горючие отходы химических и нефтехимических производств, водные неорганические отходы (растворы кислот и щелочей, гальваношламы).

Отходообразователи регистрируются в системе, проходя идентификацию и аутентификацию с использованием федеральной государственной информационной системы «ЕСИА». В разделе «Мои данные» вносятся и подтверждаются реквизиты организации. В разделе «Мои места накопления» — сведения по отходам и паспорта на каждый их вид. Факт образования отходов фиксируется в «Журнале образования ОПВК». В системе заключаются договоры на оказание услуг и подаются заявки на обращение с отходами в соответствующих разделах.

С начала осуществления деятельности до конца 2025 года федеральным оператором обеспечена безопасная переработка более 90% поступивших отходов I и II классов опасности.

За четыре года работы в системе появились возможности, которых не было при ее запуске. Многие технические изменения были инициированы отходообразователями. Так, реализована возможность направления обращений в системе и получения ответов на них, внедрена система уведомлений о смене статусов объектов, обеспечено подписание объектов с использованием машиночитаемой доверенности и многое другое. С целью учета отходов, образованных у физических лиц, внесены соответствующие изменения в законодательство Российской Федерации и разработана публичная карта пунктов приема таких отходов.

Жители России могут найти на публичной карте пункт приема отходов I и II классов (например, использованных батареек), расположенный вблизи дома или работы, и сдать отходы на переработку.

Кроме того, запущен портал fgisopvk.ru, где размещены «шпаргалки» для пользователей системы. Там же — чат-бот, отвечающий на типовые вопросы, и форма для записи на ежемесячные обучающие мероприятия.

Не только учет

ФГИС ОПВК — это один из инструментов, позволяющий выстроить эффективную и прозрачную систему обращения с отходами I и II классов. Одновременно с обеспечением учета и контроля госкорпорацией «Росатом» создается современная высокотехнологичная инфраструктура для утилизации и обезвреживания таких отходов в семи регионах страны.

В опытно-промышленную эксплуатацию уже введены производственно-технические комплексы «Горный», «Щучье», «Западная Сибирь» в Саратовской, Курганской и Томской областях. Еще два — в Кировской области и Удмуртии — будут введены в опытно-промышленную эксплуатацию в этом году.

Централизованная и контролируемая переработка отходов I и II классов минимизирует попадание вредных веществ в почву, воду и воздух, снижая риск загрязнения и негативного воздействия на экосистему.



Наталья Кривенко

Заместитель генерального директора по регулированию сферы обращения с ОПВК ФГУП «ФЭО»:

— Учитывая высокую общественную значимость, вопросы обращения с отходами I и II классов нашли свое место в Указе Президента Российской Федерации №309 от 07.05.2024 года «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». Являясь надежным и ответственным партнером государства, госкорпорация «Росатом» проводит комплексное реформирование этой сферы — от учета и контроля всего жизненного цикла отходов I и II классов в режиме реального времени до их безопасной и эффективной утилизации в масштабах всей Российской Федерации. На сегодняшний день можно с уверенностью сказать, что нам удалось оцифровать этот рынок. Вместе с тем в составе национального проекта «Экологическое благополучие» совместно с органами власти и бизнесом мы продолжаем работу по совершенствованию системы обращения с отходами I и II классов, в том числе в части верификации и повышения качества данных.

> 88 тыс.

договоров заключено с отходообразователями

> 400

обучающих вебинаров проведено по работе в личном кабинете

> 260 тыс.

обращений пользователей приняла и отработала служба техподдержки

Текст: Кирилл Быстров

Фото: ФЭО

Пространство сотрудничества

Совместная работа в сфере экологии со странами СНГ

Федеральный экологический оператор (ФГУП «ФЭО») работает с отходами I и II классов опасности не только в России, но и помогает в этом странам СНГ, имея статус базовой организации государств — участников СНГ в области обращения с опасными отходами и ликвидации объектов накопленного вреда окружающей среде.

О координации усилий в сфере обращения с опасными отходами страны СНГ договорились в мае 2024 года, когда главами правительств стран СНГ была подписана Концепция сотрудничества в области обращения с опасными отходами и ликвидации объектов накопленного вреда окружающей среде. Главные цели этих усилий — обеспечить безопасное обращение с опасными отходами, минимизировать риски для людей и окружающей среды и предотвратить усугубление проблемы. Ввиду отсутствия у стран — участниц СНГ специализированной инфраструктуры для обращения с опасными отходами, нехватки квалифицированных специалистов и инвестиций, на уровне правительств было принято решение о наделении ФГУП «ФЭО» полномочиями по гармонизации данной отрасли.

Решением Экономического совета СНГ в ноябре 2024 года в Москве ФГУП «ФЭО» было утверждено базовой организацией государств — участников СНГ в области обращения с опасными отходами и ликвидации объектов накопленного вреда окружающей среде.

Ближайшие задачи ФГУП «ФЭО» в странах СНГ в роли базовой организации — проведение гармонизации юридической базы обращения с опасными отходами, изучение кадрового резерва отрасли, исследование перспектив масштабирования и унифицирования инфраструктуры обращения с отходами. С этой целью был проведен сбор данных посредством опросных листов со стран-участниц.

Проекты в Беларуси и Кыргызстане

Одной из важнейших задач совместной работы является решение проблемы с непригодными пестицидами.

Из-за отсутствия единой системы учета и мониторинга сложно достоверно сказать, сколько непригодных пестицидов накоплено в странах СНГ: по экспертным оценкам, их общий объем превышает 65 тыс. тонн.

Значительная часть этих запасов хранится с советских времен. Зброшенные полигоны практически не охраняются и создают экологические и санитарно-эпидемиологические риски.

Для решения одной из основных проблем обращения с непригодными пестицидами ФГУП «ФЭО» и Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь подготовили совместное предложение о разработке проекта программы Союзного государства (Российской Федерации и Республики Беларусь) на тему «Разработка комплексного решения по охране окружающей среды от загрязнения непригодными пестицидами, включая создание технологии обезвреживания и опытной установки с апробацией при ликвидации Городокского захоронения». По оценкам специалистов, объем захоронения пестицидов составляет 411,5 тонны. Оно потенциально опасно для жителей Витебской области в Беларуси, Смоленской и Псковской областей в России. Срок выполнения проекта — 2026–2028 годы. Совместное предложение было согласовано заинтересованными ведомствами России и Беларуси.

В программу будет включен комплекс природоохранных мероприятий по ликвидации захоронений непригодных пестицидов в Союзном государстве. В частности, планируется разработать методологические,

Справка

Непригодные пестициды — это пестициды, которые нельзя больше использовать по назначению. К ним относятся препараты, запрещенные к применению в связи с выявленным негативным воздействием на здоровье людей, животных и/или растений, с измененными физико-химическими и потребительскими свойствами, хранящиеся в смеси с другими материалами и/или веществами. Они устойчивы к биологическому разложению и естественному распаду, способны накапливаться, распространяться по воздуху, воде и через миграцию животных на большие расстояния. Период их распада — несколько десятков лет.

Представители «Росатома» приняли участие в круглом столе, состоявшемся в Государственной думе, на тему «Пестициды и экология: как обеспечить безопасность?» (июль 2025 г.)



методические и технические основы экологически безопасной ликвидации захоронений непригодных пестицидов, создать технологию обезвреживания непригодных пестицидов и опытную установку с последующей апробацией на содержимом Городокского захоронения. Также в планах — создание комплекса для производственного экологического контроля, способного определять стойкие органические загрязнители.

В Кыргызстане ФГУП «ФЭО» работает над проектом ликвидации накопленного экологического вреда на предприятии ОАО «Кристалл». Это бывший завод по производству поликремния в городе Таш-Кумыр Джалал-Абадской области. Специалисты ФГУП «ФЭО» провели выездной технический аудит, в рамках которого выполнили инвентаризацию емкостного парка и обследование технологического оборудования. По результатам было установлено, что имеются емкости с подтвержденным наличием или высокой вероятностью наличия остатков опасных хлорсодержащих веществ — трихлорсилана и тетрахлорида кремния. По оценке специалистов Федерального экологического оператора, технологические емкости из-за

длительного простоя находятся в состоянии износа и естественного старения. Это создает риски их разрушения и разгерметизации. В случае выброса в атмосферу хлорсодержащих компонентов зона возможного химического поражения может затронуть южную часть территории города Таш-Кумыр. Также были изучены фондовые данные из заводского архива. В январе 2025 года по итогам аудита был подготовлен и утвержден представителями министерств Кыргызстана аналитический отчет.

Затем определили первоочередные противоаварийные мероприятия. Подписан договор на выполнение работ по приведению в безопасное экологическое состояние технологических емкостей. Специалисты ФГУП «ФЭО» предложили разделить работы на два этапа. Первый этап — емкости приведут в устойчивое и безопасное состояние: в контролируемых условиях выполнят вскрытие, выравнивание давления, а также очистку и нейтрализацию отводимых газов с применением специальных систем улавливания и обезвреживания. Второй этап предусматривает извлечение отходов и их безопасное удаление с последующим обезвреживанием.

Выполнение Федеральным экологическим оператором международных проектов по ликвидации опасных химических производств в странах СНГ позволит к 2030 году реабилитировать территории заброшенных химических предприятий и обеспечить переработку опасных отходов на территории стран-участниц. Создание устойчивой системы управления непригодными пестицидами будет способствовать развитию сельского хозяйства в странах СНГ и охране

окружающей среды в долгосрочной перспективе.

«Обладая уникальным опытом в сферах обращения с опасными отходами, ликвидации накопленного экологического вреда и внедрения цифровых решений, «Росатом» готов тиражировать компетенции и подходы за рубежом и совместно с партнерами разрабатывать эффективные инструменты для экологической модернизации и устойчивого разви-

тия. Мы ведем работу с зарубежными партнерами, в том числе по формированию нормативно-правовой базы, развитию инфраструктуры совместной научно-исследовательской деятельности в области обращения с отходами и реабилитации промышленно загрязненных территорий», — подчеркивает директор направления по реализации государственных и отраслевых программ в сфере экологии госкорпорации «Росатом» Андрей Лебедев.

Восстановление природного «капитала»

Отходы как ресурс: от линейной экономики — к циклической

«Вестник атомпрома» попросил экспертов рассказать нашим читателям, в чем суть концепции экономики замкнутого цикла и промышленного симбиоза, каков между-

народный опыт в области формирования такой модели, что сдерживает ее широкое внедрение и что нужно для преодоления этих препятствий.

«Ядерная энергетика является потенциально высокоциркулярной отраслью, особенно с развитием новых технологий»



Светлана Жура

Профессор кафедры экономики НИТУ «МИСИС», доктор экономических наук

Экономика замкнутого цикла — это новая парадигма, противопоставленная традиционной линейной модели «взял — произвел — выбросил». Считается, что термины «экономика замкнутого цикла» и «циркулярная экономика» — это тождественные понятия, я с этим согласна, но первый термин все же более отвечает реалиям, поскольку в России действует федеральный проект именно с таким названием — «Экономика замкнутого цикла» (как часть национального проекта «Экологическое благополучие»), реализация которого планируется до 31 декабря 2030 года.

Экономика замкнутого цикла (ЭЗЦ) имеет ряд принципиальных особенностей, которые отличают ее от экономики в обычном понимании. Прежде всего это отказ от отходов. Это означает, что в ЭЗЦ отходы — это ресурсы, которые могут быть использованы в производстве. Для экономики России это одна из первоочередных задач, учитывая увеличение объема производственных и потребительских отходов.

Важной отличительной особенностью ЭЗЦ является переход на так называемый принцип замыкания материальных потоков, который реализуется через стратегии 3R (расширенные до 6R — 10R) и требует создания продуктов с учетом их долговечности, ремонта, пригодности, разборки и последующей переработки, минимизации использования первичных материалов и энергии, возврата материалов в производственный цикл после использования продукта и т.д.

В западных странах активно развивается сервисная экономика, подразумевающая переход от владения к использованию функций (например, освещение как услуга вместо продажи лампочек). В России тоже есть

удачные примеры сервисной экономики, такие как услуги заказа такси и каршеринга, где клиент платит за пользование транспортом, а не за его покупку, доставка продуктов и готовой еды, где сервис берет на себя логистику, сборку заказов и другие операционные задачи. Таких примеров много, тот же «Сбер» трансформировался из банка в технологическую экосистему, где многие продукты представлены как услуги.

Важной чертой ЭЗЦ является использование возобновляемых источников энергии. Атомная энергетика в силу своей специфики относится больше к альтернативной энергетике, но обладает несомненными преимуществами перед традиционными источниками. В числе таких преимуществ низкий углеродный след, поскольку производство ядерной энергии не приводит к прямым выбросам углерода в отличие от потребления ископаемого топлива, и низкий физический след, поскольку АЭС вырабатывают больше энергии на квадратный метр площади, чем любой другой возобновляемый ресурс, что позволяет отнести ее к экологически устойчивым видам генерации.

В то же время переход к циркулярной экономике — все-таки сложный системный сдвиг, который сталкивается с барьерами на всех уровнях. Прежде всего это экономические и финансовые барьеры. В настоящее время существующая инфраструктура, инвестиции и цепочки поставок заточены под линейную экономику, и их перестройка требует огромных капиталовложений. Есть проблемы и со стоимостью сырья. Цены на первичное сырье часто не отражают реальную экологическую стоимость (загрязнение, истощение), но переработанные материалы могут быть дороже

Справка

Стратегии R — это иерархия приоритетов в экономике замкнутого цикла. Чем выше «буква» в списке, тем меньше ресурсов тратится на переделку и тем эффективнее система.

Классическая модель 3R (Reduce — сокращение отходов, использование меньшего количества сырья и энергии при производстве продукта; Reuse — повторное использование, Recycle — рециклинг) была сфокусирована на обращении с отходами.

Расширенные концепции (6R — 10R), куда входят в том числе Refuse — отказ от лишней упаковки или лишних товаров; Rethink — переосмысление, то есть более интенсивное использование продукта (шеринг-платформы); Repair — ремонт; Refurbish — обновление, то есть модернизация старого продукта и т.д., смещают фокус на этап проектирования и продления жизни товара.

первичных из-за сложности сбора и логистики. Проекты по ЭЗЦ требуют долгосрочных инвестиций с отсроченной отдачей, что отпугивает инвесторов.

Существуют технологические и инфраструктурные барьеры, такие как неразвитые системы сбора, сортировки, логистики и переработки отходов, особенно для сложных товаров, многие современные продукты являются композитами (смесями материалов), что делает их крайне трудными для разборки и качественной переработки, здесь также требуются инновационные технологии.

Несмотря на наличие нормативно-правовой базы, можно констатировать ряд проблем, связанных необходимостью ее доработки. Как экономист, считаю, что необходимо расширять налоговые льготы для циркулярного бизнеса, что стимулирует развитие ЭЗЦ.

Нельзя обойти и проблему социальных и культурных барьеров. У бизнеса, госслужащих и населения часто нет необходимой осведомленности о принципах и возможностях циркулярной экономики, поэтому неслучайно во многих университетах вводят новые, востребованные временем дисциплины, в частности, в своем вузе я веду дисциплину, которая так и называется — «Экономика замкнутого цикла», где студентам предлагается по-другому смотреть на происходящие процессы в производстве (да и в повседневной жизни) и обосновывать решения комплексно, опираясь и на экономические, и на экологические требования.

Проблем действительно много, но я бы сказала, что основные препятствия носят системный характер,

поскольку это не просто отдельные трудности, а глубокая институциональная и экономическая «запертость» в линейной модели. Преодоление этих барьеров требует скоординированных действий государства (через регулирование и стимулы), бизнеса (через инновации и новые модели) и общества (через изменение потребительских привычек).

Хотелось бы поговорить о ядерной энергетике, которая занимает сложное и неоднозначное место в ЭЗЦ. Ее можно рассматривать одновременно как мощный инструмент для достижения целей ЭЗЦ и как отрасль, которая сама должна стать более циркулярной.

Как я уже отмечала выше, ключевой характеристикой ЭЗЦ является использование ВИЭ. Ядерная энергия, будучи низкоуглеродной и работающей 24/7, обеспечивает стабильную энергию для энергоемких циркулярных процессов: переплавки металлов, переработки пластиков, производства цемента и т.д. То есть она работает там, где прерывистость солнца и ветра может быть проблемой, и способствует декарбонизации промышленности. Современные атомные станции работают 60–80 лет, производя огромное количество энергии с относительно малой материалоемкостью (небольшой объем топлива при огромной энергоотдаче), что соответствует принципу интенсивного использования активов.

Сейчас активно обсуждаются вопросы и ведутся исследования по переработке отработавшего ядерного топлива. Замыкание ядерного топливного цикла решит проблему сырья для атомной энергетики на тысячелетия вперед. Это сокращает потребность в добыче природного урана и уменьшает объем отходов.

В то же время существует ряд проблем для интеграции ядерной энергетики в ЭЗЦ. Одной из важнейших является проблема радиоактивных отходов. Это

На фото

Инновационное РЕМИКС-топливо проходит опытно-промышленную эксплуатацию на Балаковской АЭС. В нем используется смесь регенерированного урана и плутония, полученная из отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР





На фото

Главной задачей Белоярской АЭС в 2026 году станет подготовка к началу сооружения энергоблока №5. Он станет первым в мире серийным энергоблоком поколения IV с реактором БН-1200М и обеспечит развитие чистой и безопасной атомной энергетики будущего

главный вызов. Пока в мире не решен вопрос с окончательным захоронением высокоактивных долгоживущих отходов. Хотя технологии есть, в частности геологические хранилища, как финское «Онкало», расположенное в нескольких километрах от АЭС «Олкилуото». Проект «Онкало» призван решить проблему утилизации радиоактивных материалов, которые сохраняют опасность на протяжении тысячелетий. Отходы будут храниться на глубине свыше 400 м под землей на протяжении 100 тыс. лет.

Как препятствие интеграции ядерной энергетики в ЭЗЦ можно отметить высокий объем капитальных затрат и длительные сроки строительства. Это противоречит идее быстрой и гибкой перестройки экономики, хотя в долгосрочной перспективе окупается. Вывод из эксплуатации самой АЭС после окончания срока службы — также длительный и дорогой процесс, требующий специальных технологий обращения с радиоактивными конструкциями. В данном случае, по-видимому, требуется применять принцип ЭЗЦ «дизайн для разборки», который подразумевает изначальную проектировку объектов с учетом будущего демонтажа.

Существуют и проблемы общественного восприятия. Риски аварий и проблема отходов атомной энергетики вызывают настороженность общества. На мой

взгляд, следует проводить разъяснительную работу с населением, возможно, даже через разъяснение принципов ЭЗЦ, показывая достоинства данной экономики и для общества. Акценты можно делать на возможностях новых технологий, например строительстве атомных станций малой мощности, малые модульные реакторы для которых собирают на заводе и доставляют на площадку будущей станции практически готовыми. Такие станции строятся быстрее и стоят меньше, чем обычные АЭС, компактны и, что очень важно, как и большие АЭС, работают без выброса парниковых газов в атмосферу. Их можно размещать рядом с промышленными кластерами, обеспечивая их чистой энергией и теплом. Или энергосистемы поколения IV, которые позволяют превращать ядерную энергетику в возобновляемую за счет замыкания ядерного топливного цикла.

Подводя итог, мне бы хотелось отметить, что за циркулярной экономикой будущее, на основе ее принципов развиваются и будут развиваться практически все отрасли. Ядерная энергетика является потенциально высокоциркулярной отраслью, особенно с развитием новых технологий. Она является мощным инструментом-катализатором для декарбонизации всей экономики и перехода других отраслей на циклические принципы

«Широкомасштабное внедрение замкнутых производственных циклов потребует изменения институциональных механизмов и устойчивого финансирования»

Экономика замкнутого цикла рассматривается как системная альтернатива линейной модели «добыча — производство — потребление — отходы». В ее основе лежат продление жизненного цикла продукции, повторное использование, экодизайн, ремонт и замыкание материальных потоков. Основные барьеры, на мой взгляд, связаны с технологической сложностью переработки смешанных материалов, более высокой стоимостью вторичного сырья по сравнению с первичным, а также с недостатком значимых стимулов для трансформации бизнес-моделей. Помимо этого, внедрение принципов экономики замкнутого цикла зачастую требует пересмотра текущих производственных процессов, что является трудозатратным для предприятий.

Современные научные исследования и международные практики ясно показывают, что эффективный переход к экономике замкнутого цикла требует системного подхода, где изменения в производстве и бизнес-моделях являются фундаментальными, а поведение населения важным, но вторичным элементом. Это не означает, что сортировка бытовых отходов бесполезна: она важна, но ее вклад в общую экологическую эффективность напрямую зависит от наличия инфраструктуры переработки. Сортировка бытового мусора предназначена для выделения фракций вторичных материалов. Однако без наличия функционирующей цепочки переработки эти отсортированные фракции могут не превратиться в качественное вторичное сырье и фактически могут быть захоронены. Такая ситуация снижает ожидаемый экологический эффект сортировки: количественно улучшаются показатели сбора, но качественно ресурсный цикл не замыкается.

Промышленный симбиоз, то есть процесс передачи отходов одного производства в качестве сырья для другого, позволяет предприятиям получать прямую выгоду за счет совместного использования ресурсов и побочных продуктов. Один из классических примеров — экосистема промышленного симбиоза в датском Калуннборге: сеть из частного энергетического комплекса, нефтеперерабатывающего завода, фармацевтических и других предприятий, где тепло, вода и побочные продукты одного производства становятся сырьем для других. Так, избыточное тепло угольной ТЭС используется для отопления домов и рыбной фермы, ил с которой затем продается как удобрение. Пар с электростанции продается также производителю фармацевтических препаратов и ферментов и нефтеперерабатывающему заводу, а образующийся побочный продукт от электростанции, содержащий гипс, продается заводу по производству гипсокартона.

Кроме Калуннборга, в мире есть и другие примеры промышленных симбиотических систем. Великобритания, Швеция, Нидерланды и Япония являются флагманами в развитии экономической модели промышленного симбиоза и успешно реализуют экоиנדустриальные парки, где отходы одного предприятия используются в качестве ресурсов для соседних производств.

В России был реализован международный проект «Балтийский промышленный симбиоз» (Baltic Industrial Symbiosis) в рамках программы «Интеррег. Регион Балтийского моря». Проект реализовывался с сентября 2018-го по декабрь 2021 года. Этот проект работал с участием российских предприятий, проводил скрининг компаний, формировал симбиотические цепочки обмена ресурсами и популяризировал концепцию промышленного симбиоза на практике. После активного периода 2019–2021 годов в области пилотных проектов рост активности заметно снизился. Хотя конкретные проекты не были официально закрыты, часть инициатив так и осталась на уровне планов или концепций, что требует дополнительной институциональной и финансовой поддержки для массового внедрения. Таким образом, промышленный симбиоз в России прошел стадию инициации и первых пилотных проектов, сформированы методические подходы и частично развиваются локальные экосистемы. Однако широкомасштабное внедрение замкнутых производственных циклов остается задачей будущего, требующей институциональных механизмов, цифровых инструментов и устойчивого финансирования.



Алина Иванюк

Руководитель группы устойчивого развития IBS

На фото

В датском Калуннборге тепло, вода и побочные продукты одного производства становятся ресурсами для других предприятий



«Потенциал для повышения циркулярности сосредоточен в промышленном секторе и строительстве»



Елена Пастухова

Руководитель проектов компании Strategy Partners

Глобальные исследования показывают относительно высокий уровень сбора бытовых отходов (около 80%), при этом лишь 15% от общего объема реально возвращаются в цикл¹. В России, по данным Российского экологического оператора, в 2025 году сортировалось 57,2%, а перерабатывалось 14% ТКО. Иными словами, на текущий момент вопросы эффективности существующих систем переработки ТКО играют большее значение, нежели развитие практик их сбора.

Однако ТКО — это лишь малая часть отходов, которые потенциально могут быть использованы в качестве вторсырья.

Согласно отчету The Circularity Gap Report 2025, 93,6% глобального потенциала для повышения циркулярности сосредоточено в промышленном секторе и строительстве, в том числе:

- строительные и сносные отходы — 49,6% (только 22% из них перерабатывается);
- промышленные отходы — 44% (металлолом, шламы, химические отходы, обрезки²), из них только 41% возвращается в экономику;
- твердые коммунальные отходы (бытовые) — всего 3,8%;
- специальные отходы (медицинские, опасные, электронные) — 2,6%.

Экологические привычки населения важны и имеют образовательную ценность, однако приоритетом должны быть системные изменения в бизнес-моделях и государственной политике.

Этот подход подтверждается стратегическими решениями на государственном уровне. Агентство стратегических инициатив (АСИ) и Группа «РОСНАНО» по поручению президента России приступили к реализации пилотных проектов по рекультивации ранее нарушенных разработкой месторождений и переработке техногенных образований (ТГО) с извлечением из них полезных и ценных компонентов, включая редкие и редкоземельные металлы (РЗМ). Отмечается, что 80% накопленных отходов

в России поддаются переработке, что превращает их в ценный источник сырья, прибыль от реализации которого может быть направлена на восстановление территорий. Рыночный эквивалент стоимости находящихся в ТГО ценных компонентов превышает один триллион рублей.

В настоящее время нет стран, которые полностью и успешно завершили реализацию стратегии масштабного перехода от линейной модели к циклической на уровне всей национальной экономики. Наиболее развитые практики сосредоточены в Северной и Западной Европе, особенно в Нидерландах, Германии, Финляндии и Швеции, а также в таких странах Азии, как Япония и Южная Корея.

Нидерланды являются мировым лидером и планируют создать полностью функционирующую циркулярную экономику к 2050 году. Страна реализует амбициозную программу Netherlands Circular in 2050, официально запущенную в октябре 2016 года. Принятые меры позволили добиться в 2023 году³ переработки 78%⁴ всех отходов и захоронения на свалках только 1,4% отходов⁵. Оставшаяся часть (около 20,6%) приходится на другие методы обработки, включая сжигание с рекуперацией энергии.

Опыт Нидерландов особенно интересен с точки зрения работы со строительными и промышленными отходами. С 1 апреля 1997 года в стране был введен полный запрет на захоронение перерабатываемых строительных и сносных отходов, который стал катализатором развития индустрии переработки. В результате Нидерланды достигли впечатляющего уровня переработки строительных отходов (более 95% в 2020 году)⁶, что является одним из самых высоких показателей в мире. Большая часть переработанных материалов используется в дорожном строительстве и инфраструктурных проектах. В отличие от многих стран, где строительные отходы составляют основную массу свалок, в Нидерландах этот поток практически полностью вовлечен в экономический оборот.

¹ Отчет The Circularity Gap Report 2025, по данным на 2021 год, более свежие данные по глобальным отходам не публикуются.

² Остатки материалов, которые образуются в процессе производства при раскрое, резке или механической обработке исходного сырья (например, дерево, бумага, текстиль, пластик и др.).

³ Официальная статистика по управлению отходами публикуется Центральным бюро статистики Нидерландов (CBS) с задержкой в один-два года.

⁴ Integral Circular Economy Report 2023: Assessment for the Netherlands. — April, 2023. — URL: https://www.pbl.nl/uploads/default/downloads/2023-pbl-integral-circular-economy-report-2023-assessment-for-the-netherlands_5109_0.pdf.

⁵ Netherlands Total Treatment: Disposal: Landfill. — URL: <https://www.ceicdata.com/en/netherlands/environmental-municipal-waste-treatment-oecd-member-annual-total-treatment-disposal-landfill>.

⁶ Upgrading construction and demolition waste management from downcycling to recycling in the Netherlands // Journal of Cleaner Production. — Vol. 266, 1 September 2020. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620317650#:~:text=In%20the%20Netherlands%2C%20the%20recycling,of%20CDW%20is%20constantly%20increasing.>

На иллюстрации

«Росатом Сервис» (входит в Электроэнергетический дивизион) стал лауреатом премии «Вершина» с проектом «Создание инфраструктуры экономики замкнутого цикла на основе биогазовой технологии»



В системе управления промышленными отходами Нидерландов реализован принцип расширенной ответственности производителя (EPR) следующих категорий товаров: автомобильные шины, бумага и картон, плоское стекло. Производители несут ответственность за жизненный цикл своей продукции, включая этап утилизации. При этом правительство создало благоприятные экономические условия: системы налогообложения, стимулирующие использование вторичных материалов; штрафы за захоронение и сжигание отходов; финансовые механизмы для инвестиций в переработку; стандартизация и сертификация вторичных материалов. В России Расширенная ответственность производителей (РОП) вступила в силу в 2024 году и пока скорее рассматривается как отдельный механизм для сбора средств и выполнения формальных экологических требований, без полноценной интеграции в общую стратегию развития циклической экономики.

Для промышленных отходов в Нидерландах действует дифференцированная система сбора и переработки: опасные отходы перерабатываются на специализированных предприятиях; металлы и пластмассы рециркулируются; органические отходы используются для производства биогаза и компоста.

Таким образом, создание работающей системы переработки небытовых отходов требует комплексного подхода, включающего жесткое законодательство с четкими запретами (например, запрет на захоронение строительных отходов), долгосрочную стратегию с измеримыми целями, экономические стимулы для бизнеса через внедрение системы расширенной ответственности производителя, развитую инфраструктуру переработки и рециклинга, а также эффективную систему мониторинга с прозрачной отчетностью для контроля результатов и обеспечения ответственности всех участников процесса.

«Изменение динамики перехода к ЭЗЦ будет возможно только при комплексном подходе»

В широком смысле экономика замкнутого цикла нацелена на повышение эффективности использования ресурсов и снижение нагрузки на окружающую среду.

Три ключевых принципа экономики замкнутого цикла включают (1) стремление исключить негативное воздействие на экосистему и минимизацию отходов, (2) замыкание цепочки жизненного цикла продукта и его составляющих, (3) восстановление природного «капитала». Реализация этого подхода начинается с дизайна продуктов и систем по принципу cradle-to-cradle (или замкнутого цикла производства «от колыбели до колыбели») и рассматривает все отходы процесса как потенциальные вторичные ресурсы. Это является альтернативой классическому линейному подходу «бери — производи — выбрасывай».

Переходя к практической реализации, стоит отметить, что системное внедрение принципов ЭЗЦ пока не повсеместно. Например, всего менее 7% из более 100 млрд тонн ежегодно добываемого сырья в мире используется повторно. Причем при расширении мощностей переработки этот показатель только уменьшается в последние годы ввиду продолжающегося кратного роста потребления материальных ресурсов. Ключевыми барьерами для формирования ЭЗЦ являются технологические ограничения, вопросы экономической эффективности, разобщенность цепочек поставок, инфраструктурные и институциональные ограничения.

Например, процессы переработки алюминия и стали демонстрируют системные ограничения даже для



Виктория Трифонова

Старший аналитик аналитического центра «Яков и Партнеры»

технологически отработанных процессов. Глобальный коэффициент возврата металла не превышает 70–85%, часть материалов безвозвратно теряется в виде рассеянных примесей, коррозии или захороненных продуктов. Даже при 100-процентном сборе и переработке растущий глобальный спрос на металлы требует постоянной подпитки первичным сырьем. Таким образом, рециклинг замедляет темпы роста потребности в первичном сырье, в том числе благодаря промышленному симбиозу, использующему вторичные материалы, но не отменяет этой потребности, так как физически не может компенсировать увеличение материального фонда экономики.

Ограничения масштабов переработки касаются большинства материальных потоков в той или иной степени. Доля переработанной электроники в мире не превышает 22%, пластика — менее 10%, что иллюстрирует глубину системных барьеров, выходящих за рамки только технологий. При этом переработка — только одна составляющая концепции ЭЗЦ. Изменение динамики будет возможно только при комплексном подходе, учитывающем потребности в сырье и энергии от этапа дизайна до утилизации, что затрагивает большое число отраслей экономики, бизнеса, регуляторов и самих потребителей. Важно учитывать разницу между управлением отходами (для точечных и целевых отраслей) и трансформацией бизнес-моделей в целом.

На данный момент порядка 75 стран уже внедрили национальные стратегии или дорожные планы, направленные на развитие ЭЗЦ, причем на долю европейских стран приходится 70% всех инструментов. В качестве одного из барьеров внедрения практик ЭЗЦ на мировом уровне все чаще упоминается ограниченность национальными стратегиями и отсутствие единых стандартов при разрозненности глобальных цепочек поставок. Как ответ на этот вызов появляется все больше региональных объединений и стратегий, например для Африки (African Circular Economy Alliance) или стран ASEAN (Framework for Circular Economy for the ASEAN Economic Community).

На этом фоне выделяется ряд стран-фронтраннеров, которые имеют количественные цели достижения

ЭЗЦ и уже успели пройти определенный путь проб и ошибок.

Китай реализует стратегию ЭЗЦ в рамках пятилетних планов, где, помимо целевых уровней переработки и ресурсоэффективности, планирует создать национальную систему рециклинга и наращивать оборот этой отрасли до более \$700 млрд. При этом страна делает ставку на национальные отрасли-чемпионы (батареи, технологии, автопром) и стимулирует усилия в ключевых зонах, таких как городские агломерации и промышленные парки.

Япония еще с начала 2000-х годов вводит на национальном уровне закон о содействии созданию общества с циркулярной экономикой. Пятилетние планы реализации этой стратегии также включают цели как для бытового потребления, так и для бизнеса. Нидерланды, в свою очередь, являются одним из лидеров по доле вовлечения в экономику вторичных ресурсов (27–29%). К 2050 году страна планирует достигнуть полной цикличности, уделяя большое внимание рациональному потреблению, высокотехнологичной переработке и инновациям.

Общий системный признак фронтраннеров — переход от управления отходами к проактивному проектированию цикличности через координацию промышленной, инновационной и экологической политики на национальном уровне. Все это происходит на фоне своеобразного сдвига культуры потребления среди населения, информированности и экономической мотивации для бизнеса. В этом плане показателен пример Японии, которая считается основоположником концепции Lean (бережливое производство), предшествующей концепциям устойчивого развития и ЭЗЦ.

Если говорить о промышленном симбиозе, то он позволяет предприятиям превращать отходы и побочные продукты в сырье для соседних производств. Это снижает затраты на закупку материалов и утилизацию отходов, оптимизирует логистику и создает новые источники дохода при наличии спроса.

Основной стимул для таких обменов — создание общей инфраструктуры (трубопроводы, энергосети) и правовых условий, упрощающих сделки с вторичным сырьем. Портовые зоны являются яркими примерами подобных процессов, где задействована не только промышленность, но и городская среда.

Например, порт Антверпен-Брюгге во Фландрии функционирует как хаб циркулярной экономики, где предприятия химического кластера образуют замкнутые цепочки. Так, один завод передает побочный пар соседнему для отопления, а CO₂, улавливаемый на производствах, поставляется партнерам для изготовления топлива или химикатов. В то же время в порту Брюсселя действует модель городской синергии: порт обрабатывает строительные отходы и металлолом города, возвращая переработанные материалы (например, цемент) в строительный сектор.

Цифра

~ 75 стран

уже внедрили национальные стратегии или дорожные карты, направленные на развитие ЭЗЦ, причем на долю европейских стран приходится 70% всех инструментов

Федеральный проект «Экономика замкнутого цикла» направлен на достижение национальной цели «Экологическое благополучие», определенной указом президента Российской Федерации №309 от 07.05.2024 г.

Целевые задачи и показатели, характеризующие достижение национальной цели:

- формирование экономики замкнутого цикла, обеспечивающей к 2030 году сортировку 100% объема ежегодно образуемых твердых коммунальных отходов (ТКО), захоронение не более 50% таких отходов и вовлечение в хозяйственный оборот не менее 25% отходов производства и потребления в качестве вторичных ресурсов и сырья;
- утилизация и обезвреживание к 2036 году не менее 50% общего объема отходов I и II классов опасности.

Руководитель федерального проекта «Экономика замкнутого цикла», заме-

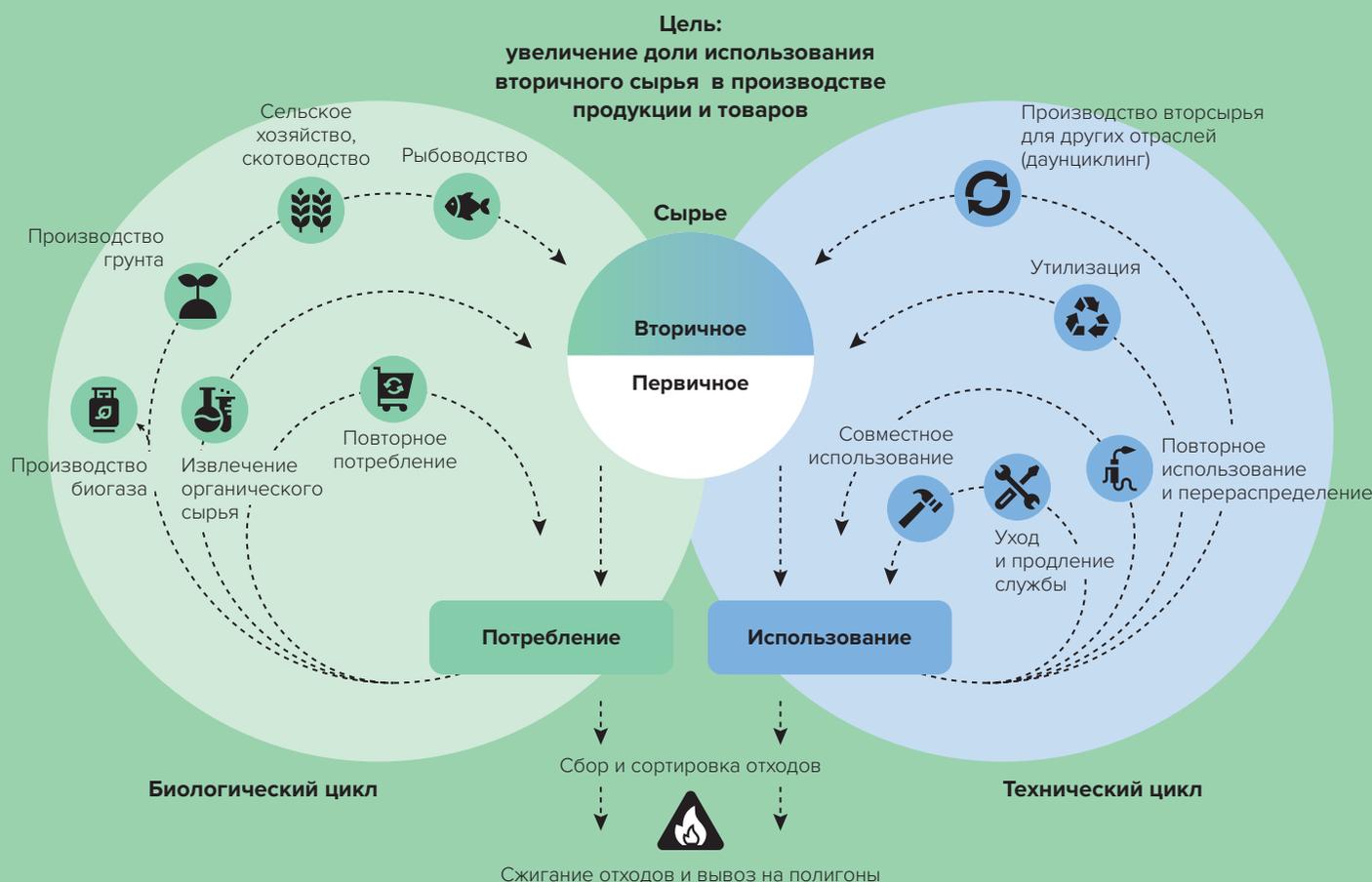
ститель министра природных ресурсов и экологии РФ Денис Буцаев в интервью платформе ИНФРАГРИН в конце 2025 года обозначил следующие показатели реализации проекта: «Индекс использования вторичных ресурсов должен вырасти с 0% в 2021 году до 32% к 2030 году. Доля утилизируемых видов упаковки должна увеличиться с 38 до 85%. Это означает, что каждая третья тонна сырья в экономике через пять лет будет вторичной: уровень высокий, но траектория движения к нему вполне реальная, и она опирается на систему мер. Установлены конкретные отраслевые цели вовлечения вторсырья в хозяйственный оборот: 34% — в промышленности, 40% — в строительстве и 50% — в сельском хозяйстве. Для сравнения: в прошлом году доля вторичных материалов в промышленности составила 15%, в строительстве — 13%, в сельском хозяйстве — 25%. Это показывает, что движение идет в правильном направлении. Реалистичность этих показателей обе-

спечивается разработкой правовой базы, применением экономических стимулов и созданием производственной инфраструктуры».

Формирование экономики замкнутого цикла направлено в первую очередь на возврат в хозяйственный оборот полезных компонентов, которые можно извлечь из отходов производства и потребления. При такой экономической модели максимальное количество отходов должно превращаться во вторсырье — перерабатываться и использоваться повторно. Это одна из главных мер, позволяющих сократить производство отходов, снизить рост полигонов и свалок в стране, сохранить природные ресурсы. Переход к экономике замкнутого цикла возможен только при объединении усилий бизнеса, населения, активистов и всех уровней государственной власти, а также внедрении инновационных подходов и изменении отношения к потреблению ресурсов.

Как должна работать экономика замкнутого цикла в России

Источник: РЭО



Формирование ЭЗЦ позволит сократить производство отходов, снизить рост полигонов и свалок в стране, сохранить природные ресурсы.

Текст: Алексей Комольцев

Фото: «Научная Россия», Unsplash.com / Jeremy Bishop, Hans Jurgen, Willian Vasconcellos, «Ледокол знаний» / Анастасия Беляева

Александр Макаров, директор Арктического и антарктического научно-исследовательского института:

«Результат нашей работы важен для каждого человека, живущего на планете»



Александр Макаров

Директор ААНИИ

Арктический и антарктический научно-исследовательский институт (ААНИИ) — это ведущий научный центр по изучению полярных областей Земли, наследник Северной научно-промышленной экспедиции (СНПЭ), организованной в марте 1920 года. В 1994 году институту присвоен статус государственного научного центра Российской Федерации. Александр Макаров, директор ААНИИ, рассказал «Вестнику атомпрома» о деятельности и задачах института, в том числе о работе, важной для развития Северного пути и Арктической зоны России.

— Александр Сергеевич, ваш институт более 100 лет работает в полярных регионах. Какие направления сегодня являются наиболее актуальными в аспекте активизации хозяйственной деятельности в Арктической зоне?

— Наука и фундаментальные исследования неизменно остаются главным приоритетом Арктического и антарктического научно-исследовательского института. Каждый день наши полярники и ученые получают уникальные данные о природной среде полярных регионов, которые используются не только в России, но и за рубежом — в Европе, США и других странах. Результаты нашей работы пользуются доверием и уважением в профессиональной среде по всему миру.

Но также на регулярной основе мы обеспечиваем научное сопровождение работы российского бизнеса и крупных государственных проектов в Арктике. Обрабатываем колоссальный объем гидрометеорологической информации, важной для разных отраслей, предоставляем прогнозы ледовой обстановки для безопасного и эффективного судоходства в арктических морях. Метеоданные с научных стационаров, научно-экспедиционных судов, дрейфующей станции учитываются при составлении прогнозов погоды, которыми мы все пользуемся каждый день.

— Какие аспекты антропогенных и общеклиматических изменений в Арктике способны изменить бизнес-планы по работе в регионе?

— Факторов много. Потепление действительно оказывает существенное влияние на бизнес-процессы работающих в Арктике компаний. Изменения ледового покрова и температур меняют сроки и условия навигации, усложняют составление прогноза ледовых условий, заставляя бизнес быть более гибким в логистике и планировании. Недооценка происходящих изменений может увеличивать риски для судоходства и добычи, а таяние вечной мерзлоты требует дополнительных мер для укрепления инфраструктуры, возможно, изменения строительных нормативов.

Очевидно, что текущая климатическая ситуация требует пересмотра традиционных подходов к хозяйственной деятельности. Мы же, как научный институт, обеспечиваем необходимую поддержку для бизнеса и государства, чтобы они могли ориентироваться на надежные данные и принимать обоснованные решения.

Отличный пример — система государственного фонового мониторинга состояния многолетней мерзлоты. Работа над ее созданием ведется нашими специалистами с 2022 года. Сеть будет охватывать всю криолитозону на территории России и позволит получать данные о текущем состоянии мерзлых грунтов. Данные также необходимы для прогнозирования ее эволюции — возможных изменений во времени и в различных регионах. Они уже аккумулируются и анализируются в Центре мониторинга состояния многолетней мерзлоты ААНИИ.

— Это важнейшая задача, таяние мерзлоты несет большие потери.

— Колоссальные! Есть разные оценки, но речь идет о триллионах рублей. По оценкам Минприроды и Минвостокразвития, деградация вечной мерзлоты и экстремальные явления могут обойтись экономике в 5–7 трлн рублей. В зоне риска жилье и промышленные здания, сооружения, линейные объекты — ЛЭП, железные дороги и автомобильные трассы, трубопроводы.

Для бизнеса это означает рост расходов на защиту объектов, перебои в добыче углеводородов, увеличение рисков аварий и простоев в работе. Для



государства — необходимость вложений в мониторинг и адаптационные меры, чтобы предотвратить социальные и экономические катастрофы в регионе. Задачу института в этом контексте мы видим в том, чтобы обеспечить арктические регионы данными, которые позволят им если не нивелировать, то хотя бы сократить ущерб.

— **Как развивается сеть наблюдательных пунктов государственной сети контроля мерзлоты, которую разворачивает ААНИИ?**

— Около 60% системы уже развернуто, скважины установлены на территории 12 субъектов Российской Федерации. По спутниковой связи данные поступают в наш аналитический центр, и, думаю, уже в ближайшее время они будут доступны всем заинтересованным организациям.

Задача системы государственного фонового мониторинга состояния многолетней мерзлоты — показывать общую картину состояния криолитозоны на всей территории России, способствовать прогнозированию изменений в грунтах, что так важно для Арктики. Подчеркну, наши ученые не просто собирают

данные, они формируют основу для принятия решений, снижающих риски и экономические потери при строительстве и эксплуатации объектов на вечномёрзлых грунтах. Это важнейший инструмент поддержки устойчивого развития Арктической зоны в условиях быстро меняющегося климата и растущей хозяйственной активности.

В общей сложности система будет включать 140 пунктов, разбросанных по всей территории залегания мерзлых грунтов в стране. Это минимально необходимое количество, в перспективе система может развиваться. Возможным направлением ее развития может быть взаимодействие с бизнес-сообществом, у которого есть собственные корпоративные сети мониторинга. Это прежде всего крупные компании нефтегазового сектора, работающие в Арктической зоне, — «Норникель», «Газпром нефть» и другие. Также могут подключиться регионы, самостоятельно развивающие подобные системы. Это позволит расширить географию и увеличить плотность покрытия сети. У нас есть успешный опыт совместных проектов по мониторингу состояния мерзлоты как с добывающими компаниями, так и с регионами. Надеюсь, он будет расширяться.



По принципу государственного контроля сегодня необходимо организовать экологический мониторинг акватории Северного морского пути. На это хочу обратить отдельное внимание. Объем грузоперевозок в морях Российской Арктики увеличивается и с годами, очевидно, будет нарастать. Крайне важно уже сейчас внимательно следить за состоянием экосистемы акваторий наших северных морей. Наблюдения должны носить комплексный и регулярный характер. Возросший экологический контроль будет стимулировать бизнес адаптировать проекты к высоким стандартам устойчивого развития.

— Уже есть успешные примеры экологического мониторинга Северного морского пути?

— Ни одна из существующих сегодня систем не учитывает всей специфики Арктической зоны, не охватывает в должной мере параметры и объекты природной среды в акватории Севморпути. Главное — нет возможности собрать сведения в одном месте. Отдельная программа экомониторинга под государственным контролем станет непревзойтым и всеобъемлющим источником реальной информации о ситуации на трассе СМП и будет способствовать выполнению стратегических целей.

— Институт много занимается прогнозированием ледовой обстановки для навигационного обеспечения российских и не только российских судоводителей. Возможно ли минимизировать факторы, связанные с наличием льда, благодаря строительству усиленного ледокольного флота?

— Строительство и модернизация арктического флота, включая суда класса Arc7 и выше, безусловно, повышают надежность и безопасность судоходства. Однако ледоколы не способны полностью нивелировать риски ледовой обстановки: они лишь расширяют навигационные окна. Это только часть комплексной системы. Без ледовых экспертов, без регулярных натурных исследований в высокоширотной Арктике обойтись не получится. Прогнозы ледовой обстановки, информационная поддержка судоводителей и оперативное сопровождение ледоколами должны работать в комплексе.

Прогнозные оценки состояния морского льда с использованием имеющихся на сегодня методов позволяют заключить, что ледовые условия на трассах СМП к середине века будут более легкими, чем в настоящее время, в период летней навигации. Сезонного исчезновения ледяного покрова в Северном Ледовитом океане не произойдет. Даже в самый «легкий» год акватория арктических морей будет свободна ото льда только с августа по октябрь.

За последнее десятилетие полное очищение всей трассы СМП наблюдалось только один раз — в 2020 году. Подобные ситуации мы наблюдаем с конца 90-х годов с регулярностью примерно раз в 10 лет. В остальных случаях на отдельных локальных участках трассы сохранялись сложные ледовые условия. И эта тенденция устойчива.

Мы наблюдаем, как потепление влияет на ледовую обстановку. В осенний период начала наблюдаться

тенденция очень быстрого замерзания акватории, море полностью покрывается молодыми льдами буквально за три недели. Получается, что даже на начальном этапе ледообразования, несмотря на небольшие толщины льда, без помощи ледоколов судоводителям не обойтись.

Нас ждет переход на устойчивую и регулярную круглогодичную навигацию. Это стратегически важная государственная задача. И тут без мощных судов ледового класса в ближайшие несколько десятилетий пока не обойтись, несмотря ни на какие климатические изменения.

— С учетом задач института для обеспечения научной и прикладной деятельности необходима качественная материально-техническая база, молодые кадры, стабильное финансирование. Что нужно улучшить или всего в достатке?

— Всегда можно больше и лучше. Всегда есть вопросы, требующие дополнительного финансирования. Оборудование, программное обеспечение — всегда хочется лучше: сегодня технологии развиваются очень быстро, и все время на рынке появляется нечто новое, более современное и эффективное. По некоторым крупным проектам мы ждем выделения финансирования, чтоб начать важные работы. Некоторые задачи решаем в инициативном порядке.

Но если объективно взглянуть на ситуацию, в полярной науке Россия зачастую опережает другие государства. Без преувеличения могу сказать, что мы сегодня во многом формируем тренды. Россия — единственная страна, которая проводит регулярные и полномасштабные научные исследования в высокоширотной Арктике в годовом цикле. Мы проводим изучение всех компонентов природной среды буквально от дна Северного Ледовитого океана, через всю толщу воды, лед, атмосферу, вплоть до стратосферы — ближнего космоса. В 2022 году мы завершили строительство уникальной ледостойкой платформы «Северный полюс», которая стала в буквальном смысле филиалом нашего института в Центральной Арктике. Это настоящая плавучая обсерватория, оснащенная современным оборудованием, лабораториями и штатом высококлассных ученых, которые в комфортных и безопасных условиях могут делать свою работу — получать и сразу же обрабатывать данные о состоянии природной среды Арктики. Судно отправляется в рейс примерно на 20 месяцев. Затем возвращается на три-четыре месяца для техобслуживания, пополнения запасов топлива и провизии и снова отправляется в Арктику. Отработанный нами формат не имеет аналогов. За нашим опытом внимательно наблюдают коллеги со всего мира.

Год назад мы ввели в эксплуатацию новый зимовочный комплекс на антарктической станции «Восток» — в самой холодной и труднодоступной точке планеты. Станция находится на геомагнитном полюсе, ее иногда называют аналогом будущей долговременной обитаемой базы на Луне. Из-за низких

«Если объективно взглянуть на ситуацию, в полярной науке Россия зачастую опережает другие государства. Без преувеличения могу сказать, что мы сегодня во многом формируем тренды. Россия — единственная страна, которая проводит регулярные и полномасштабные научные исследования в высокоширотной Арктике в годовом цикле. Мы проводим изучение всех компонентов природной среды буквально от дна Северного Ледовитого океана, через всю толщу воды, лед, атмосферу, вплоть до стратосферы — ближнего космоса».

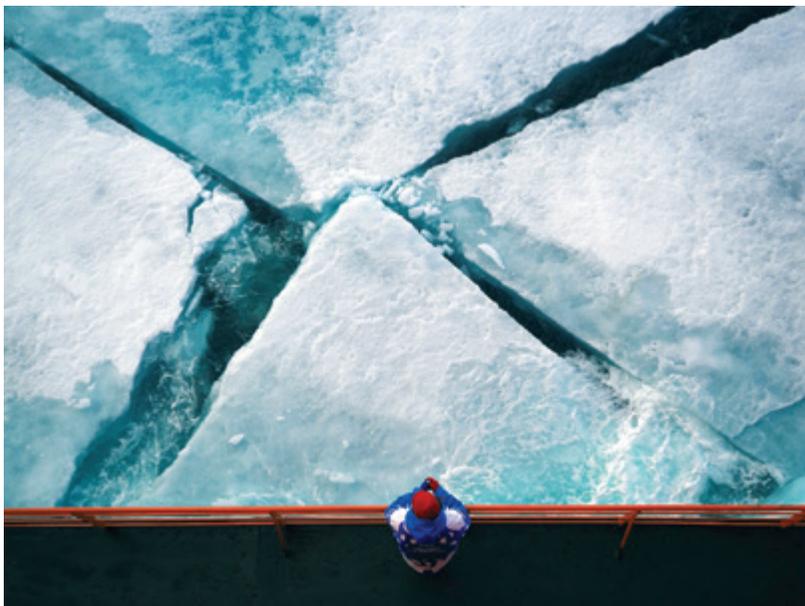
температур почти девять месяцев в году станция остается недоступной, зимовочный состав работает полностью в автономном режиме. Там проводятся важные не только для нашей страны, но и для всего мира научные работы. Мы смотрим за космической погодой, проводим метеонаблюдения, психофизиологические и биомедицинские исследования, наблюдаем за магнитосферой и ионосферой. Большой блок работ связан с гляциологией — это один из ключевых сегментов наших работ на «Востоке». Разработана большая программа по изучению палеоклимата Земли и реликтового подледникового озера Восток, миллионы лет скрытого под почти четырехкилометровой толщей льда прямо под научной станцией.

Комплекс этих задач требует специальной подготовки, оборудования, доставки специалистов в Антарктику. Для обеспечения деятельности Российской антарктической экспедиции строится новое научно-экспедиционное судно «Иван Фролов». Мы ожидаем, что в конце 2028 года оно войдет в состав экспедиционного флота ААНИИ.

— То есть отечественные производители в достаточной мере обеспечивают потребности российской науки?

— И да и нет. Зависимость от зарубежного оборудования и программного обеспечения, спутников по-прежнему ощутима. Важно развивать отечественное производство, чтобы минимизировать зависимость от импорта и максимально адаптировать технику к специфическим условиям Крайнего Севера.

— Какие известные полярным исследователям и участникам длительных экспедиций



психологические и социальные аспекты работы коллектива нужно учитывать корпорациям, развивающим присутствие в Арктике?

— Кадровый вопрос — один из ключевых. Полюса ждут специалистов высокой квалификации, готовых работать в максимально сложных условиях и длительной изоляции, с ограниченным контактом с внешним миром. Такая работа требует от людей психологической адаптивности.

Не менее важны физиологическая подготовка и соблюдение правильного режима работы. Длительные и часто сменные рабочие часы в экстремальных климатических условиях требуют строгого баланса между работой и отдыхом, контроля за состоянием здоровья. Это обязательно, чтобы предупредить переутомление и заболевания, связанные с низкими температурами и высокой влажностью. Использование специальной экипировки, инструктирование по технике безопасности, а также адаптация технологий и оборудования к природным условиям — это минимизирует риск аварий и травматизма.

Но несмотря на все усовершенствования — качественную одежду и оборудование, возможность оперативной интернет- и телефонной связи с близкими и сохранения практически привычного социального образа жизни (на всех наших станциях в Арктике и Антарктиде есть интернет), — актуальным остается вопрос сохранения устойчивости и работоспособности коллектива. Успех экспедиции или проекта зависит не только от технической подготовки, но и от умения лидера правильно управлять коллективом на психологическом уровне.

В нашей работе все процессы строго регламентированы, в случае нештатной ситуации, которая может наступить в любой момент, все четко знают, что делать. Но начальник станции также должен чувствовать

настроение коллектива, улавливать малейшие эмоциональные вибрации, чтобы вовремя вмешаться в ситуацию, если речь идет, скажем, о назревающем конфликте.

В коллективе должна создаваться атмосфера поддержки и доверия, поскольку длительная изоляция и ограниченность социальных контактов способны вызвать у сотрудников стресс, тревожность, раздражительность и даже депрессию. В таких условиях особенно сильны конфликты и эмоциональное выгорание, поэтому лидер должен уметь быстро распознавать «тревожные сигналы» у членов команды и работать с ними до того, как ситуация усугубится.

Трудовые будни обязательно должны сопровождаться праздниками, образовательными мероприятиями и просто просмотром фильмов, играми, спортивными мероприятиями, творчеством, а иногда и совместным приготовлением любимых всеми блюд. На наших станциях полярники нередко все вместе готовят пельмени, это всем доставляет большое удовольствие.

— Молодая смена с интересом приходит в профессию?

— На мой взгляд, да. Интерес к полярным исследованиям есть, но многое зависит от систем подготовки и мотивации молодых специалистов. Необходимы условия для долгосрочного удержания специалистов, прежде всего социальная поддержка. Мы стараемся по мере сил предлагать молодым ученым сравнительно неплохие зарплаты, возможность участвовать в больших научных проектах, что может помочь построить успешную карьеру в науке.

Из практических примеров — новый формат работы дрейфующей станции при поддержке ледостойкой платформы «Северный полюс». Судно будет работать в высоких широтах ближайšie 30 лет. Это понятный профессиональный трек для любого молодого специалиста. Отмечу, что в полярную науку сегодня все чаще приходят молодые девушки. На дрейфующей станции у них есть возможность даже оставаться на зимовку, проводить исследования. Таких примеров уже не так мало.

— О каких научных открытиях, сделанных на дрейфующей станции нового формата, уже можно говорить?

— Любые открытия должны быть тщательно проверены и всесторонне обоснованы. Так работает большая наука. Поэтому после получения данных нам требуется много времени, чтобы подготовить убедительные научные обоснования и материалы. Уникальная траектория дрейфа научной станции предоставляет сегодня для наших ученых большие возможности. В этом году, например, мы провели детальный сбор геологических материалов из хребта Альфа, являющегося наименее изученным регионом Северного Ледовитого океана. Информация о его строении была получена в 1960–1980-е годы. Новые

исследования дали важнейшую информацию о его геологической эволюции.

Мы также обнаружили наличие повышенных содержания углеводородных газов, в частности метана и его гомологов, в некоторых областях хребта Альфа, что свидетельствует о генерации и миграции здесь углеводородов. Собран представительный материал для проведения фундаментальных палеоклиматических исследований. Впервые в мире мы проводим измерения ускорения силы тяжести Земли в дрейфующих льдах Центральной Арктики с применением абсолютного гравиметра. Отмечу, что при измерениях используется прибор, изготовленный в России.

— Как международное сообщество реагирует на ваши успехи? И сохранилось ли общение?

— Контакт с нашими традиционными партнерами — представителями арктических держав и европейскими институтами, к сожалению, практически полностью утрачен. Хотя мы продолжаем вести научные наблюдения на архипелаге Шпицберген. Но в большей степени фокус сегодня смещен на наращивание сотрудничества с научными институтами и национальными полярными программами стран БРИКС. Это наши многолетние партнеры в Южном полушарии. В Антарктиде наши станции находятся рядом, полярники поддерживают друг друга, вместе отмечают национальные и календарные праздники.

В прошлом году мы успешно провели российско-бразильскую кругосветную вдольбереговую

экспедицию: представители научных институтов восьми стран на борту нашего научно-экспедиционного судна «Академик Трешников» обошли вокруг Антарктиды, посетили множество станций, в том числе и российские. Часть членов экспедиции впоследствии принимали участие с докладами в международной научно-деловой конференции POLAR, которая ежегодно проходит в нашем институте в мае, в канун Дня полярника.

Наука не может и не должна развиваться в условиях внешнего давления и ограничений. Это не эффективно, даже вредно. Каждая страна имеет свои сильные стороны. Используя лучшие практики, совместными усилиями ученые разных стран могут добиться гораздо большего успеха, чем по одиночке. Мы занимаемся наукой о Земле, результат нашей работы важен для каждого человека, живущего на планете, вне зависимости от его национальности, политических или религиозных убеждений.

Арктика — это не только зона стратегических интересов, но и пространство, где вопросы экологии, климата, устойчивого развития требуют коллективных усилий научного сообщества и государств. Практика показывает, что совместные научные экспедиции, обмен данными спутникового мониторинга, координация усилий в области ледовой навигации — именно такие формы взаимодействия приносят наибольшую пользу. Важно сохранять диалог и развивать доверие и совместно формировать устойчивое развитие и экологическую безопасность этого уникального региона.



Из детского сада — в «Росатом»

Как в атомградах создается система непрерывного образования



В 2026 году Корпоративная академия «Росатома» разработает образовательную программу для учеников начальных классов, чтобы увлечь их техническим творчеством. Борьба за талантливых школьников и студентов в разгаре, и «Росатом» постоянно совершенствует свою образовательную экосистему. Кто читает лекции про атом в детских садах, чему учат в инженерных классах и как привлекать учителей физики в атомные города, рассказала Екатерина Лукьянова, директор по технологическому образованию Корпоративной академии «Росатома».

Образовательная экосистема

— Екатерина, расскажите, за что вы отвечаете в системе образования «Росатома»?

— В фокусе внимания — развитие системы инженерного образования в городах «Росатома». Мы с командой работаем со всеми уровнями образования: это детские сады, школы, колледжи, университеты,

научно-образовательные центры, организации дополнительного образования. Наибольшее внимание уделяем развитию инженерного образования в школах, ведь именно здесь зачастую начинается путь атомщика.

— Помимо более 300 школ и 12 колледжей, участвующих в программе «Профессионалитет», в образовательную экосистему «Росатома» входит 50 детских садов. Какая роль у детских садов в этой системе?

— Ключевая роль — увлечь детей техническим творчеством, сформировать элементарные математические представления о свойствах и отношениях объектов окружающего мира, развить исследовательское мышление. Все это — через организацию конструктивной и познавательно-исследовательской деятельности, создание предметно-развивающей среды с основным фокусом на старшие группы. Проводить занятия мы приглашаем в том числе сотрудников наших предприятий. Они рассказывают детям про актуальные для отрасли профессии.

Там, где это возможно, детские сады соединены с инженерными классами «Росатома». В них, начиная

с пятого класса, проводятся дополнительные занятия по программам «Росатома», направленным на развитие инженерных компетенций, с седьмого класса заложен особый подход в обучении профильным предметам: физике, химии, математике, биологии, информатике, труду (технологии). Но очевидно, что есть пробел — отсутствие программ для начального звена школы. Директора школ и детских садов из атомградов отмечают, что к пятому классу интерес к инженерно-техническому творчеству, который у ребят сформировался в детском саду, уже частично рассеивается. Поэтому на 2026 год у нас стоит задача разработки таких программ для начальных классов.

— Не рановато?

— Нет. Несколько лет назад мы считали, что оптимальное время, чтобы «погружать» ребят в наш профиль — восьмой класс. Но на практике стало очевидно, что начинать важно не позднее седьмого класса, когда у детей в программе появляются физика, химия. А если мы хотим не просто поддерживать интерес к нашим профильным предметам, а создавать его, то начинать нужно уже с пятого класса. Чтобы в седьмом классе полюбить физику, тебе нужно заинтересоваться этим направлением гораздо раньше.

— Более 300 школ экосистемы — это школы, в которых сейчас существуют инженерные классы либо атомклассы?

— Это школы, где реализуются программы «Росатома» по развитию профильных для отрасли инженерных компетенций. Они не обязательно находятся в атомградах.

У нас есть более 100 атомклассов. Это не просто класс как группа детей, а помещение, оснащенное учебным оборудованием, компьютерной техникой. 90% атомклассов открылись в атомградах, в том числе в странах-партнерах, но, опять же, есть они и там, где есть задача развивать кадровый потенциал в технологической сфере.

В инженерных классах реализуются программы внеурочной деятельности по компетенциям, которые предприятия «Росатома» обозначили на горизонте 10 лет как приоритетные. Сейчас открыто



Екатерина Лукьянова родилась в городе Кольчугино Владимирской области. Окончила Российский государственный социальный университет. Дополнительное образование: Stockholm School of Economics, Российский университет дружбы народов, Британская высшая школа дизайна, Московская школа управления «Сколково». Стажировалась в Финляндии и Германии, где знакомилась с системой образования этих стран. В Корпоративной академии «Росатома» работает с 2016 года.

132 инженерных класса: только в прошлом году мы запустили 44 новых инженерных класса «Росатома», а за несколько лет их количество выросло в разы. Кроме инженерных и атомных, у «Росатома» есть менделеевские классы с химическим профилем, горные классы. Выстроено сотрудничество со специализированными учебно-научными центрами (СУНЦ), кадетскими школами.

Учителя из школ экосистемы проходят повышение квалификации в Корпоративной академии «Росатома» и в наших организациях-партнерах, например в НИЯУ «МИФИ», МФТИ, НЦФМ, ОЦ «Машук».

Предпенсионная ситуация

— Проблема с нехваткой педагогов не новая. Как сейчас обстоят дела?

— Укомплектованность школ учителями наших профильных предметов в атомградах разная. Есть школы, где укомплектованность почти 100%, а есть школы, где она доходит до 65%. Сейчас около 40% учителей профильных предметов в наших городах — это педагоги старше 55 лет. При этом доля молодых педагогов в среднем составляет 13%. Именно поэтому на отраслевом уровне, а также совместно с Министерством просвещения Российской Федерации и рядом профильных региональных министерств мы реализуем целый комплекс мер по привлечению и развитию компетенций педагогов в городах «Росатома».

— Как же найти дефицитные кадры?

— С прошлого года все ЗАТО «Росатома» были включены в федеральный проект «Земский учитель», в рамках которого учителя получают подъемные при

Коротко

Рост среднего балла школьников атомградов по результатам ЕГЭ: на 7 баллов по физике (с 56 до 63) и на 6 баллов по математике (с 57 до 63) с 2024 года

> 300

школ являются участниками проекта «Школа Росатома»

> 130

инженерных классов созданы при участии «Росатома» (в 2024 г. — 87). 87% выпускников поступили на профильные для «Росатома» направления подготовки

88%

средний уровень укомплектованности учителями профильных предметов в школах атомных городов

12

колледжей в атомградах вошли в проект «Профессионалитет»

переезде в маленькие города. У нас многие города этой возможностью воспользовались и вакантные позиции смогли закрыть.

Есть система технических туров в атомграды для студентов третьих курсов педагогических вузов. Благодаря им студенты могут приехать к нам в города, познакомиться со школой, с коллективом, осмотреть город. Такие педагогические туры мы делаем совместно с проектом «Больше, чем работа», за счет федеральных денег. Главный результат проведения таких туров для нас — готовность студента приехать к нам в город, чтобы жить и работать в школе после окончания университета. С рядом студентов заключается отложенный трудовой договор. Кроме того, мы развиваем практику целевого обучения выпускников школ в педагогических вузах. Сейчас обучение проходят 78 студентов-целевиков, которые придут работать в атомграды.

К подготовке педагогов подключился и наш опорный вуз — МИФИ. В ряде филиалов идет подготовка педагогических кадров, а в головном МИФИ со следующего года все студенты смогут получить дополнительную квалификацию в области педагогики, чтобы иметь возможность вести подготовку детей в школах по нашим профильным предметам.

Есть большое количество программ для развития действующих педагогов всех возрастов: школа для

учителей физики и математики, конференция «Зеленая ручка», фестиваль педагогического мастерства, акселератор образовательных проектов «Миссия: таланты», выездные профессиональные туры — образовательные миссии ведущих педагогов страны в наши города, большое количество методических и экспертных вебинаров. Только в 2025 году более 1000 учителей стали участниками наших программ и мероприятий. Для обмена опытом, распространения лучших практик, поиска решений нестандартных задач в образовании действует Совет педагогов «Росатома». Кроме того, развивается сообщество молодых педагогов «Росатома» — тех, кто только начинает свой профессиональный путь.

— **Конкурировать за кадры приходится со школами из региональных столиц. Почему преподаватели должны выбрать для карьеры школу в атомном городе?**

— Программ для учителей, которые сейчас есть у «Росатома», нет ни в одном городе страны. Когда мы рассказываем о них на открытых мероприятиях, многие учителя интересуются, как попасть в город присутствия «Росатома». Например, у нас есть программа для учителей физики и математики, созданная совместно с Национальным центром физики и математики и опорными вузами. Для учителей читают лекции лучшие преподаватели ведущих университетов страны. Слушатели получают не просто глубокие знания по физике и математике, они узнают про новые научные открытия, технологии, с которыми сейчас работают выдающиеся физики и математики во всем мире.

Мы обновили учебно-методическую базу для проведения занятий: новый учебник по физике МИФИ и «Росатома», более 40 программ развития инженерных компетенций, 6000 задач и 600 лекций от ведущих ученых и преподавателей страны по физике, математике, химии, биологии, которые можно использовать для повышения качества обучения в школах.

Тем не менее еще есть над чем работать. В частности, улучшать жилищные условия для учителей и образовательную инфраструктуру школ. «Росатом» уже начал вести работу с Министерством просвещения в этих направлениях.

Внутренняя кухня и планы

— **Вся эта работа производит впечатление довольно сложной системы. Как вы с коллегами со всем этим справляетесь, как у вас выстроены процессы?**

— На каждом этапе образования есть руководители и менеджеры проектов, отвечающие за его развитие: разработку новых образовательных программ, работу с учителями, преподавателями, наставниками и экспертами «Росатома», со школьниками, студентами и родителями, с руководителями системы образования. Вся команда работает на достижение результатов, закрепленных в целевой модели образовательной

экосистемы, например доля школьников, выбирающих ЕГЭ по физике, химии, математике, и средний балл по ним, уровень компетенций студентов по итогам демонстрационного экзамена, удовлетворенность работодателей уровнем компетенций выпускников и многие другие.

Достижение результатов невозможно без активного включения дивизионов и предприятий отрасли, а также руководителей атомных городов и образовательных учреждений. Практически во всех городах создана своя целевая модель образовательной среды, определены амбициозные цели. Эти планы включают и развитие научно-образовательной инфраструктуры, и создание привлекательных возможностей для жизни и работы молодых педагогических, инженерных кадров, а также кадров в других важных профессиональных сферах.

— **Каковы планы на нынешний год и на ближайшие годы? Какие продукты и проекты в школах, вузах и колледжах будет развивать Корпоративная академия «Росатома»?**

— У нас есть разработанный комплекс мероприятий по привлечению педагогических работников в общеобразовательные организации, расположенные в ЗАТО, наукоградах и моногородах. Он сформирован «Росатомом» и Министерством просвещения в 2025 году. Его реализация — первоочередна. Мы формируем рабочие группы из администраций городов, предприятий, дивизионов, чтобы осуществить все мероприятия.

Второе — разработка дополнительных программ, чтобы сделать систему инженерного образования действительно непрерывной, начиная с детского сада до «Росатома». В атомградах, где система уже работает, проработать вопрос создания инновационных образовательных площадок для разработки и апробации новых форм и содержания образовательной деятельности.

Третье — это развитие в онлайн инженерной школы «Росатома» — платформы, где силами экспертов «Росатома» и преподавателей ведущих университетов страны создан уникальный контент по физике, математике, химии, биологии базового и продвинутого уровня для самостоятельных занятий школьников, выполнения домашних заданий, подготовки к ЕГЭ и олимпиадам на бесплатной основе. Это уникальный по содержанию продукт, аналогов которому в России и во многих странах просто нет. В 2026 году платформа пополнится новыми функциями и возможностями, в том числе благодаря ИИ-инструментам. Сегодня платформу используют уже более 2000 школьников для обучения и 120 учителей для проведения занятий. Надеемся, что их число кратно возрастет.

Также будем продолжать развивать кластерный подход к образованию. В атомградах сейчас развивается пять научно-образовательных центров: Национальный центр физики и математики в Сарове, «Новый

Снежинск» в Снежинске, «Уральский атом» в Лесном, «Космический атом» в Железногорске и «Обнинск. Тех» в Обнинске. В них будут соединены воедино все уровни образования — от детского сада до высшего образования и научных исследований. И нам бы хотелось, чтобы такая комплексная система с сильным уровнем образования на каждом этапе появлялась и в других городах присутствия предприятий отрасли.

— **Для этого нужно повышать уровень управленческих и образовательных кадров в атомградах. Как будете это делать?**

— На базе Корпоративной академии «Росатома» с 2016 года реализуются программы развития учителей, преподавателей, наставников. Ежегодно эти программы улучшаются, появляются новые, в соответствии с требованиями времени. Так, например, в этом году мы впервые запустили курс «Лидеры образования городов Росатома» для руководителей из сферы образования наших городов: директоров школ, детских садов, руководителей филиалов МИФИ, директоров колледжей. Нам важно, чтобы коллеги, освоив управленческие инструменты, вместе сформировали конкурентную образовательную среду, востребованную не только среди жителей города, но и среди будущих талантливых инженеров за пределами атомграда.

Цифры

5

научно-образовательных комплексов создается

20

управленческих команд городов прошли обучение по программе «Лидеры образования городов Росатома»

79,7%

доля детей 7–17 лет, охваченных дополнительным образованием в атомградах

28

школам атомградов одобрена региональная субсидия на ремонт

Печатая будущее

Итоги Первой всероссийской премии в области аддитивных технологий

В декабре Ассоциация развития аддитивных технологий (АРАТ) при поддержке «Росатома» наградила победителей Первой всероссийской премии «Лидеры Формы». В конкурсе на соискание премии в восьми номинациях участвовали ведущие промышленные компании России, разработчики оборудования, научно-образовательные центры и университеты. Все заявленные проекты перешли в 2025 году к промышленному производству.

В состав жюри вошли российские эксперты в области аддитивных технологий: представители научного сообщества, промышленных предприятий и профильных ассоциаций. Проекты оценивались по уровню инновационности, экономической эффективности, социальной значимости и качеству исполнения. Итоги премии показали, что в России аддитивные технологии присутствуют в различных отраслях, от строительства и машиностроения до медицины.

«Важнейшая задача развития промышленности на текущем этапе — повышение производительности труда, прежде всего за счет передовых отечественных технологий. На примере проектов-победителей мы видим, что аддитивные технологии как нельзя лучше способствуют решению этой задачи. Премия «Лидеры Формы» стала площадкой для демонстрации достижений российской отрасли и стимулом для дальнейшего развития инноваций в области 3D-печати», — отметил директор по технологическому развитию госкорпорации «Росатом» Андрей Шевченко.

Лучший проект в сфере медицины

В этой номинации победил проект Томского политехнического университета и НИИ онкологии «Индивидуальные отечественные полимерные имплантаты для онкологических больных». Полимеры нового типа используются для замены пораженных злокачественными опухолями костей.

Потребность в усовершенствовании имплантов возникла, поскольку применяемые сейчас варианты не соответствуют по своим механическим свойствам замещаемым человеческим тканям, обладают высокой теплопроводностью и их невозможно изменить во время операции. Кроме того, цена сырья для них высока, поэтому они доступны далеко не всем.

Разработчики предложили использовать сополимер винилиденфторида с тетрафторэтиленом (VDF-TeFE).

Среди его достоинств — низкая цена сырья и технологического оборудования и хорошая биосовместимость, поскольку механические свойства материала подобны костной ткани. Также есть возможность управлять свойствами, изменяя пористость, и корректировать имплантат во время операции. Сырье для них выпускает российский производитель «ГалоПолимер», один из ведущих игроков на мировом рынке фторполимеров.

Изделия из нового материала прошли клинические испытания, врачи прооперировали шесть пациентов, установив имплантаты из нового материала на челюстно-лицевых участках черепа.

Лучший проект в сфере авиации

АО «ОДК-Авиадвигатель» разработало двигатель ПД-35 с применением аддитивных технологий. С их помощью были изготовлены более 2300 деталей 65 наименований. Это детали компрессора, камеры сгорания, выходных устройств и мотогондолы, приводов, редукторов и трансмиссий, турбины и внешних систем газотурбинного двигателя. Для печати использовались отечественные материалы на базе никеля, титана, стали и кобальт-хрома.

ПД-35 — это самый мощный за всю историю отечественной авиации авиадвигатель российской разработки. Его можно будет устанавливать на широкофюзеляжные самолеты. Двигатель проходит испытания.

Лучший проект в сфере искусства

«АтомИнтелМаш» (входит в Электроэнергетический дивизион «Росатома») организовал лабораторию создания макетов оборудования АЭС. С помощью 3D-принтеров в лаборатории в масштабе 1:10 распечатали макеты тепловыделяющих сборок, парогенераторов, шагового электромагнитного привода системы управления и защиты. Один из самых любопытных образцов — макет ловушки расплава. Он разноцветный, выполнен с высокой степенью детализации.

Также компания изготовила макеты выпускаемых ею же роботов. Разработка, производство и внедрение робототехнических комплексов для работы в экстремальных и специфических условиях — основная специализация «АтомИнтелМаша».

Лучший проект в сфере строительства

Компания Smart Build Service выиграла премию за учебный центр, напечатанный на 3D-принтере

в Подмоскowie. Компания организует сеть центров обучения, сервиса, продаж и обслуживания строительных 3D-принтеров и технологий. Размещаются они в малоэтажных зданиях, построенных с помощью аддитивных технологий, так что они служат одновременно и аудиторией, и учебным пособием. Сейчас таких центров 3 (в разных регионах России), всего планируется 12. Комплекс включает жилой кампус, учебные аудитории и производственный цех для практических занятий. Одновременно учиться могут восемь человек.

Для строительства специалисты проанализировали архитектурный проект, адаптировали его под возможности 3D-принтинга и рассчитали оптимальную траекторию печати. При выполнении проекта в Подмоскowie тестировали различные смеси, созданные по индивидуальным рецептурам. Также тестировали различные способы печати и проектирования.

Лучший проект в сфере промышленности

Компания «ЛИНК» победила с проектом «Перспективы применения аддитивных технологий для ответственных изделий оборудования нефтеперерабатывающих заводов». Компания проверяла возможность изготавливать запчасти для НПЗ с помощью аддитивной печати.

Для насосов было изготовлено рабочее колесо. Опытно-промышленные испытания показали, что оно соответствует заявленным техническим характеристикам, значения вибрации в норме, дефектов не выявлено. Подконтрольная эксплуатация показала, что рабочему колесу можно присвоить статус «допущенный аналог».

Молодой аддитивный предприниматель года

Творческое объединение «3D гараж» на базе ИнТехЛицея взяло приз за «Проект создания собственного производства в 14 лет». Победители учатся в школе, где работает центр аддитивных технологий общего доступа (ЦАТОД), открытый при поддержке «Росатома». На летних каникулах они попробовали печатать сувениры, мелкие модели и прочее для себя, вошли во вкус и решили расширить производство.

В гараже они установили рабочие столы, привезли принтеры, провели интернет, организовали рабочие зоны. Освоили настройку принтеров и научились их ремонтировать. Вникли в постобработку: шлифовку, химическую обработку, грунтовку, гравировку, попробовали десятки инструментов, от строительных до ювелирных. Начали разрабатывать в специализированных программных средах собственные 3D-модели. Подумали про экономику: себестоимость считает онлайн-бот. Занимаются маркетингом и продажами: участвуют в выставках и конференциях, сотрудничают с магазинами, кафе, салонами красоты, формируют клиентскую базу.

С помощью трехмерной печати они производят сувениры, игровые наборы, коллекционные модели



Илья Кавелашвили

Директор бизнес-направления «Аддитивные технологии» Топливного дивизиона госкорпорации «Росатом»:

— Мы не просто участвуем в жизни аддитивного сообщества, мы объединяем потенциал российских промышленных предприятий, задаем вектор развития аддитивного рынка и становимся центром притяжения для тех, кто определяет будущее аддитивных технологий в России. Мы в «Росатоме» участвуем в разработке образовательных программ, а также активно поддерживаем молодых перспективных специалистов. Эта взаимодополняющая динамика формирует основу для полноценной, конкурентоспособной и технологически независимой национальной экосистемы аддитивного производства в нашей стране.



Ольга Оспенникова

Исполнительный директор АПАТ, советник президента АО «ТВЭЛ»:

— Для обеспечения технологического суверенитета нашей страны крайне важно объединение усилий науки, бизнеса и государства для быстрого и эффективного внедрения аддитивных технологий во всех сферах промышленности. Премия «Лидеры Формы» — это результат наших усилий по созданию комплексных инновационных прорывных решений в различных отраслях российского бизнеса.

В рамках премии прошел конкурс студенческих проектов — хакатон «Ночь технологий». Победителем стала команда из НИЯУ «МИФИ», которая получила возможность пройти оплачиваемую стажировку в Центре аддитивных технологий «Росатома»



и прочее. Хотя проект действует меньше года, у «3D гаража» уже есть свои традиции и атмосфера.

Открытие года

Бизнес-направление «Аддитивные технологии» госкорпорации «Росатом» победило с проектом «Экосистема центров аддитивных технологий общего доступа». «Росатом» открыл в России семь ЦАТОДов, где прошли обучение 118 студентов и специалистов предприятий. После обучения студенты устраиваются на предприятия «Сибур Холдинга», ОДК, «Росатома». Вместе с вузами специалисты бизнес-направления разработали 17 программ дополнительного профессионального образования по направлению «Аддитивные технологии». В ЦАТОДах выполняют заказы по трехмерной печати, реверс-инжинирингу, проводят научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

Проект года

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет и компания «Композит» получили премию за создание технологии и оборудования прямого лазерного выращивания монококовых сложнопрофильных крупногабаритных оболочек из алюминиевых сплавов.

Проект нацелен на повышение производительности производства, снижение затрат на сырье и уменьшение времени на подготовку и изготовление отсеков современных и перспективных ракет-носителей. Для этого разработали, изготовили, испытали и ввели в эксплуатацию установку прямого лазерного выращивания с герметичной кабиной с контролируемой атмосферой, где можно выращивать детали

диаметром 3000 мм и высотой 2000 мм. Установка оснащена сменными манипуляторами грузоподъемностью 400 кг и 2000 кг. В ней можно выполнять лазерную наплавку металлических порошков, лазерную наплавку проволоки, дуговую наплавку проволоки и лазерную сварку.

Чтобы подтвердить возможности установки, изготовили полноформатный макет переходного отсека диаметром 3000 мм и высотой 500 мм. Это самое большое в России металлическое изделие, изготовленное методом 3D-печати. Разработчики показали возможность комбинировать порошковую и дуговую наплавку при выращивании одного изделия и использовать лазерную сварку для соединения крупногабаритных частей изделия, изготовленных с помощью аддитивных технологий.

Справка

Ассоциация развития аддитивных технологий (АРАТ) — некоммерческая организация, объединяющая усилия предприятий, работающих в сегменте трехмерной печати, с целью формирования и развития рынка аддитивных технологий в России. В состав АРАТ входят 30 организаций. В 2025 году АРАТ отметила пятилетие: учредительный договор был подписан 3 декабря 2020 года.

Цифровая гигиена

Как защититься от самых распространенных киберугроз

Ваши данные — это новая валюта, а личные аккаунты — зачастую входные ворота в информационную систему всей отрасли. Сегодня мошенники используют не только фишинг с поддельными ссылками на «Госуслуги» и другие ресурсы, но и высокотехнологич-

ные дипфейки, имитирующие голоса и внешний облик коллег и руководителей. Как защитить себя, а вместе с тем и «Росатом», мы спросили у Марии Давыдовой, директора департамента контроля ИБ и противодействия угрозам «Гринатома».

Часто приходят ссылки от знакомых или коллег с просьбой «проголосуй за ребенка» или «посмотри фото». Как распознать фейковую страницу авторизации, если она выглядит точь-в-точь как настоящая?

Распознать фальшивку можно по нескольким признакам:

- адрес сайта: внимательно проверьте буквы в строке браузера. Мошенники меняют одну букву, чтобы вас запутать (например, gosuslugY.ru вместо официального gosuslugi.ru);
- отсутствие значка «Замочек»: слева от адреса сайта должен быть значок закрытого замка. Его наличие обязательно для любого серьезного сайта, так как он шифрует ваши данные. Но помните: сегодня мошенники научились ставить такие же замочки на свои фальшивые страницы. Поэтому отсутствие замка — это 100% стоп-сигнал, а его наличие — лишь повод присмотреться к адресу сайта внимательнее;
- ошибки в оформлении: на фейковых сайтах часто криво стоят картинки, текст написан с опечатками или шрифт кажется странным;
- лишние вопросы: если для простой услуги у вас вдруг просят данные, которые обычно не нужны (например, номер карты для входа в почту), — это ловушка.

Не переходите по ссылкам из писем или мессенджеров. Вбивайте адрес сайта вручную или сохраняйте официальные ресурсы в закладки.

В мессенджере пишет или звонит руководитель с необычной информацией или коллега присылает видео с просьбой перевести деньги. Как определить, что это дипфейк?

К сожалению, распознать дипфейк достаточно сложно, особенно если в процессе разговора обсуждаются актуальные рабочие вопросы. Тем не менее можно использовать следующие методы проверки:

- задать неожиданный вопрос, позволяющий определить, что общение происходит со злоумышленником, — собеседник будет уходить от ответов на подобные вопросы;
- проверить фон и освещение: зачастую злоумышленники используют некачественные инструменты, что позволяет определить подмену фона;
- обратить внимание на мимику и артикуляцию: артикуляция не совпадает с произносимыми словами, а мимика не соответствует эмоциям обращения.

Взлом «Госуслуг» — это сейчас страшнее, чем потеря кошелька. Какие неочевидные способы защиты от взлома существуют?

Чтобы ваш аккаунт был под надежной защитой, одной двухфакторной аутентификации мало. Вот несколько простых правил.

- Сделайте пароль «непробиваемым»: используйте длинную комбинацию из больших и маленьких букв, цифр и знаков (например #, %, @).
- Регулярно делайте «уборку»: раз в несколько месяцев меняйте пароль и проверяйте историю входов. Если видите в списке чужое устройство — сразу завершайте эту сессию.

- Настройте приватность: зайдите в раздел «Безопасность» в профиле. Отзовите лишние разрешения на доступ к вашим данным и проверьте вкладку «Биометрия».
- Используйте проверенный софт: заходите в интернет через надежные браузеры и не забывайте про антивирус.

Помните, что на тех же «Госуслугах» безопасность можно настроить очень детально, — не ленитесь заглянуть в настройки, чтобы закрыть мошенникам все лазейки.

Иногда нужно зайти на «Госуслуги» (или другой ресурс, где требуется авторизация) с чужого компьютера или через открытый Wi-Fi. Какой алгоритм «очистки следов» после этого необходимо выполнить?

Алгоритм такой:

- Перед авторизацией в сервисе «Госуслуги» проверьте настройку автосохранения парольной информации (данная опция должна быть не активна).
- Завершите сессию в аккаунте «Госуслуг».
- Очистите кэш и историю в настройках браузера.
- Удалите cookie-файлы в настройках браузера.
- Проверьте активные сессии. Для этого в профиле выберите раздел «Безопасность», где сможете увидеть, есть ли еще таковые.

Мошенники часто просят включить демонстрацию экрана или удаленный доступ. Что категорически запрещено нажимать в телефоне, если вам звонят якобы из банка или другой организации?

Если поступает такая просьба, в этот момент запрещено:

- нажимать кнопки «Подтвердить» или «ОК», особенно если на экране всплывает сообщение о переводе или смене пароля;
- заходить в банковские приложения: не вводите пароли и не разблокируйте доступ в банк по лицу или по отпечатку пальца — мошенник увидит ваш пароль и состояние счетов;
- диктовать или вводить коды из sms: любые цифры, которые приходят в уведомлениях, — это ключи от ваших финансов;
- сканировать любые QR-коды: через них мошенники могут мгновенно списать деньги или получить доступ к вашему профилю;
- переходить по ссылкам: не нажимайте на ссылки, которые вам присылают в мессенджерах во время разговора.

Настоящий сотрудник банка никогда не попросит вас включить демонстрацию экрана или продиктовать код. Если такая просьба прозвучала — это 100% мошенники. Просто вешайте трубку.

Биометрия: стоит ли «сдавать» лицо и голос? Это реально защищает от кражи денег или, наоборот, создает новые риски?

Когда вы сдаете биометрию в государственную Единую биометрическую систему (ЕБС), она создает ваш «цифровой слепок» — эталонный вектор. Это не просто фотография, а сложный математический код, который невозможно превратить обратно в изображение вашего лица. Система распознает «живучесть» пользователя — она видит мельчайшие движения контуров лица, поэтому ее нельзя обмануть фотографией или маской. «Гринатом» убедился в надежности: используемые технологии создают эшелонированную защиту для обеспечения безопасности биометрии.

Это делает биометрию одним из самых надежных способов подтверждения личности и защиты ваших финансовых ресурсов.

Государственные системы защищают ваши биометрические данные по самым строгим стандартам безопасности. Однако если вы передаете лицо или голос частным приложениям и сервисам, будьте внимательны: обязательно проверяйте, на что именно вы даете согласие и есть ли у этой компании официальная аккредитация для работы с Единой биометрической системой.

Менеджеры паролей, браузеры или бумажный блокнот — что из этого в 2026 году считается самым безопасным для хранения паролей?

Если выбирать из трех этих вариантов, то стоит отдать предпочтение менеджеру паролей при условии использования сложного пароля (мастер-пароля) или ключевого файла для доступа в хранилище. Менеджеры паролей используют шифрование, что позволяет сохранить данные при правильном использовании приложения.

По итогам 2025 года в России зарегистрировано **на 11,8% меньше** преступлений, совершенных с использованием информационно-телекоммуникационных (ИТ) технологий, чем годом ранее, сообщило МВД РФ в конце января текущего года. В свою очередь, в 2024 году в России было зарегистрировано **765,4 тыс.** киберпреступлений, при этом преступления с использованием ИТ-технологий составили **40%** от общего числа зарегистрированных преступлений.

Публичные зарядки (USB-порты) в аэропортах, торговых центрах и т.д. Почему эксперты говорят, что «подзарядиться» может стоить всех данных на телефоне? Как сделать это безопасно?

Общественные USB-порты опасны тем, что через них в ваш телефон может поступать не только электричество, но и данные. В момент зарядки мошенники могут тайно подключиться к устройству, чтобы украсть ваши файлы, установить вирусы или программы-шпионы. Самый простой способ защититься — всегда носить с собой личную зарядку и включать ее только в обычные электрические розетки.



Все уже случилось: аккаунт украден, пароли изменены. Куда звонить и что делать?

Если аккаунт украден и пароли изменены, важно действовать быстро, чтобы минимизировать ущерб. Алгоритм действий зависит от функционала сервиса, к которому был привязан украденный аккаунт.

Если ваш аккаунт взломали, действуйте быстро: первым делом напишите в службу поддержки сервиса и заблокируйте учетную запись. При взломе «Госуслуг» звоните на горячую линию или идите в МФЦ. Если были привязаны карты — срочно свяжитесь с банком, а если у вас украли номер телефона — с мобильным оператором. Обязательно напишите заявление в полицию: это поможет вам доказать свою невиновность, если мошенники успеют взять на ваше имя кредит или совершить другие преступления.

Что блокировать в первую очередь:

- доступы к аккаунтам;
- банковские карты и счета;
- доступ к связанным сервисам, то есть все, куда вы заходите не по отдельному логину/паролю, а через кнопку «Войти с помощью...» («Госуслуг», Google, «Сбера», VK или Apple ID);
- доступ к устройствам.

Смените все пароли и проверьте устройство на вирусы.

Что нужно написать в других соцсетях или как предупредить контакты, чтобы их тоже не взломали от моего имени?

Если вашу соцсеть взломали, сразу предупредите друзей и знакомых любым доступным способом. Опубликуйте пост или сторис о том, что вас взломали и любые сообщения от вашего имени сейчас пишут мошенники.

Чтобы никто не пострадал, напишите так: «Меня взломали! Пожалуйста, не открывайте ссылки и файлы, которые приходят от меня, и не переводите деньги. Если получили что-то странное — сообщите мне лично».

Лучше всего сделать такую рассылку или пост максимально быстро, пока мошенники не успели обмануть кого-то из вашего списка контактов. Написать это можно в других мессенджерах или соцсетях, которые остались под вашим контролем.

Действительно ли обычные чаты в Telegram не зашифрованы так надежно, как мы надеемся? В каких случаях стоит переходить в режим «секретного чата»?

Для переписки по секретным или чувствительным для вашей личной безопасности вопросам лучше вообще не использовать популярные мессенджеры. Хотя «секретные чаты» и шифруют сами сообщения, они не скрывают сам факт вашего общения — провайдеры все равно видят, с кем и когда вы переписывались. Кроме того, никакое шифрование не поможет, если ваш телефон уже заражен вирусом-шпионом, который видит все прямо с вашего экрана.

Мессенджер МАХ «продают» как более защищенный. Так ли это? Там меньше угроз безопасности для пользователя?

Выбор мессенджера зависит от ваших задач. Главный плюс МАХ в том, что он разработан для обеспечения безопасности граждан России (от тех же самых мошенников и других противоправных действий) и взаимодействует с государственными сервисами, а все данные хранятся на серверах внутри нашей страны под строгим контролем регуляторов. Однако помните: даже самый защищенный сервис не поможет, если вы сами при установке дадите приложению доступ ко всем данным в телефоне без разбора.

Горизонт: 2050

В конце января Всемирная ядерная ассоциация (World Nuclear Association, WNA) опубликовала очередной ежегодный доклад *World Nuclear Outlook Report*. Знакомим с его основными положениями и выводами

Ядерная энергетика сегодня

- В 2024 году ядерные реакторы обеспечили рекордный объем электроэнергии в 2667 ТВт·ч, превысив предыдущий пик (2661 ТВт·ч в 2006 году).
- На ядерную энергетiku приходится 9% мирового производства электроэнергии. Снижение показателя 17% середины 1990-х годов обусловлено опережающими темпами роста общего мирового спроса на электроэнергию по сравнению с вводом новых мощностей ядерной энергетики.
- С 2012 года производство электроэнергии на АЭС выросло, чему способствовал рост мощностей атомных станций в Азии, особенно в Китае, Индии, Пакистане, ОАЭ, и перезапуск реакторов в Японии.
- Большинство действующих и строящихся в настоящее время реакторов являются реакторами PWR со средней мощностью около 1 ГВт. (Реакторы большой мощности имеют значительный экономический потенциал благодаря эффекту масштаба и снижению удельных затрат.)
- В мире строятся новые энергоблоки общей мощностью 78 ГВт*, при этом Китай лидирует с 38 ГВт; другие крупные проекты реализуются в Египте, Индии, России и Турции.

Какие основные глобальные тенденции окажут существенное влияние на спрос на электроэнергию к 2050 году, усиливая необходимость увеличения мощностей ядерной энергетики

- Расширение обеспечения для 750 млн человек, не имеющих в настоящее время доступа к электроэнергии.
- Справедливое удовлетворение энергетических потребностей растущего населения планеты, которое, по прогнозам, достигнет 9,8 млрд к 2050 году.
- Ускорение электрификации во всех секторах экономики, поскольку страны переходят от ископаемого топлива к низкоуглеродной электроэнергии.
- Декарбонизация трудно поддающихся сокращению выбросов секторов экономики за счет альтернативных источников низкоуглеродного тепла.

Увеличение спроса со стороны центров обработки данных (ЦОД)

* Здесь и далее имеется в виду установленная электрическая мощность (брутто) — общая производимая электроэнергия, в отличие от нетто-мощности — поставляемой в сеть после вычета внутреннего потребления АЭС

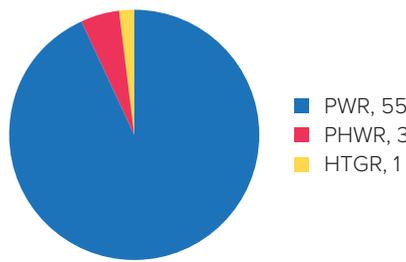
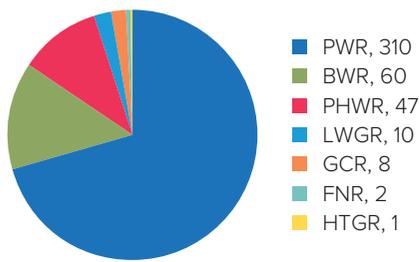
- Быстрое развитие ИИ в последние годы показало, что цифровизация и технологический рост приводят к увеличению спроса на электроэнергию.
- Технологические гиганты (Amazon, Google, Microsoft и др.) рассматривают ядерную энергетiku как способ удовлетворения растущего спроса на электроэнергию из низкоуглеродных источников.
- Ожидается, что глобальный спрос на электроэнергию со стороны ЦОД будет быстро расти в течение следующих 5–10 лет. Международное энергетическое агентство прогнозирует, что глобальный спрос на электроэнергию увеличится с 415 ТВт·ч в 2024 году до 945 ТВт·ч в 2030 году и 1300 ТВт·ч в 2035 году (согласно базовому сценарию). Из этого объема около 220 ТВт·ч, по прогнозам, будет обеспечиваться ядерной энергетикой, которая предоставляет стабильную чистую электроэнергию с высокой надежностью. Некоторым ЦОД требуются гигаватты мощности, ядерная энергетика масштабируема для удовлетворения этих потребностей.
- Ряд технологических компаний уже инвестировали средства в ядерные технологии для удовлетворения своих будущих энергетических потребностей.

Какие типы реакторов составляют нынешний мировой парк

- По состоянию на 1 октября 2025 года в эксплуатации находились 438 реакторов общей мощностью 397 ГВт.
- Более 70% действующих реакторов — это реакторы с водой под давлением (PWR). На реакторы с кипящей водой (BWR) приходится 14%, на реакторы с тяжелой водой под давлением (PHWR) — 11%, на реакторы с графитовым замедлителем на легкой воде (LWGR) — 2%, на газоохлаждаемые

реакторы (GCR) — 2%. Кроме того, в мире действуют всего два реактора на быстрых нейтронах (FNR) — БН-600 и БН-800 на Белоярской АЭС в России и один высокотемпературный газоохлаждаемый реактор (HTGR).

- В последние годы конструкция реакторов PWR стала еще более доминирующей: из 59 реакторов, введенных в эксплуатацию за 10 лет, 55 были именно PWR.



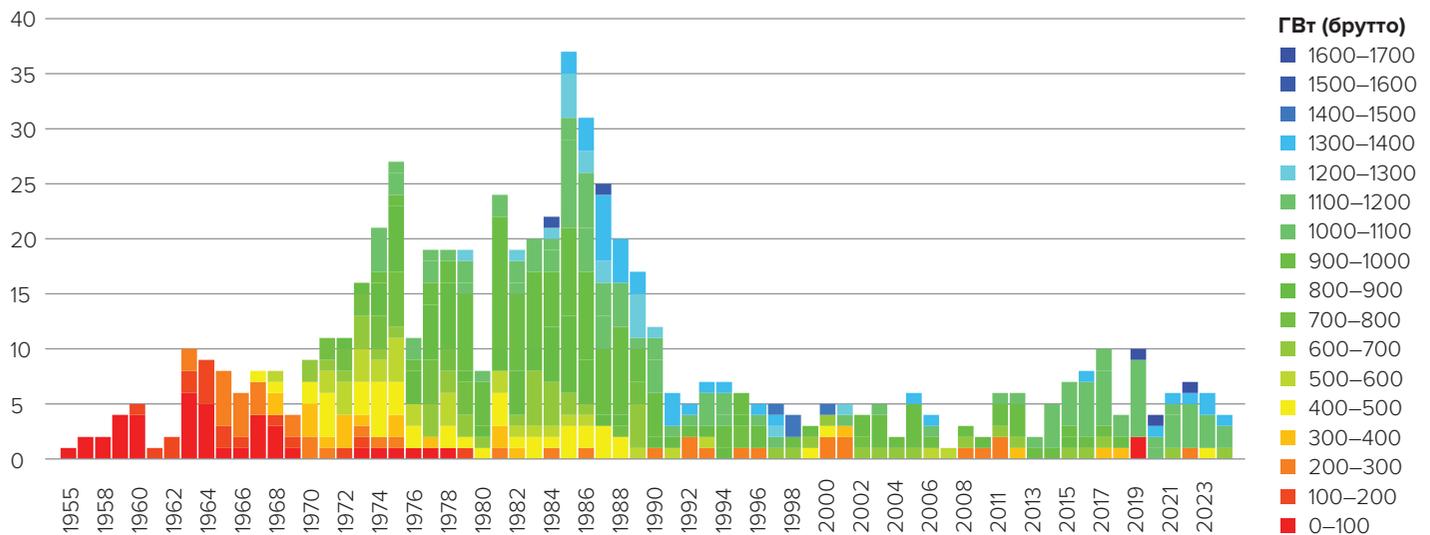
Реакторы какой мощности преобладают в мировом парке

- По мере разработки конструкций реакторов в 1970-х годах наблюдалась тенденция к увеличению мощности.
- Средняя мощность (брутто) реакторов, вступивших в первый год эксплуатации, достигла 1000 МВт в середине 1980-х годов и в целом остается на этом уровне по настоящее время.
- Хотя они менее распространены, реакторы меньшей мощности продолжают вводиться

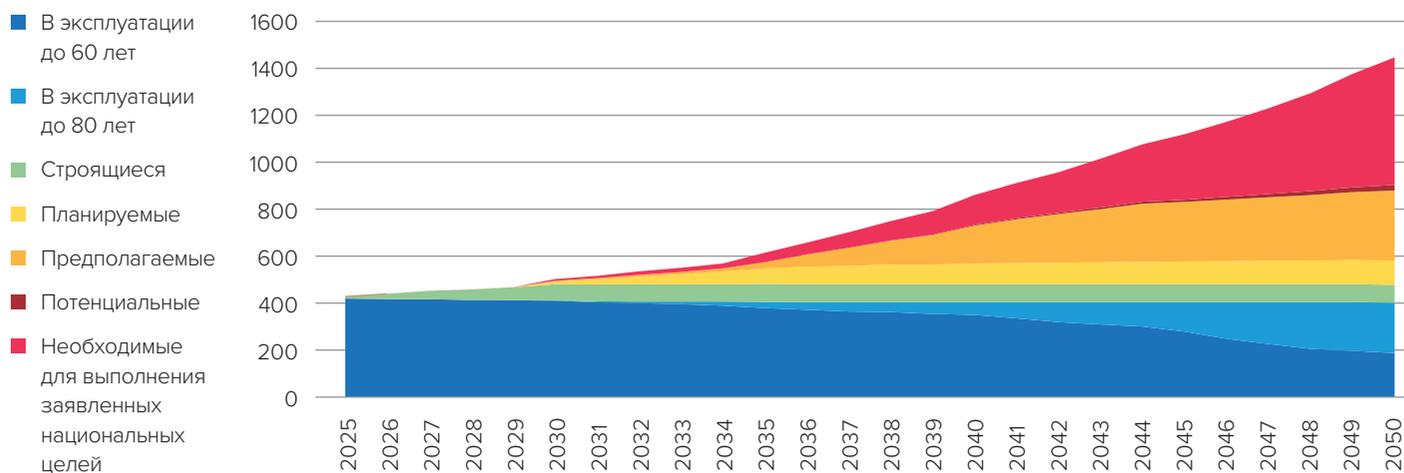
в эксплуатацию, недавними примерами являются два реактора мощностью 35 МВт на плавучей атомной электростанции «Академик Ломоносов» в России и реактор HTGR первого энергоблока АЭС «Шидаовань» мощностью 211 МВт в Китае.

- Предполагается значительное развертывание малых модульных реакторов в будущем, но более крупные реакторы, вероятно, по-прежнему будут составлять большую часть общей добавленной мощности.

Количество реакторов по мощности в первый год коммерческой эксплуатации



Общая мощность ядерных реакторов (2025–2050 гг.), ГВт



Перспективы развития ядерной энергетики в мире

- Общая мощность АЭС в 2050 году может достичь 1446 ГВт. Предполагается превышение целевого показателя в 1200 ГВт, установленного в Декларации о трехкратном увеличении мощностей ядерной энергетики, принятой на конференции COP28 в Дубае в 2023 году.
- Большая часть роста мощностей до 2030 года обусловлена вводом энергоблоков, которые в настоящее время строятся; запланированные к строительству проекты обеспечивают рост в период до 2035 года; предполагаемые (проектируемые) и перспективные (потенциальные) энергоблоки, а также те, ввод которых понадобится для выполнения поставленных государствами целей и выполнения госпрограмм, обеспечат увеличение мощности после 2035 года.
- На долю пяти стран (Китай, Франция, Индия, Россия и США) в 2050 году будет приходиться почти 980 ГВт глобальной мощности ядерной энергетики.
- Новые страны, развивающие ядерную энергетику, стремятся к тому, чтобы их мощности достигли 157 ГВт к 2050 году, что подчеркивает растущий интерес за пределами традиционных операторов.

Долгосрочная эксплуатация реакторов может обеспечить более четверти мощности к 2050 году

- Предполагается, что все работающие в настоящее время реакторы будут эксплуатироваться не менее 60 лет, в таком случае к 2050 году они будут давать 189 ГВт (исключение составляют реакторы, которые планируется закрыть в рамках политики поэтапного вывода из эксплуатации, например ядерные реакторы в Испании, или из-за специфических технических ограничений, например реакторы AGR в Великобритании). Реакторы общей мощностью 213 ГВт могли бы продолжать работать к 2050 году в случае продления срока их службы до 80 лет.
- В 2025 году средний срок эксплуатации действующих ядерных энергетических реакторов в мире составлял 32 года.
- По состоянию на июнь 2025 года насчитывалось 43 действующих реактора, введенных в эксплуатацию более 50 лет назад, что составляет около 10% от общего числа действующих реакторов.
- За 10 лет, с 2015 по 2024 год, средний срок эксплуатации реакторов, подлежащих окончательной остановке, увеличился на 5,5 лет и достиг 48 лет, продолжая тенденцию, которая наблюдается на протяжении нескольких десятилетий.
- Исторические данные о производительности не показывают снижения коэффициента использования мощности реакторов в зависимости от их возраста. Признаком замедления или достижения предела срока службы реакторов не наблюдается.
- Продление срока службы остается одним из наиболее экономически эффективных способов обеспечения дополнительной низкоуглеродной электроэнергии.

Международные и национальные инициативы в области ядерной энергетики

- В ходе глобальной оценки итогов Рамочной конвенции по изменению климата ООН (процесса периодического подведения итогов реализации Парижского соглашения), состоявшейся в рамках COP28 в 2023 году, ядерная энергетика была официально одобрена как действенный вариант сокращения выбросов парниковых газов. Странам настоятельно рекомендовано ускорить внедрение технологий с нулевым и низким уровнем выбросов, в их число вошла и ядерная энергетика.
- Декларация о трехкратном увеличении мощностей ядерной энергетики к 2050 году (по сравнению с 2020-м), представленная на COP28, подписана 31 страной, которые обязуются мобилизовать инвестиции, а также призвать финансовые учреждения поддерживать ядерную энергетiku.
- На встрече G7 в Турине в 2024 году все страны G7, кроме Германии, выразили поддержку ядерной энергетике в тех странах, которые выбрали ее использование. Они признали ядерную энергетiku чистым, надежным источником базовой нагрузки, который повышает энергетическую безопасность и стабильность энергосистемы.
- В сентябре 2024 года 14 глобальных финансовых организаций (включая Bank of America, Barclays, BNP Paribas, Citi, Goldman Sachs, Morgan Stanley) поддержали ядерную энергетiku как часть низкоуглеродного перехода.
- В марте 2025 года 14 крупных корпораций (включая Amazon, Dow, Google) обязались поддержать инициативу по трехкратному увеличению мощностей ядерной энергетики.
- В июне 2025 года Всемирный банк объявил, что он будет поддерживать ядерные проекты, в том числе продление срока эксплуатации действующих энергоблоков и сооружение малых модульных реакторов (ММР) в развивающихся странах.
- Многие страны уже установили целевые показатели по мощности или планируют развертывание мощностей, которые способствовали бы достижению основной цели Декларации.

Правительственные цели амбициозны, но не полностью подкреплены планами

- Ввод дополнительных мощностей в 542 ГВт, связанный с государственными целями, сверх проектов, оцененных как запланированные, предполагаемые (проектируемые) или перспективные (потенциальные), пока не подкреплен определенными проектами, а уровень обязательств, выраженный в политике или других государственных мерах, значительно варьируется от страны к стране.
- Несколько национальных целей (например, ввод 400 ГВт в США к 2050 году) в значительной степени зависят от расширения ядерных мощностей там, где в настоящее время практически не ведется строительство, не планируется или не предлагается развертывание новых реакторов.
- Цели носят преимущественно декларативный характер, и не все запланированные или предлагаемые реакторы обязательно будут доведены до стадии строительства. Достижение этих целей потребует коллективной приверженности, долгосрочного планирования и международного сотрудничества в масштабах, ранее не наблюдавшихся в ядерной индустрии.

Темпы строительства необходимо значительно увеличить

- Для достижения прогнозируемой мощности к 2050 году требуется увеличение ежегодного подключения к сети: 14,4 ГВт/год (2026–2030 гг.), 22,3 ГВт/год (2031–2035 гг.), 49,2 ГВт/год (2036–2040 гг.), 51,6 ГВт/год (2041–2045 гг.) и 65,3 ГВт/год (2046–2050 гг.). Требуемый ввод мощностей в 65,3 ГВт/год в период 2046–2050 годов примерно вдвое превышает исторический пиковый темп строительства, наблюдавшийся в 1980-х годах.
- Преодоление разрыва между заявленными целями и их практической реализацией потребует устойчивой политической воли, своевременного получения разрешений регулирующих органов, финансовых инноваций и скоординированных усилий между правительствами, промышленностью и финансовым сектором. Если страны выполнят свои обязательства, ядерная энергетика будет играть решающую роль в обеспечении растущей глобальной экономики безопасной, доступной и чистой энергией.

Зеленый код в новых ракурсах

Современные форматы популяризации экологических знаний



У экологии довольно сложная репутация. С одной стороны, не найдется, пожалуй, человека, утверждающего, что защита окружающей нас природы — вещь переоцененная. Но, возможно, именно это единодушие и играет против экологии и как научной дисциплины, и как мировоззрения: общим местом стало то, что состоит она из набора банальностей вроде «не сори» и «береги воду». Так как и когда разговаривать с молодежью о природоохранной деятельности? А главное, стоит ли? Ответы — в нашем материале о работе сети Информационных центров по атомной энергии.

«Что сделал один человек, другому по силам исправить»

Тема охраны окружающей среды в повестке просветительской деятельности сети Информационных центров по атомной энергии всегда была одной из приоритетных. И все же есть города присутствия сети, в которых к ней испытывают особую приязнь. Отчасти это связано с тем, что здесь расположены предприятия атомной отрасли, напрямую связанные с природоохранной повесткой. Но и человеческий фактор недооценивать нельзя.

«У нас в ИЦАЭ Саратова сработало и то и другое, — говорит Мария Букина, руководитель саратовского Информационного центра по атомной энергии. — В регионе уже несколько лет реализуется проект создания завода по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов I и II классов ФГУП «ФЭО» (входит в госкорпорацию «Росатом»), более известного как «Горный». Естественно, что проекты такого масштаба подогревают интерес и к теме борьбы с отходами, и к проблеме безопасности таких предприятий. Хочешь не хочешь, а говорить об экологии придется. Что же касается меня, то я по образованию географ-эколог, и эта тема занимала меня всю мою сознательную жизнь. Достаточно сказать, что все мои студенческие научные работы — курсовые и диплом — были посвящены теме несанкционированных свалок и их воздействия на окружающую среду. Вероятно, поэтому даже до прихода ФЭО в наш регион экология была одним из важных тематических блоков программы нашего центра».

В саратовском ИЦАЭ действительно большое внимание уделяется природоохранной тематике. Лекции, прогулки вместе со специалистами по различным природно-ландшафтным зонам, просмотр и обсуждение документальных фильмов, посвященных различным экологическим проблемам, — вот далеко не полный перечень мероприятий, регулярно проводимых специалистами центра.



**Мария
Букина**

Руководитель
Информационного
центра по атомной
энергии г. Саратова



**Диана
Ворончихина**

Менеджер
по специальным
проектам сети
ИЦАЭ



**Антонина
Громова**

Руководитель
пресс-службы
ФГУП «ФЭО»

Но базовым форматом, с которого начинается знакомство гостей ИЦАЭ с любой темой, будь то электроэнергетика или квантовая физика, являются атомные практикумы. Экология исключением не стала. «У нас есть два таких атомных практикума («Осознанное потребление» и «Мир пластика»), в ходе которых мы обсуждаем с ребятами базовые понятия природоохранного словаря: «экономика замкнутого цикла», «переработка», «ресурсный след» и т.д. Вместе мы знакомимся с принципами раздельного сбора отходов, способами их переработки, изучаем различные виды пластика, сроки и особенности их утилизации. Словом, формируем минимально необходимый набор знаний, представлений и поведенческих паттернов, из которых потом, надеемся, сложится и экологическое мировоззрение наших юных гостей», — говорит Мария Букина.

Особенность таких занятий — сочетание лекционного формата с изучением специально созданных для них экспонатов. «Другая их «фишка» — модульный принцип, — объясняет Мария Букина. — Мы можем варьировать сложность и объем информации в зависимости от возраста аудитории. Кроме того, в каждом из городов присутствия сети мы добавляем региональный компонент. Например, у нас это комплекс экологических проблем, связанных с возведением каскада волжских ГЭС. Мы рассказываем о эвтрофикации, то есть заболачивании, и последствиях этого процесса для флоры и фауны одной из крупнейших водных артерий нашей страны. Особое внимание уделяем рассказу о проектах по зарыблению бассейна Волги особыми породами растительных рыб, которые очищают его от водорослей».

По словам Марии Букиной, с экологическими последствиями заболачивания Волги в Саратове знакомы буквально все. «Водоросли периодически цветут, и тогда районы вдоль набережных на некоторое время накрывает очень специфический запах, — говорит она. — Но большинство людей воспринимают это как что-то само собой разумеющееся, существовавшее испокон веков «неудобство». На примере Волги мы показываем, что такое антропогенное воздействие на природу. И объясняем: если один человек что-то сделал, то другому вполне по силам это исправить».

«Мои ботинки умнее меня»

Киров — еще одна точка на карте ИЦАЭ, где большое внимание уделяется проблеме защиты природы от человеческого воздействия. И здесь, так же как и в Саратове, полагают, что главная трудность в работе с экологической повесткой — преодолеть отстраненное отношение к окружающей среде.

По мнению кировчан, лучшее средство для этого — изучение местной флоры и фауны во всем их разнообразии и присущих им сложных взаимосвязей. Поэтому любимый формат у вятских просветителей — прогулки с учеными.

«Чтобы осознавать важность такой работы, как ликвидация накопленного экологического вреда, нужно в принципе понимать, как устроена жизнь на нашей планете: видеть ее хрупкое равновесие и удивительные взаимосвязи, обеспечивающие гармонию», — убеждена менеджер по специальным проектам сети ИЦАЭ, а до недавнего времени руководитель ИЦАЭ Кирова Диана Ворончихина.

«Прогулка с ученым», кажется, идеальный способ показать, что экология — это не абстракция, а живая система, которую можно изучать, начиная с собственного города, изучать наглядно, не по картинкам, а по этому городу перемещаясь», — считает она. Гости таких мероприятий постигают законы природы, оглядываясь по сторонам и внимательно наблюдая, конечно же, под руководством экспертов и с их комментариями.

«Например, у нас был целый цикл прогулок с орнитологами, — вспоминает Диана Ворончихина. — Участники узнали, что птицы — живые индикаторы здоровья среды, а их разнообразие — маркер ее благополучия. Приглашали мы и специалистов по охране природы, которые научили не только определять возраст деревьев по годовым кольцам, но и «читать» их как своеобразный журнал наблюдений за погодой, в котором зафиксирована летопись климатических



изменений и наглядно видна структура долгосрочных природных циклов».

Иногда коллеги заглядывают еще глубже — в буквальном смысле. Для участия в прогулках приглашают палеонтологов, которые показывают отпечатки ископаемых ящеров в строительных материалах домов и брусчатке. «Они раскрывают, что экологические кризисы и возрождение после них устойчивого биома — часть глобальной истории планеты. А устойчивость жизни — ее главное свойство. Понимая, как хрупка и на каких тонких и неочевидных взаимозависимостях строилась природа минувших эпох, мы по-новому осознаем ценность и уязвимость мира современного», — убеждена Диана Ворончихина.

«Кажется, Эйлер говорил: «Мой карандаш умней меня». В нашем случае — это ботинки, — смеется Диана Ворончихина. — Формат прогулок с учеными, по моему глубокому убеждению, лучше других помогает сформировать не просто ответственное экологическое мышление, а буквально систему взглядов, в которых важность сохранения окружающей среды имеет глубокое научное обоснование».

«Быть с единомышленниками — это сильная мотивация»

ИЦАЭ работает по экологической тематике не только на своей площадке. Активно сотрудничают центры с некоммерческими экологическими организациями в своих регионах, подключаются к интегральным природоохранным инициативам. Например, в 2025 году

ИЦАЭ Саратова принял участие в первом областном детском экологическом форуме, который собрал всех, кто так или иначе работает в регионе с природоохранной повесткой. А ИЦАЭ Кирова, как и центры в ряде других регионов, регулярно принимает участие в федеральном проекте «Экологический диктант».

Но, пожалуй, главным экологическим проектом, реализуемым при участии сети, является Менделеевская экологическая экспедиция. Проект в прошлом году отпраздновал свой первый — пятилетний — юбилей. Он реализуется госкорпорацией «Росатом» при содействии ФГУП «ФЭО» и АНО «Энергия развития».

«Экспедиция выросла из другого нашего проекта, который называется «Менделеевские классы», мы реализуем его совместно с РХТУ им. Д. И. Менделеева и региональными вузами, — рассказывает Антонина Громова, руководитель пресс-службы ФЭО. — Начался он как профориентационная и просветительская история для школьников в регионах присутствия Федерального экологического оператора — Иркутской, Кировской, Курганской, Нижегородской и Саратовской областях и Республике Удмуртия. Мы заинтересованы в том, чтобы там, где госкорпорация «Росатом» создает современную инфраструктуру для переработки отходов I и II классов, больше молодых людей знали об этих планах и рассматривали для себя перспективу связать свою будущую профессию с работой на таких предприятиях».

После того как в 2020-м появился такой образовательный проект, почти сразу возникла идея



и Менделеевской экологической экспедиции. «Нам хотелось помимо теоретической базы дать школьникам возможность попробовать себя в настоящей научно-исследовательской деятельности. В каждой из посещаемых нами локаций участники экспедиции берут пробы воды и грунта, которые потом изучают в полевых лабораториях под присмотром наставников и преподавателей, — рассказывает Антонина Громова. — Большинство наших менделеевцев — жители небольших городов. И для них участие в экспедиции — это уникальная возможность посмотреть разные уголки нашей страны и познакомиться с ее природным разнообразием. Кроме того, когда ты видишь вокруг себя единомышленников из других регионов, ребят со схожими интересами и мировоззрением, это сильная мотивация работать дальше в избранном направлении».

Первая экспедиция отправилась на Байкал, неподалеку от береговой линии которого реализуется проект по ликвидации накопленного вреда на территории бывшего Байкальского ЦБК. Далее были полигон промышленных отходов «Красный Бор» в Ленинградской области и городская свалка в Челябинске, проект по рекультивации которой был реализован ФЭО. В 2024 году участники Менделеевской экологической экспедиции познакомились с природой Камчатки. А пятая, юбилейная, экспедиция прошла в Мурманской области: ребята посетили село Териберка, Лапландский заповедник, Кольскую АЭС, а также поднялись на борт атомного ледокола «Урал». Кроме того, впервые в истории Менделеевской экологической экспедиции состоялась коллаборация с другим большим просветительским проектом «Росатома» — «Ледоколом знаний»: юные полярники по просьбе менделеевцев собрали пробы воды на Северном полюсе и по возвращении в Мурманск передали ребятам для изучения.



Чтобы стать участником экспедиции, необходимо пройти отбор. «В экспедицию едут не все учащиеся менделеевских классов, а только те, кто отличился в течение года и активно занимался проектной деятельностью, — говорит Антонина Громова. — Ребята вместе со студентами профильных региональных вузов в течение года работают над проектом по экологической тематике. Наставники помогают правильно оформить работу, подготовиться к ее защите, презентовать. Проекты у ребят могут быть самыми разными, например изучение качества воды в местных родниках или социальные инициативы, связанные со сбором отходов».

Главная задача просветительской деятельности, как уже не раз говорилось, состоит не в том, чтобы кого-то чему-то научить или даже просто расширить кругозор. Для этого есть гораздо более серьезные институции — средние, средние специальные и высшие учебные заведения, обладающие не только мощным методологическим аппаратом, но и профессионально подготовленными кадрами. Популяризатор лишь обращает внимание на те аспекты привычных школьных предметов, которые по разным причинам прошли мимо учащегося, показывает их в необычном свете или с помощью необычных и зачастую неожиданных средств. Все это делается для того, чтобы пробудить

любопытство, живой интерес к той или иной научной дисциплине, помочь взглянуть на нее глазами не школяра, а подлинного исследователя.

И кажется, что у экологии здесь есть неоспоримое преимущество перед, например, квантовой физикой или космическими исследованиями. Обе эти почтенные и уважаемые сферы научных изысканий крайне популярны в последние годы. Но их влияние (во всяком случае, пока) на «реальность, данную нам в ощущениях», исчезающе мало. С экологией все с точностью до наоборот. Период повального увлечения этой дисциплиной прошел. При этом любой школьник в ходе даже

не слишком пристрастного опроса с легкостью назовет две-три совершенно конкретные проблемы в области охраны окружающей среды в своем дворе, районе, городе. Причем общие для всех, кто находится с ним в одной аудитории.

«Пространство общего опыта» — так называется этот феномен в общественных и гуманитарных науках. Именно благодаря ему экологическая проблематика понятнее и ближе каждому из нас, да и ощущается острее. Дело за малым: показать, что все поправимо, что баланс и гармония в природе вовсе не недостижимый идеал, что все — в твоих руках. И ты не один.



Текст: Федор Буйновский,
обозреватель «Вестника атомпрома»

Иллюстрация: Nano Banana AI /
газета «Страна Росатом»

Люди в паутине смыслов

Как информационные сети меняют власть, правду и нас самих

На русском языке вышла книга *Nexus* Юваля Ноя Харари — автора бестселлера об истории человечества *Sapiens*, разошедшегося многомиллионными тиражами по всему миру. На этот раз Харари рассказал концептуальную историю об информационных сетях, которые помогли создать человеческую цивилизацию, а теперь готовы ее уничтожить. Название книги Харари объясняет так: латинское *nexus* означает «связь», «узел», «переплетение». Книга как раз посвящена тому, как информационные потоки соединяют людей, институты и машины в сети, которые создают порядок, власть и коллективные действия. Харари подчеркивает, что главное свойство информации не быть правдой, а соединять узлы сети: людей, тексты, компьютеры, организации. Поэтому он и выбирает слово *nexus* — чтобы подчеркнуть роль информации как связующего начала, а не просто набора фактов.

Человек в паутине сетей

Представьте себе древнего охотника, который вечером возвращается к костру и пересказывает соплеменникам, как он встретил огромного зверя и чудом спасся. Он немного приукрасит историю — не только чтобы развлечь слушателей, но и чтобы поднять собственный статус, укрепить доверие, сплотить группу. В этот момент рождается не просто рассказ — рождается информационная сеть. Таких костров было тысячи, потом миллионы. Сегодня их место заняли новостные ленты, соцсети и алгоритмы, но суть осталась прежней: мы живем внутри огромной паутины историй, приказов, чисел и символов, которая управляет тем, как мы видим мир — и друг друга. Эта паутина, утверждает Харари, сделала нас самой могущественной, но и самой опасной формой жизни на планете. Вопрос в том, кто еще управляет этой сетью, помимо нас самих, и не превратимся ли мы вскоре из пауков в мух.

От костра до бюрократии

Харари предлагает смотреть на историю не как на смену империй, а как на эволюцию информационных сетей — способов собирать, хранить и передавать информацию.

Условно можно выделить три больших этапа:

- устные сети: рассказы, мифы, ритуалы. Они хрупкие, но невероятно гибкие: устный рассказ можно подстроить под слушателя, моментально изменить, забыть или переиначить;
- письменные и бюрократические сети: таблички, списки, законы, бухгалтерия. Государства и империи существовали благодаря реестрам налогов, перепискам чиновников и архивам — без этого невозможно управлять миллионами людей;
- электронные и цифровые сети: от телеграфа и радио до интернета и искусственного интеллекта (это уже сеть, которая работает почти со скоростью света и постепенно освобождается от необходимости в человеческом посреднике).

На каждом этапе сеть давала людям власть, но взамен требовала подчинения. Письменность дала большую память, но закрепила жесткую иерархию: тот, кто



ведет учет, управляет тем, кто лишь подписывается крестиком. Современные цифровые сети увеличивают нашу свободу общения, но одновременно позволяют наблюдать за нами с точностью, о которой не мечтали никакие тайные полиции прошлого.

Порядок против истины

Важный мотив книги — конфликт между истиной и порядком. Любая большая сеть — от религии до глобальной платформы — должна решать, что ей важнее, точное отражение реальности или стабильность системы.

Религиозные и идеологические сети прошлого часто жертвовали фактами ради единства верующих. Империям было выгодно поддерживать «правильные» мифы, даже если они плохо совпадали с реальностью: так было проще управлять людьми и посылать их в бой. Современные государства ведут статистику, проводят исследования, консультируются с экспертами. Но, столкнувшись с кризисом, и они с легкостью предпочитают удобную «картинку» в новостях неприятной правде.

Цифровые платформы устроены похоже: алгоритм ранжирует не по истинности, а по вовлечению. Вирусный фейк почти всегда выигрывает у скучного, но точного отчета. В результате сеть, формально созданная для обмена информацией, начинает жить по законам шоу-бизнеса. С точки зрения эволюции сетей это логично: сеть борется за выживание, а значит, за внимание, независимо от того, чем оно оплачено.

Демократия, тоталитаризм и новые «жрецы»

Информационные сети всегда были политическими. Бюрократия, основанная на бумажных документах, стала инструментом национальных государств; печатный станок и газетная культура поддерживали демократические революции и общественные дебаты.

Сегодня, когда потоки данных ускорились до предела, старая политическая архитектура трещит по швам. Демократическая модель предполагает медленный разговор — парламентские дебаты, журналистские расследования, независимые суды. Но сеть живет в режиме «здесь и сейчас»: тренды меняются за часы, эмоции вспыхивают и гаснут за минуты.

- Тоталитарные режимы используют цифровые сети как идеальную систему наблюдения и цензуры, где каждый лайк и каждый платеж могут стать уликой.
- Демократии пытаются встроить в архитектуру сети механизмы проверки фактов, прозрачности и ответственности, но зачастую проигрывают по скорости и зрелищности.

На этом фоне появляются новые «жрецы» — владельцы платформ, архитекторы алгоритмов, разработчики ИИ-систем. От их решений зависит, какие темы увидят миллиарды людей, какие голоса будут усилены, а какие останутся в тени. Они не похожи на монархов или партийных лидеров, но их власть

над вниманием и поведением сопоставима с властью традиционных элит, а часто и превосходит ее.

ИИ как новая сеть поверх человечества

Финальный и наиболее тревожный слой — искусственный интеллект. Если раньше сети были человеческими — мы писали тексты, составляли отчеты, формулировали законы, то теперь все большую часть работы с информацией берут на себя алгоритмы. Они умеют:

- анализировать огромные массивы данных;
- генерировать тексты, изображения и видео;
- принимать решения быстрее и (иногда) точнее людей.

Харари делает два важных вывода. Во-первых, ИИ превращает информационную сеть в относительно автономный организм. Она уже не только связывает людей между собой, но и сама интерпретирует, агрегирует и перераспределяет смыслы. Во-вторых, ИИ способен лучше нас понимать слабые места нашего психического устройства: страх, чувство справедливости, трибализм (от англ. tribe — «племя») — склонность делить мир на своих и чужих. Это открывает возможности для манипуляций, о которых пропагандисты XX века могли лишь мечтать.

Возникает парадокс: чем «умнее» становятся сети, тем менее понятно, кто за них отвечает. Программист напишет кусок кода, нейросеть обучится на гигантском массиве данных, алгоритм будет оптимизировать клики, и в итоге какое-то сообщество начнет радикализироваться, демократия — деградировать, а доверие между людьми — разрушаться. Формально виноватых нет: все «просто следовали метрикам».

Чему учит нас история сетей

Книга Харари — не пророчество конца света, а попытка дать читателю новый язык для обсуждения будущего. Вместо абстрактных разговоров о «прогрессе» или «цифровизации» он предлагает задавать конкретные вопросы:

- Какие именно сети определяют мою жизнь (от семейных чатов до банковских систем и алгоритмов рекомендаций)?
- Кто в этих сетях контролирует правила, обновления, фильтры и санкции?
- Ради чего сеть жертвует точностью: ради стабильности, прибыли, политической лояльности?
- И, наконец, как избежать ситуации, в которой информационная сеть станет важнее людей, которых она должна обслуживать?

История показывает, что информационные сети не нейтральны: они формируют наши ценности, страхи и мечты. Но у нас есть одна уникальная способность — рефлексировать над тем, что мы строим. Возможно, единственный способ не раствориться в цифровом «нексусе» — научиться видеть в нем не судьбу, а результат конкретных решений, которые мы все еще можем обсуждать, критиковать и менять.



Атомная мозаика

> 70
партнеров,

в числе которых академические институты и вузы, работают в тесной кооперации с Национальным центром физики и математики (НЦФМ). Федеральный проект «Создание Национального центра физики и математики» — важная часть комплексной работы правительства России по обеспечению научно-технологического суверенитета и безопасности страны.

«Благодаря решению Владимира Путина НЦФМ получил доступ к исследовательской базе института экспериментальной физики в Сарове. Сегодня уже есть ощутимые результаты. На базе центра создан уникальный оптический процессор с производительностью 10^{17} операций в секунду. Идет строительство инфраструктуры семи мидисайенс-лабораторий. Есть хорошие заделы для создания собственных мегасайенс-установок», — отметил заместитель председателя правительства РФ Дмитрий Чернышенко в ходе стратегической сессии, посвященной итогам пятилетия работы НЦФМ.

350-я
лопасть

для ветроэнергетических установок выпущена в январе на предприятии АО «Росатом Ветролопасти» в Ульяновске. Предприятие, входящее в состав Композитного дивизиона «Росатома», — первый завод по производству российских композитных ветролопастей, запущенный в конце 2024 года. Запуск производства позволил «Росатому» завершить формирование полной технологической цепочки по стеклопластикам, от сырья до готовых изделий.

«Производство 350-й лопасти — это символ технологической зрелости. Мы не только создали конкурентоспособный продукт с нуля, но и доказали его надежность в реальных условиях — от ветропарков в Дагестане до первого экспортного ветропарка в Киргизии, открывая новую страницу для российских технологий», — подчеркнул генеральный директор АО «Росатом Ветролопасти» Сергей Федченко.

> 550
решений,

разработанных госкорпорацией «Росатом» и ее предприятиями, внесено в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных с 2016 года. Выпуск отечественных ИТ-продуктов обеспечивает технологическую независимость не только атомной отрасли, но и экономики страны в целом.

«Наши разработки создают прочный фундамент для надежного и устойчивого функционирования стратегически важных предприятий и производств, сохраняя высокое качество предлагаемых решений. Включение в Единый реестр столь большого числа цифровых продуктов «Росатома» является ярким подтверждением активной работы отрасли в области информационных технологий», — сказал директор по информационным технологиям — директор департамента информационных технологий госкорпорации «Росатом» Михаил Лысачев.

