

ВЕСТНИК АТОМПРОМА

№ 6 | июль — август | 2026

Главная тема

Векторы цифровизации

Наука, инженерия,
технологии

В номере

АСММ 32

Атомное образование 34

Международное сотрудничество 40



Уважаемые читатели!

Цифровая трансформация становится одним из главных драйверов экономической конкурентоспособности и технологического суверенитета государств. ИТ-решения меняют традиционные бизнес-модели, позволяя компаниям увеличивать скорость создания продуктов, снижать издержки и повышать эффективность производственных процессов. Цифровизация — одно из сквозных направлений деятельности «Росатома». Госкорпорация активно замещает импортное ПО, внедряет искусственный интеллект, поддерживает устойчивость критической информационной инфраструктуры, создает собственную сеть центров обработки данных, развивает цифровые платформы для управления жизненным циклом изделий, в том числе системы математического моделирования и цифровых двойников.

Эта деятельность широка и многогранна: в рамках Единой цифровой стратегии «Росатома» идет развитие более 60 решений для разных задач. Главная тема этого номера показывает лишь некоторые направления работы как часть общей картины. Но мы обязательно будем возвращаться к теме цифровой трансформации в следующих номерах журнала.

Также читайте о совершенствовании технологий атомных станций малой мощности, о профориентационных и образовательных проектах, которые привлекают внимание школьников и студентов к работе в атомной отрасли, и о том, какие преимущества для экономики Казахстана даст развитие атомной энергетики.

**ВЕСТНИК
АТОМПРОМА**

№ 6, июль — август 2026 года

Информационно-
аналитическое
издание



Фото на обложке
газета «Страна Росатом» /
GPT Image

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: 31.07.2026

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. Зюбинская,
д. 6, стр. 2.
Тел.: +7 (968) 724-35-91
№ заказа: Аф-006/26.

	Содержание			
Главная тема	ПРЯМАЯ РЕЧЬ	«В России крутые ИТ-специалисты, технологии и вузы» 4 Евгений Абакумов, директор по информационным и цифровым технологиям госкорпорации «Росатом», — о том, какие технологии, проекты и направления в сфере ИТ развиваются в атомной отрасли	АСММ	Задавая РИТМ 32 Малая мощность — большие решения: в АО «Атомстройэкспорт» обсудили технологию ввода в эксплуатацию АСММ с РУ РИТМ-200Н
	СОПРОВОЖДЕНИЕ НТД	Наука на цифровом фундаменте 8 Цифровизация в контексте управления научно-технической деятельностью атомной отрасли	Образование	Двери в «Росатом» 34 Как студенты и школьники превращаются в потенциальных работников атомной отрасли
	ДОБЫЧА УРАНА	«Запуск Добровольного месторождения — наше будущее» 12 От автоматизации до искусственного интеллекта: как новые технологии трансформируют добычу урана	Международное сотрудничество	Ставка на атом 40 Почему Казахстан сделал выбор в пользу развития атомной энергетики
	ПРАКТИКА	«Мы одними из первых прошли этот путь» 16 Курс на независимость: как в атомной отрасли прошел масштабный переход на отечественную операционную систему	Технологии и экология	Экологическая цена прогресса 44 ИИ бросает вызов устойчивому развитию
	ПРОДУКТЫ	Цифровые «сапожники с сапогами» 20 Как «ДЖЭТ» развивает свою систему моделирования и чем она может помочь промышленному сектору	Космос	«Полетели на Луну, мне нужна твоя компания» 48 Как писатели представляли себе естественный спутник Земли
	ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ	Феноменология ИИ 24 В «Росатоме» обсудили, что такое искусственный интеллект, его возможности и риски	ИЦАЭ	Ученые не против ИИ 52 Цифровая трансформация просвещения: как современные технологии меняют форматы популяризации науки
	Роботизация	Машина для грязной работы 30 В Томске делают робота для атомной отрасли	Книжная полка	Видимая рука в стране перемен 56 Экономическая модель Китая: взгляд изнутри

Текст: Ирина Дорохова

Иллюстрация: газета «Страна Росатом» / GPT Image

Евгений Абакумов, директор по информационным и цифровым технологиям госкорпорации «Росатом»:

«В России крутые ИТ-специалисты, технологии и вузы»



К директору по информационным и цифровым технологиям «Росатома» Евгению Абакумову мы пришли, чтобы узнать, какие технологии, проекты и направления госкорпорация развивает в сфере информационных технологий (ИТ). Выяснили, что главная цель единой цифровой платформы, которая строится в отрасли, — снизить транзакционные издержки и углубить информированность о реализации проектов. Подобные платформы «Росатом» создает и для других отраслей. Госкорпорация также обучает нейросети на основе накопленных в отрасли знаний и выводит на зарубежные рынки российские цифровые продукты.

Сборка атомной платформы

— В «Росатоме» создается отраслевая цифровая платформа. Евгений Михайлович, расскажите, пожалуйста, о ней: как она будет устроена, каков функционал.

— «Росатом», как и любая крупная современная корпорация, включен в кооперацию с различными партнерами, которые помогают реализовывать большие проекты и вести хозяйственную деятельность. Это подрядчики, поставщики, сотрудники и дочерние структуры. Эту кооперацию удобно реализовывать через цифровую платформу. Главная цель ее создания — кооперация для снижения транзакционных издержек, которые возникают при движении материальных, финансовых и информационных потоков. А чтобы их минимизировать, мы должны знать, кто, что, где и когда находится, например, во время строительства АЭС.

У платформы несколько слоев. Самый верхний, наружный, — бизнес-транзакционный. Он предназначен для взаимодействия контрагентов при поставках товаров, работ и услуг. Например, для электростанции нужно изделие N. На платформе будут реализованы функционалы по закупкам, заключению договоров, логистике и производству. Их увяжут с проектной деятельностью и операционным планированием, чтобы изделие требуемого качества оказалось в нужном месте в нужное время.

Второй слой — прикладной: слой программ, цифровых систем, сервисов и приложений, в которых реализован тот функционал, о котором я уже рассказывал. Это системы на базе отечественных решений, системы управления конфигурациями, системы автоматизации и проектирования, системы управления производством, строительством и т. д.

Третий слой — технологический. Это те ИТ-инструменты и системы, из которых и строится та платформа, тот «дом», в котором «живут» системы второго слоя и все, кто в них работает. Прямая задача для наших специалистов — обеспечить максимальную типизацию, унификацию, чтобы все работало на одинаковых принципах, подсистемах и компонентах.

Наконец, четвертый слой — это аппаратная часть: та вычислительная и иная техника, которая обеспечивает обработку данных и расчеты в платформе. Оборудование должно не только соответствовать решаемым и перспективным задачам, но и быть технологически независимым.

— **Подобные системы для взаимодействия контрагентов в «Росатоме» строят не первый год. А если учесть системы планирования при строительстве АЭС, то и много лет. В чем отличия платформы от этих систем?**

— История атомной отрасли насчитывает почти 81 год, и 60 из них связаны с созданием различных средств автоматизации, начиная от машиносчетных станций, которые стояли у наших предприятий-разработчиков, заканчивая системами математического моделирования. Платформа — это новый этап технологического развития отрасли, и его отличие заключается в появлении возможности взаимодействия различных, ранее не связанных друг с другом систем и единой модели данных, которые могут быть доступны участникам работы на этой платформе без дополнительных издержек.

Наша платформа развивалась и продолжит свое совершенствование синхронно с развитием отрасли. У нас появляются новые направления технологического суверенитета, у которых своя специфика бизнеса, интеграции систем, компонентов. У некоторых — исторически унаследованные особенности базового кода. Поэтому, когда появляется какая-то система на модели данных, отличающейся от уже имеющейся, ее надо либо заменить, либо разработать «адаптер», который сможет соединять одну систему с другой. Так что можно смело говорить, что цифровизация и развитие платформы не закончатся, пока отрасль существует.

— **Конечно, процесс бесконечен. Но должен же быть некий понятный результат? Что можно считать результатом?**

— Такую связанность корпоративных и дивизиональных систем, которая позволит быстро получить ответы на вопросы о состоянии наших проектов и снизит наши транзакционные издержки, повышая эффективность деятельности. Платформа — это не одна программа. Это совокупность систем, построенных на едином хранилище — озере данных, которая умеет собирать разнородные данные и выдавать информацию о том или ином факте или процессе точно в тот момент, когда ее запрашивают.

— **Как убедиться в том, что платформа снижает издержки и повышает эффективность?**

— У нас есть ключевые показатели эффективности, их достижение и есть главный индикатор: мы должны выполнять проекты быстрее и с меньшими затратами.

— **Но как отличить вклад платформы от вклада людей?**

— Это самый сложный вопрос. Как измерить ценность раннего обнаружения проблемы, будь то технический дефект или срыв срока поставки? Только через управленческие решения, которые принимаются быстрее. Это рискориентированный подход: что мы можем сделать лучше, как нивелировать влияние плохого события, если будем максимально точно знать состояние каждого элемента, или полностью его избежать.

— **А участники платформы будут знать состояние каждого элемента?**

— Это одна из задач. Это похоже на информирование покупателя о статусе его заказа на маркетплейсе: собирается ли заказ, доставляется ли в пункт выдачи, приехал ли. Но в нашем случае глубина информирования о «состоянии заказа» гораздо больше. Рассмотрим на понятном примере покупки, например, кроссовок: в приложении покупатель видит, что происходит с его заказом, на каком этапе он находится — в сортировочном ли центре, на пути ли к нему домой или вообще доставка перенесена. Нам же в этом примере важно отследить, куплены ли шнурки и подошвы, знать, из чего сделаны и они, и материал кроссовок, на какой они стадии производства, какие проверки прошли, на каком транспорте доставляются, какой путь уже прошли. Теперь представьте вместо кроссовок производственную линию или агрегат для АЭС, и все прояснится. Если такой платформы в корпорации нет и информирование аналоговое, если данные не интегрируются или их нет, потому что, например, у поставщиков их не запрашивали, то много информации теряется, а на ее поиск уходит много времени. Платформа создается, чтобы этого не происходило, чтобы данные приходили автоматически по запросу.

— **Насколько просто будет все накопленное богатство данных из разных систем увязать в единое целое?**

— Сложно. Уровни вложенности (глубина отсмотра) большие, готовность компонентов разная, необходимо серьезное финансирование, и это вызов для эффективности платформы. Но на то вся система управления и существует, чтобы в ответ на более раннее знание о том, что что-то не так, предпринимать какие-то корректирующие действия и улучшать ситуацию.

— **На какой стадии находится реализация платформы?**

— У нас значительно возросла доля верифицированных процессов, мы сделали все интеграционные механизмы для внешних систем, у нас завершается импортозамещение инфраструктурного и технологического слоев. Наша задача — постепенно интегрировать все компоненты. Можно сказать, что готовность платформы составляет примерно 60–70%. Оставшееся — это незавершенное импортозамещение, новые процессы и системы, часть из которых унаследованы и которые надо менять.

— Помимо собственной платформы, «Росатом» также принимает участие в разработке платформенных решений и для других отраслей. Для них применяется тот же подход или иной?

— У нас есть государственная задача, которая связана с развитием производственных платформ. Это системы управления жизненным циклом, проектированием и сопровождением конструкторской документации в нескольких сферах — автомобиле- и авиастроении и космической отрасли. Эту задачу мы выполняем при помощи нашего стратегического партнера — компании «Топ Системы» — на базе его решения T-FLEX.

— Используется ли оно в платформе атомной отрасли?

— Да, сейчас переходим на него в рамках импортозамещения. T-FLEX будет одним из элементов унифицированного ИТ-ландшафта.

ИИ в проектировании

— Перейдем к искусственному интеллекту. Насколько интенсивно его используют в отрасли, в каких направлениях его планируете развивать?

— ИИ в отрасли применяется, прежде всего, в тех сферах, где мы можем использовать внешние данные для обучения систем. Например, коллеги

из управления персоналом выполняют с помощью ИИ уже почти рутинную задачу — подбор резюме. Агрегатор данных и открытые модели выдают желаемый результат. То же самое в закупках: можно понять, какие на рынке цены, товары, технические требования.

Сейчас мы сфокусированы на решении двух задач. Первая — размещение ИИ в защищенном корпоративном контуре. Здесь есть вопросы, связанные с информационной безопасностью и обучением моделей. Вторая — использование ИИ в основных процессах проектирования и эксплуатации АЭС. Нам нужно построить классическую структуру ИИ, для которого нужны три компонента: наборы данных, на которых обучают модель, оркестратор — сама модель, которую нужно «поселить» на инфраструктуре внутри защищенного контура, и сервисы с ИИ-агентами, которые должны выполнять определенные задачи.

— Как обстоят дела с созданием защищенного ИИ?

— Мы надеемся, что первые шесть сервисов до конца этого года запустим. Сценарии их применения достаточно стандартные и известны большинству пользователей: создание презентаций, редактирование текстов и документов, ИИ-агенты для юристов и экономистов.

— На какой стадии создание ИИ для проектирования?

— Развернута довольно большая программа научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области математического моделирования. В T-FLEX мы хотим передать ИИ-функционал по написанию текстовой документации, где можно использовать большие языковые модели, базовую верификацию результатов проектирования (чтобы на это не отвлекался человек) и особый ИИ-агент, который будет подсказывать, какой компонент лучше подойдет для конкретного проекта. Сейчас идет этап сбора данных и подтверждения гипотез.

— Вшивают ли разработчики при создании ИИ в алгоритмы физические законы для коррекции полученных результатов?

— Да, в процессах матмоделирования в «Логосе» и других системах используются физически вдохновленные нейросети. Они нужны для задач, на которые нет четкого ответа «да/нет», нет математического выражения, а есть отдельные элементы, позволяющие дать четкое заключение. Такого рода задачи часто решаются с помощью асимптотического анализа, когда надо посчитать сложную модель, в которой расчетов может быть огромное количество, а увеличение расчетов приводит к экспоненциальной сложности вычислений и росту затрачиваемого времени. Остановиться можно на базе четких методов или на базе нейронных сетей, которые говорят: «Похоже на то, что следующие вычисления не приблизят нас к результату».



— «Атомную» языковую модель будете делать?

— Мы нацелены на кооперацию с компаниями, которые уже добились больших успехов в развитии собственных моделей, и будем обогащать их, например, технической информацией, специфичной для нашей отрасли. Создание с нуля языковой модели — это сотни миллионов долларов инвестиций на ее разработку и обучение.

Выход с «цифрой» за рубеж

— Насколько успешен экспорт цифровых продуктов «Росатома»?

— В прошлом году мы приступили к системному решению этой задачи. Совместно с другими направлениями бизнеса госкорпорации мы сформировали комплексное предложение, включающее цифровые продукты, и представили его странам присутствия «Росатома». Интерес есть, но цикл продаж — два-три года. В этом году первый клиент, как мы надеемся, подпишет с нами контракт на обучение ИИ.

— В чем суть контракта?

— Мы будем учить применению больших языковых моделей для решения различных задач. В данном примере мы выступаем в качестве интегратора общероссийского предложения. Наш вклад тоже есть, так как предложение включает наши возможности как разработчика аппаратной составляющей.

— Интерес у клиентов есть?

— Да, но в целом продвижение российских ИТ сегодня сильно осложнилось. Есть опыт наших вендоров, в том числе в контуре «Росатома», которые выходят за рубеж самостоятельно. Положительные примеры есть в Республике Беларусь, но объемы пока небольшие. Надо понимать, что ИТ сейчас входят в сферу геополитического выбора.

В российском предложении больше всего привлекает возможность разобраться, что лежит «под капотом». Мы готовы обучать и рассказывать — тут полная аналогия с атомным проектом. Расскажем, как языковая модель выстроена, например.

Больше 20 человек на место

— С кадрами для ИТ в «Росатоме» есть проблемы? Пару лет назад говорили, что отрасли требуется несколько тысяч человек.

— «Росатом» находится в топе ИТ-работодателей. У нас конкурс на наши стажерские программы больше 20 человек на место. Дети, которые на волне популярности, поднятой лет пять назад, пошли на ИТ-специальности, теперь вышли на рынок, и предложение сильно превышает спрос. Мы свои потребности, о которых вы говорите, практически закрыли. С младшими специалистами проблем нет.

Но не хватает опытных, уровня Senior, — тех, кто понимает архитектуру ИТ-систем.

Вторая часть вопроса про кадры — зарубежная. Тут еще много работы. Нужны партнерства с иностранными коллегами, чтобы обучать студентов нашим информационным технологиям, начиная от 1С и заканчивая разработкой высоконагруженного ПО. Обучение должно стать элементом российского экспортного ИТ-предложения.

— Российское ИТ-образование востребовано?

— Почему нет? В России крутые ИТ-специалисты, технологии и вузы, цикл входа не такой длинный, как в более сложную отрасль.

— С какими вузами сейчас сотрудничает «Росатом» в ИТ?

— Мы концентрируем усилия на сотрудничестве с вузами из консорциума «Росатома», где у нас открыты передовые инженерные школы — РТУ МИРЭА, ННГУ им. Н. И. Лобачевского, ЛЭТИ, СПбГУ и Томский политехнический университет. Сейчас готовимся делать ПИИШ (передовую инженерную школу) на стыке ИТ и реакторной тематики. Акцент сделаем на математическом моделировании, расчетах жизненного цикла изделий — это то, что необходимо отрасли прежде всего.

Справка

Передовые инженерные школы в партнерстве с предприятиями госкорпорации «Росатом»

1. «Интеллектуальные системы тераностики» (Сеченовский университет);
2. «Интеллектуальные энергетические системы» (Томский политехнический университет);
3. «СВЧ-электроника» (РТУ МИРЭА);
4. «Космическая связь, радиолокация и навигация» (ННГУ им. Н. И. Лобачевского);
5. «Атомное машиностроение и системы высокой плотности энергии» (НГТУ им. Р. Е. Алексеева);
6. «Материаловедение, аддитивные и сквозные технологии» (НИТУ «МИСИС»);
7. «Комплексная авиационная инженерия» (КНИТУ-КАИ им. А. Н. Туполева);
8. «Цифровой инжиниринг» (СПбГУ);
9. «Электроника и электротехника» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»);
10. «Химический инжиниринг и машиностроение» (РХТУ им. Д. И. Менделеева).

Текст подготовила Наталья Самойлова

Иллюстрации: газета «Страна Росатом» / GPT Image

Наука на цифровом фундаменте

Цифровизация в контексте управления научно-технической деятельностью атомной отрасли



В марте текущего года «Росатом» завершил актуализацию Единой цифровой стратегии, которая будет определять цифровую трансформацию госкорпорации до 2027 года включительно. Параллельно с реализацией текущего этапа стратегии «Росатом» уже начал работу над формированием долгосрочного видения цифровой трансформации — до 2050 года. В этом контексте особое значение приобретает цифровое сопровождение научно-технической деятельности, поскольку именно наука и технологии формируют основу долгосрочного развития атомной отрасли.

Департамент научно-технических программ и проектов — структурное подразделение госкорпорации «Росатом», основной целью которого является обеспечение научного и технологического развития в атомной отрасли в гражданской части. В контексте управления наукой одним из значимых направлений работы департамента является внедрение цифровых технологий

в управление инновационной деятельностью, научно-техническими программами и проектами.

В этой логике цифровизация выступает не самостоятельной целью, а инструментом поддержки научно-технического развития. Одним из практических инструментов такого подхода является платформа «Цифровая наука», которая формирует цифровой контур сопровождения научно-технических программ и проектов. Она помогает ускорять работу с данными о НИОКР, сопровождать экспертные процедуры, снижать объем ручных операций и выявлять дублирование тематик на этапах планирования НИОКР.

При этом платформа встроена в действующую систему управления научно-техническими программами и проектами и используется для поддержки деятельности по сопровождению НИОКР и взаимодействия участников процессов. Ее применение не меняет содержательную логику работы курирующих специалистов и экспертов, а помогает фиксировать промежуточные результаты и использовать накопленную информацию при планировании следующих этапов НИОКР.

О том, как направление «Цифровая наука» развивается в действующей системе управления НИОКР, выстроенной под руководством Н. А. Ильиной, директора по управлению научно-техническими программами и проектами госкорпорации «Росатом», и как цифровые инструменты помогают в практической работе с научно-техническими программами и проектами, «Вестнику атомпрома» рассказала руководитель направления «Цифровая наука» Маржан Жаксимбетова.

— Маржан Маратовна, какое место занимает направление «Цифровая наука» в решении задач департамента, связанных с управлением научно-техническими программами и проектами?

— Если говорить о широком контексте, цифровизация научно-технической деятельности связана с долгосрочными задачами «Росатома» по достижению технологического лидерства и формированию суверенной технологической экосистемы.

На уровне «Цифровой науки» эти ориентиры раскрываются через повседневную работу по сопровождению научно-технических программ и проектов: организацию сбора и работу с данными, фиксацию результатов, проведение экспертных процедур,

выявление возможного дублирования тематик на этапах планирования НИОКР и снижение доли ручных операций.

Направление «Цифровая наука» занимает в этой системе прикладное, но важное место. Платформа не заменяет действующую систему управления НИОКР, а дополняет ее цифровым контуром. Такой контур помогает сотрудникам департамента, экспертам, научным организациям, руководителям проектов и другим участникам процесса работать с большим объемом информации более удобно, последовательно и оперативно.

Для департамента особенно важно, чтобы цифровой инструмент был встроен в реальный порядок сопровождения НИОКР. Поэтому «Цифровая наука» развивается не отдельно от процессов, а в связке с теми задачами, которые ежедневно решают курирующие специалисты: от планирования и экспертизы до фиксации результатов и использования накопленной информации при подготовке следующих этапов работ.

Платформа помогает систематизировать сведения о проектах, быстрее находить необходимую информацию, сопровождать научно-техническую экспертизу, фиксировать движение работ по уровням готовности технологий и формировать цифровой след. Отдельное значение имеет выявление возможного дублирования тематик: при большом количестве научно-технических работ это позволяет эффективнее использовать уже накопленные результаты и компетенции.

Роль направления «Цифровая наука» я бы сформулировала как поддержку уже эффективно выстроенной системы управления НИОКР цифровыми инструментами. Содержательная работа остается за сотрудниками департамента, профильными специалистами, экспертами, руководителями проектов и другими участниками реализации НИОКР, а платформа помогает ускорять отдельные процедуры, снижать объем ручной обработки данных и использовать накопленную информацию в дальнейшей работе.

— Какие задачи цифровые инструменты «Цифровой науки» помогают решать при сопровождении НИОКР? И где важно сохранять ведущую роль экспертов?

— В контексте управления инновационной и научно-технической деятельностью атомной отрасли цифровые технологии должны быть направлены на обеспечение прозрачности, прослеживаемости, качества и результативности реализации научно-технических и инновационных программ и проектов, связанных с выполнением НИОКР.

Здесь можно выделить несколько ключевых задач. Первая — сбор цифрового следа научно-технических разработок: формирование массива данных, фиксация связей между проектами, результатами,

«Цифровизация научно-технической деятельности связана с долгосрочными задачами «Росатома» по достижению технологического лидерства и формированию суверенной технологической экосистемы. Платформа «Цифровая наука» не заменяет действующую систему управления НИОКР, а дополняет ее цифровым контуром».

экспертными заключениями, уровнями готовности технологий и последующими этапами работ. Вторая — исключение дублирования тем в масштабах госкорпорации. При большом числе НИОКР по приоритетным направлениям научно-технологического развития невозможно удерживать всю картину только за счет памяти и ручных сопоставлений. Третья задача связана с сопровождением независимой научно-технической экспертизы. Цифровые инструменты могут помочь в подборе экспертов, в том числе с учетом компетенций и необходимости исключения конфликта интересов. Это повышает качество экспертной процедуры и делает ее более прослеживаемой.

Еще одно направление — отслеживание движения разработок по шкале уровней готовности технологий. Для управления НИОКР важно видеть не только факт выполнения работ, но и динамику развития результата: на какой стадии находится технология, какие риски сохраняются, какие решения необходимы для перехода к следующему этапу.



«В контексте управления инновационной и научно-технической деятельностью атомной отрасли цифровые технологии должны быть направлены на обеспечение прозрачности, прослеживаемости, качества и результативности реализации научно-технических и инновационных программ и проектов, связанных с выполнением НИОКР».

При этом важно подчеркнуть: здесь «цифра» — это инструмент в поддержку научной деятельности. Она не генерирует новые физические принципы и не делает научные открытия. Решение о том, какая гипотеза перспективна, всегда остается за экспертом, ученым, его профессиональной интуицией и опытом. Цифровой инструмент может быть сильным ассистентом и контролером, но не заменяет научное мышление.

— Какие цифровые технологии сегодня наиболее важны для сопровождения научно-технических программ и проектов?

— На уровне направления «Цифровая наука» мы прежде всего смотрим на те технологии, которые помогают работать с большим объемом информации по НИОКР и поддерживать уже выстроенную систему управления научно-техническими программами и проектами.

В первую очередь это инструменты работы с данными: единые справочники, цифровой след проекта, фиксация результатов на каждом этапе, экспертные заключения и отслеживание движения по шкале уровней готовности технологий. Когда информация по проекту собрана в связанной форме, с ней удобнее работать всем участникам реализации научно-технических программ и проектов — как на отраслевом уровне, так и в контуре национальных проектов.

Постепенно возрастает роль технологий искусственного интеллекта, но в нашей логике это прежде всего инструменты поддержки: поиск, классификация, предварительное сопоставление информации, помощь в подготовке аналитических материалов. Содержательная оценка, экспертное заключение и управленческое решение остаются за экспертами и руководителями, которые несут ответственность за результат.

— Какие технологии ближайших лет, на ваш взгляд, будут особенно востребованы в практическом управлении НИОКР?

— С точки зрения практического управления НИОКР особенно востребованной является интеграция данных из разных систем. Пока сведения существуют отдельно, полноценная аналитика невозможна: руководитель видит отдельные фрагменты, но не получает целостной картины по проектам, рискам, срокам, результатам и ресурсам. Сейчас ведется работа в этом направлении.

Следующее направление — аналитика и элементы искусственного интеллекта для поддержки принятия решений. Такие инструменты могут помогать своевременно указывать на участки повышенного риска. Их задача — дать руководителям более качественную информационную основу для управленческого решения.

Для инженерных и научных задач сохраняют значение цифровые двойники, расчетное моделирование, высокопроизводительные вычисления и системы работы с большими массивами данных. Однако для управленческого уровня принципиально важно, чтобы результаты этих сложных инструментов не оставались изолированными от проектного контура. Они должны быть связаны с решениями по проекту, сроками, рисками, планированием и оценкой дальнейшего развития технологии.

Иными словами, важна не отдельная технология сама по себе, а способность цифрового контура связывать научно-техническое содержание, проектное управление и экспертную оценку на всем жизненном цикле реализации НИОКР. Именно такая связка дает практический эффект для управления НИОКР.

— Где в этой работе особенно важна собственная отраслевая специфика, а где достаточно использовать готовые цифровые решения?

— В управлении НИОКР важно разделять два уровня. Первый — это стандартные цифровые инструменты: типовые сервисы документооборота, инфраструктура, коммуникации, офисные и административные процессы. Здесь действительно рационально использовать существующие в отрасли импортонезависимые цифровые сервисы.

Второй уровень — специфический контур научно-технической деятельности. Там, где речь идет об особенностях атомной отрасли, научно-технических программах, отраслевых данных и требованиях безопасности, собственные или глубоко адаптированные решения могут быть оправданны. Именно к этому уровню относится платформа «Цифровая наука». Ее ценность проявляется тогда, когда она помогает решать конкретные рабочие задачи на всем жизненном цикле НИОКР.

Ключевой вопрос заключается в том, решает ли она задачу, соответствует ли требованиям безопасности и поддерживает ли реальный процесс. Система может быть собственной, адаптированной или построенной на зрелом продукте рынка, но она



должна быть управленчески полезной и технологически надежной.

— По каким признакам можно понять, что цифровые инструменты действительно помогают в области научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ?

— Для нас важен не сам факт внедрения цифрового продукта, а его практическая полезность. Если платформа используется в реальной работе, помогает участникам реализации НИОКР быстрее получать нужные сведения, снижает объем ручных операций и поддерживает сопровождение экспертных процедур, значит, она выполняет свою задачу.

Не менее важно, чтобы цифровой инструмент помогал сохранять накопленную информацию. В научно-технической деятельности результатом является не только отчет или отдельный документ, но и весь цифровой след: решения, обоснования, экспертные оценки, изменения по ходу проекта, данные о развитии технологии. Если этот след сохраняется и используется в дальнейшей работе, цифровизация дает долгосрочный эффект.

— Если говорить не только о платформе, но и об организации работы с НИОКР, что меняется благодаря цифровому сопровождению?

— Главное изменение связано с отношением к данным как к рабочему ресурсу. В научно-технических программах и проектах данные перестают быть только отчетной информацией. Они становятся основой для взаимодействия участников процесса реализации НИОКР.

Это важно именно для командной работы. Когда участники процесса работают с согласованной и связанной информацией, проще обсуждать ход проекта, учитывать экспертные замечания и видеть, как отдельная НИОКР соотносится с более широкими отраслевыми задачами.

Кроме того, когда данные по НИОКР собраны в одном месте и приведены к унифицированному виду, участникам процесса проще отслеживать ход реализации научно-технических программ и проектов, своевременно выявлять возможные риски и оперативно проводить компенсирующие мероприятия. На завершающих этапах это также важно для формирования итоговой отчетности и передачи фактических данных в государственные информационные системы.

«Если цифровая система помогает участникам процесса работать согласованно, руководителю — видеть картину целиком, экспертам — принимать более обоснованные решения, а организации — сохранять цифровой след научно-технической деятельности, значит, она реализует поставленные цели. В этом и заключается практический смысл цифрового фундамента науки».

Текст: Ирина Дорохова

Фото: «Росатом»

Иллюстрация: газета «Страна Росатом» / GPT Image

«Запуск Добровольного месторождения — наше будущее»

От автоматики до искусственного интеллекта: как новые технологии трансформируют добычу урана



В июне 2026 года «Далуру», уранодобывающему предприятию Горнорудного дивизиона «Росатома» в Курганской области, исполнилось 25 лет. На «Далуре» давно и интенсивно цифровизируют и автоматизируют добычу урана методом скважинного подземного выщелачивания, внедряют новые методы отработки залежей. Главная задача предприятия на ближайшие пять лет — ввести в эксплуатацию Добровольное месторождение, чтобы продолжить добычу. Об этом «Вестнику атомпрома» рассказал генеральный директор «Далура» Динис Ежуров.

— Динис Олегович, как прошли эти 25 лет?

— Есть чем гордиться. Все эти годы мы бесперебойно выполняем производственную программу по выпуску диураната аммония — так называемого желтого кека. Мы выпускаем уран с самой низкой в России

себестоимостью. За 25 лет мы практически полностью отработали Далматовское месторождение. Хохловское месторождение введено в промышленную эксплуатацию и работает на полную мощность. Разведали и проводим опытные работы на Добровольном месторождении.

Все это благодаря нашей главной ценности — людям. У нас сбалансированный состав сотрудников. Старшее поколение, которое помнит, как открывали наши месторождения, — наша «база знаний». Опыт и энергия среднего поколения неоценимы в ежедневной работе. Молодежь подхватывает знамя, показывает результаты. Привлечь их, конечно, непросто, но ищем, находим.

Мы сами развиваем технологии добычи. Собственными силами и при поддержке «Русбурмаша» разработали мобильную сорбционную установку (МСУ), на нее получен патент. Многие процессы цифровизировали. Не зря мы подтвердили в этом году статус серебряного цифрового предприятия ПСР. В этом году целимся на золото.

— Расскажите, пожалуйста, о цифровизации подробнее. «Далур» называют образцом в этой сфере среди предприятий Горнорудного дивизиона.

— В нашей системе «Умный полигон» мы автоматизируем производство с нулевого уровня — от систем автоматики на оборудовании до искусственного интеллекта. У нас накоплена огромная база данных, к ней подключена математическая модель и специализированная программа, которая самостоятельно поддерживает балансы закачки и откачки. Пока полностью управление на откуп искусственному интеллекту не отдаем, но система советует оператору наилучшие режимы отработки и даже предлагает схемы организации технологических полигонов: рядную или гексагональную, межскважинное расстояние и прочее. На каждой скважине у нас QR-код, и специалист во время обхода или ремонта, сканируя его планшетом, видит по скважине как историческую, так и актуальную информацию: когда была построена, какие режимы, объемы прокачки и т.д.

Мы используем многие зарекомендовавшие себя системы безопасности: «умные» каски, видеонаблюдение для контроля использования средств

индивидуальной защиты в режиме онлайн на всех опасных производственных участках и в транспорте. Камеры контролируют поведение водителей: курит ли, по телефону разговаривает, пристегнут ли и прочее. Если камеры зафиксировали нарушение, программы тут же выдают сигнал в автоколонну.

— **Расскажите про новейшие разработки.**

— Недавно мы совместно с Северским технологическим институтом (СТИ) НИЯУ «МИФИ» на основе нашей базы данных разработали систему ИИ для ремонтно-восстановительных работ технологических скважин. Система предлагает нам наилучшие решения о способе проведения ремонтно-восстановительных работ (РВР) на основе анализа базы данных химико-технологических параметров скважины, срока ее эксплуатации, режима и эффективности РВР, проведенных ранее. Получается надежнее, чем если бы выбирали люди.

Логичное продолжение «Умного полигона» — «умная» локальная сорбционная установка (ЛСУ), ее также разрабатывает СТИ. Сейчас идет тестирование средств автоматизации. Программа будет предлагать наилучшие режимы сорбции, советовать, когда отбирать смолу, вести всю статистику. После ее запуска один человек сможет управлять и полигоном, и переработкой.

Также мы развиваем роботизацию. Компания «Росатом Недра» инвестировала 180 млн рублей на роботизацию нашего склада готовой продукции. По складу будет ездить беспилотный погрузчик и вывозить бочки с готовой продукцией на специальную автоматизированную установку, а она — самостоятельно загружать их в автоприцепы.

Автоматизируем логистику. На складах и транспорте установили «умные» камеры. К ним подсоединим программы, которые будут вести учет запасов реагентов и сигнализировать, сколько, чего и куда надо отвезти, чтобы техпроцесс шел бесперебойно. Пока такие запросы обрабатываются в ручном режиме.

— **Какие эффекты дает предприятию цифровизация и автоматизация?**

— Повышают нам производительность. Благодаря «Умному полигону» Хохловское месторождение обслуживает вдвое меньше людей, хотя объемы производства там в полтора раза выше, чем на центральной площадке. Мы не считаем роботизацию самоцелью, поэтому проводим тщательный расчет эффективности использования роботов. У нас нет конвейеров и мало часто повторяющихся операций. Например, при перегрузке смолы надо открыть люк, поместить туда шланг и открыть задвижку. Человек потратит на это пару минут и пойдет выполнять другие задачи, а робот будет стоить 50–80 млн рублей, но большую часть времени будет простаивать, так что зарплату платить выгоднее. А вот автоматическое определение кислотности не в лаборатории, а на полигоне нам интересно, будем считать

экономику. Эффективность за автоматизацией, за ИИ, я в это верю.

— **Расскажите об основных задачах предприятия на ближайшее время.**

— Самая главная наша задача на ближайшие три года — завершить опытные работы в 2028 году и начать строительство рудника на Добровольном месторождении, в 2029 году зайти с бурением.

— **Сроки жесткие.**

— Если не успеем — запасы будут заканчиваться и производство снижаться. Да, есть где добурить на старых площадях; до конца этого года на Хохловском месторождении мы запускаем в эксплуатацию отработку самой удаленной, Дальневосточной, залежи, затем Дюрягинская залежь, которую будем отрабатывать с помощью МСУ, и на этом нескрытые запасы месторождения будут исчерпаны. Но запуск Добровольного — задача номер один. Задача непростая, потому что Добровольное — сложное месторождение.

— **Почему?**

— Первая проблема — высоконапорный пласт продуктивного горизонта, если проще — вода под давлением. Вторая — высокое содержание хлора, который препятствует сорбции урана на смоле и вызывает коррозию сорбционного оборудования. Третья — месторождение подвешенное: водоупорный пласт расположен гораздо глубже нижней границы оруденения. К тому же почти половина месторождения находится в зоне потенциального подтопления весенними паводковыми водами.

— **Пышный букет проблем. Что делаете, чтобы со всем этим справиться?**





— При подготовке к опытно-промышленной эксплуатации подобрали сорбент, который не поглощает хлор вместе с ураном, а возвращает его в пласт. Подобрали коррозионно-стойкое оборудование и материал для аппаратов технологии. Сократили расстояние между закачными и откачными скважинами, чтобы выщелачивающий раствор не уходил на глубину. Глинистый раствор со специальными добавками сдерживает напор воды, изолируя водоносные горизонты друг от друга и от поверхности. Будем строить протяженную защитную дамбу.

— Стройку рудника уже начали?

— У нас действует опытно-промышленный участок, на нем уран добываем. На основе данных опытно-промышленной эксплуатации мы должны подсчитать запасы, утвердить их в ГКЗ (Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых. — *Примеч. ред.*), сделать экономическую модель, которая должна показать рентабельность отработки, все спроектировать и построить. На это у нас всего пять лет. Задача практически невыполнимая, поэтому параллельно с подсчетом запасов наш дивизиональный институт, ВНИПИпромтехнологии, уже начал проектировать. По мере поступления новых данных внесем, если потребуется, корректировки. К тому моменту, как мы подадим документы в ГКЗ, у нас будет готов проект, с которым мы пойдем в Главгосэкспертизу. В проекте на Добровольном будет заложена наша новейшая разработка — мобильная сорбционно-десорбционная

установка (МСДУ). На ней, кроме сорбции, мы будем выполнять десорбцию.

— На какой она стадии готовности?

— Мы отправили техническое задание заводу-изготовителю, ВНИПИпромтехнологии считает нагрузки. МСДУ отличается от традиционной конструкции отсутствием капитальных строений с заглубленными фундаментами. Экономим материалы, силы, средства на строительстве, согласованиях, а после завершения эксплуатации — демонтаже и рекультивации. Экономия немалая, мы ее увидели еще на МСУ: ее под ключ построили за полгода, обычную ЛСУ — за полтора. Все эти наши планы рассчитаны до 2045 года.

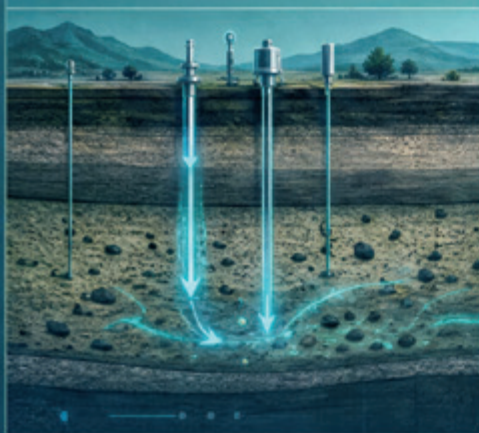
— А что будет потом?

— Дальнейшие планы будут строиться с учетом результатов геологоразведки на поисковых активах. Для поисковых работ мы смотрим на Воробьевскую залежь Хохловского месторождения. Речь идет о потенциале в 2000–3000 тонн урана и о сроке отработки лет в десять.

Но история долгая: сначала — поисковые работы, потом — детальная геологоразведка и только потом — строительство и отработка. Это горизонт минимум пяти, а вероятнее, семи лет. Поэтому нам надо сделать все возможное и невозможное, но продержаться и запустить Добровольное.

Упрощенная схема получения концентрата природного урана методом скважинного подземного выщелачивания

1 Закачка слабого раствора серной кислоты в рудную залежь



2 Откачка продуктивного (урансодержащего) раствора



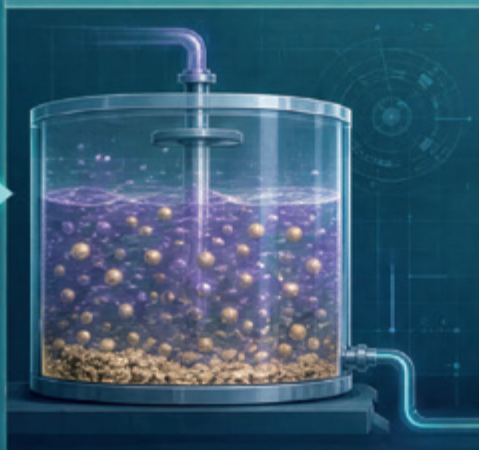
3 Сорбция: прокачка продуктивного раствора через ионообменную смолу



4 Десорбция: переход ионов урана со смолы в раствор под действием реагентов



5 Осаждение: выпадение солей урана в твердый осадок под действием аммиака



6 Сгущение: разделение жидкой и твердой (урансодержащей) фаз



7 Фильтрация: «отжим» жидкости с помощью пресс-фильтров



8 Сушка полученного желтого кека (полиураната аммония)



9 Упаковка готового продукта в контейнеры, отгрузка их потребителю



Текст: Евгений Рожков

Иллюстрация: газета «Страна Росатом» / GPT Image

«Мы одними из первых прошли этот путь»

Курс на независимость: как в атомной отрасли прошел масштабный переход на отечественную операционную систему



Заяна Ачинова

Руководитель
ИТ-блока «Гринатома»

К концу 2024 года «Росатом» завершил один из крупнейших в стране проектов импортозамещения операционных систем: свыше 150 тыс. рабочих мест на более чем 300 предприятиях атомной отрасли перешли с Microsoft Windows на российскую операционную систему (ОС) Astra Linux. За три года команда «Гринатома», ИТ-интегратора госкорпорации «Росатом», прошла путь от пилота до промышленной эксплуатации ОС. Об этом — разговор с руководителем ИТ-блока «Гринатома» Заяной Ачиновой.

Выбор системы

— Расскажите, как «Росатом» выбирал операционную систему. Рассматривались ли другие российские дистрибутивы и какие требования стали решающими?

— Мы рассматривали все, что было на рынке. Но большую часть решений отсекало одно ключевое требование — максимальная защищенность на всех уровнях. Это сертификация по требованиям государственного регулятора в сфере информационной безопасности, сертификация ядра операционной системы, поддержка российского оборудования. Очень много сложных параметров. Как только ты «примеряешь» одно требование, отсекается определенное количество кандидатов.

Помимо безопасности, для нас критичны надежность, совместимость с импортозамещенным оборудованием и программным обеспечением, отказоустойчивость и способность работать под высокой нагрузкой. А также поддержка — база знаний, документация, обучение, наличие компетентных специалистов на рынке. По совокупности этих критериев Astra Linux Special Edition подошла лучше всего.

— Взяли коробочную версию или дорабатывали под себя?

— Коробочную, и это принципиальное решение. Регуляторы каждый месяц выпускают новые требования к безопасности, в том числе со стороны Минцифры, Минпромторга. Мы не можем себе позволить

постоянно дорабатывать ядро системы собственными силами: это слишком дорого и рискованно. Именно поэтому мы берем вендорскую (вендор — компания, производитель или поставщик, которая продает товары или услуги под собственной торговой маркой. — Примеч. ред.) «коробку» и сохраняем возможность обновляться на новые версии ядра вместе с вендором.

От пилота к промышленной эксплуатации

— На каком этапе сейчас находится проект миграции? Сколько рабочих мест уже переведено на новую ОС?

— Проект, по сути, завершен. В конце 2024 года он перешел в режим промышленной эксплуатации. Переведено более 150 тыс. рабочих мест. Сейчас идет тираж на оставшиеся — это новые организации, которые вошли в периметр «Росатома» уже после основного проекта, или те, до кого мы не успели дойти в его рамках. Но основной объем сделан.

— Почему пилотным для внедрения стал Электроэнергетический дивизион?

— На это есть две причины. Первая — «Росэнергоатом» сам вызвался участвовать. Вторая — требования регулятора: энергетический контур находится под особым контролем, и к нему предъявляются

Подробности

Astra Linux Special Edition — защищенная редакция российской операционной системы Astra Linux, разработанной компанией «РусБИТех-Астра». В отличие от Common Edition (для домашних пользователей), версия SE включает встроенные средства защиты, мандатный контроль доступа и другие механизмы, обязательные для объектов критической инфраструктуры.

Словарь

Ядро операционной системы (kernel) — центральная часть ОС, управляющая аппаратными ресурсами компьютера: процессором, памятью, дисками, сетью.

Обновление ядра — одна из ключевых процедур поддержания безопасности системы.

приоритетные требования по импортозамещению критически важных направлений деятельности. Так что здесь сошлись и желание, и необходимость.

— Какие дивизионы охвачены больше всего?

— Практически во все мы уже зашли. Максимальное количество рабочих мест охвачено в самых крупных дивизионах — Топливном, Электроэнергетическом, ЯОК. Именно там сосредоточена наибольшая концентрация сотрудников.

Опыт перехода

— С какими трудностями вы столкнулись при интеграции новой операционной системы с существующей инфраструктурой?

— Самое сложное — это совместимость. Не в том смысле, что вендор написал в документации «совместимо с такими-то программами», и все заработало. Когда ты приходишь в реальную инфраструктуру конкретной организации, это всегда отдельная вселенная. Настройки, которые нужны для работы одной системы, могут быть противоположны тем, что требуются для другой.

Приведу конкретный пример. У нас работали несколько версий 1С: новая, уже совместимая с импортозамещенным стеком, и старая, рассчитанная на Windows. Так вот, настройки гипервизора для новой 1С на отечественном оборудовании и российской СУБД — один набор параметров. А для старой 1С на том же железе — совершенно другой, причем местами противоположный. И оба набора должны сосуществовать в одной инфраструктуре.

Был и такой случай: при расчете себестоимости на крупном предприятии система стабильно падала на четвертом часу работы. Работали вместе эксперты от нескольких вендоров — разработчики операционной системы, специалисты по СУБД, по прикладному ПО — и долго не могли найти причину. В итоге оказалось, что обновление конфигурации одного из сопутствующих компонентов давало конфликт с другими. Вот так это и работает: каждое обновление — потенциально новая вселенная.

Но именно через такие случаи мы накопили колоссальный опыт. Я считаю, «Росатом» внес реальный вклад в развитие всей экосистемы: вендоры,

работая с нами, сами дорабатывали свои продукты, корректировали рекомендации, улучшали совместимость.

— Как обстоят дела с тяжелым инженерным и отраслевым ПО, которое исторически писалось только под Windows? Я слышал, что с SAP долго не могли расстаться.

— Скажу честно: SAP в каком-то виде у нас еще есть. Часть старых отраслевых систем, написанных под Windows, еще работает — они, что называется, доживают свой срок: где-то два-три месяца, где-то полгода. Но это уходящая история.

Мы решали эту проблему несколькими путями. Где-то писали собственный код, чтобы закрыть конкретную потребность. Где-то вместе с вендором вырабатывали требования к доработке платформы — и вендор поставлял нам уже обновленную версию. Сейчас многие вендоры подтвердили совместимость с Astra Linux: 1С уже давно работает в полном стеке импортозамещения, «Нанософт» со своей САПР-платформой тоже подтвердил совместимость.

Замена привычного

— Что получает пользователь на рабочем месте вместо привычных программ Windows?

— Здесь важно понимать специфику «Росатома». У нас есть собственные отраслевые решения: мессенджеры, системы электронного документооборота, RP-платформы — они разрабатывались внутри отрасли и изначально заточены под нашу инфраструктуру. Для офисных задач используются отдельные решения — например, продукты линейки «Мой офис».

Словарь

Гипервизор — программное обеспечение для виртуализации, позволяющее запускать несколько операционных систем на одном физическом сервере.

СУБД (система управления базами данных) — программа для хранения, обработки и управления данными. В «Росатоме» на смену западным Oracle и MS SQL пришли российские аналоги — PostgreSQL-совместимые Postgres Pro и Tantor.

SAP — немецкая компания, крупнейший в мире поставщик корпоративного ПО для управления предприятием (ERP-системы), в 2022 году ушла с российского рынка. Российские альтернативы — 1С, «Галактика» и др.

Что касается бесшовности взаимодействия — она обеспечивается на уровне самой архитектуры Astra Linux. Операционная система за последние годы серьезно изменилась по сравнению с более ранними версиями. Если возникают проблемы с совместимостью между, скажем, офисным пакетом и мессенджером — это, как правило, временная история, решается в течение получаса-часа после выхода патча. Массовых многодневных простоев я не припомню.

Бывает, правда, что вендоры выпускают обновления несинхронизированно между собой. Тогда приходится ждать патча один-два дня. Это неприятно, но не критично.

— Как обстоят дела с драйверами для специфического оборудования на предприятиях (скаanners, плоттеры, промышленное оборудование)? Стала ли эта проблема менее острой за последние два года?

— Эта проблема была «головной болью» на старте перехода, особенно с учетом специфики предприятий, где помимо офисных принтеров есть промышленное оборудование. Но за последние два года ситуация кардинально изменилась в лучшую сторону. Вендоры ОС и производители оборудования начали активно сотрудничать. У Astra Linux, например, есть официальная программа Hardware Ready For Astra Linux. Там регулярно обновляется реестр оборудования (от принтеров HP до промышленных контроллеров), которое уже протестировано и гарантированно работает. Это огромный шаг вперед.

Плюс драйверы из «коробки». В новых версиях Astra Linux значительно расширена встроенная база драйверов. Обновлено ядро, что позволило поддерживать современное железо без «танцев с бубном».

Появились инструкции и «резервные» варианты. Даже если для редкого устройства нет родного драйвера, сейчас есть четкие рекомендации: использовать универсальные драйверы или драйвер Raw Queue. Это не дает полной функциональности, но базовую печать, как правило, запустить позволяет. Производители тоже подтянулись и уже выкладывают готовые инструкции и драйверы для Astra Linux.

Реакция пользователей

— Как сотрудники восприняли переход? Наверное, было трудно привыкнуть?

— Небольшое недовольство было, особенно в первые месяцы, прежде всего у сотрудников «Росэнергоатома», которые были в пилотном проекте. Это ожидалось, ведь так уж устроен человеческий мозг: он не готов отказываться от привычного.

Мы прошли все стадии: сомнение, неприятие, отторжение и в итоге принятие. Я считаю, что принятие во многом произошло благодаря объяснениям наших руководителей. Руководство, включая главу «Росатома» Алексея Евгеньевича Лихачева и директора по информационным и цифровым технологиям госкорпорации Евгения Михайловича Абакумова, последовательно объясняло: мы делаем это не потому, что нам захотелось поменять кнопку «Пуск», это задача технологического суверенитета страны. Когда люди это поняли, началось принятие. А потом пришло и осознание, что на самом деле разница невелика. Это дело привычки.

Я сама начала работать в Astra Linux до того, как подписала приказ о переводе своего подразделения на эту ОС. Специально, чтобы понимать, с чем столкнутся коллеги. Ругалась ли я? Да, было. Но я айтишник и понимаю, зачем это нужно. У обычного пользователя, который просто привык к своему рабочему инструменту, реакция была острее. Это нормально.

Словарь

САПР — система автоматизированного проектирования (CAD-система). Используется инженерами для создания чертежей, 3D-моделей, проектной документации.

«Нанософт» — российский разработчик САПР-платформы napoCAD.

«Мой офис» — российский офисный пакет (аналог Microsoft Office), включающий текстовый редактор, таблицы, презентации.

Патч — небольшое обновление программного обеспечения, исправляющее конкретные ошибки или уязвимости без замены всей программы.

Безопасность в приоритете

— Какие возможности Astra Linux по защите информации наиболее важны для «Росатома»?

— Ключевое — это сертифицированная операционная система. Сертификация сама по себе — огромная работа: документы, средства защиты информации, встроенные механизмы безопасности, каждый из которых тоже должен быть сертифицирован отдельно. Это может стоить дороже, чем разработка самого программного обеспечения.

Технически для нас особенно важна контейнеризация. Если говорить простым языком, это возможность изолированно запускать несколько приложений или сервисов внутри одной операционной системы так, чтобы они не мешали друг другу и не могли получить несанкционированный доступ к данным соседних процессов. Чтобы реализовать это в Astra Linux, вендору в свое время пришлось переписать ядро системы. Это

была большая работа, но именно она позволяет нам выдерживать высокую нагрузку без потери безопасности.

— **Насколько реальна угроза взлома, особенно с учетом развития ИИ-инструментов для поиска уязвимостей?**

— Каждую ночь инфраструктуру нашей отрасли кто-то пытается взломать. Сканирование, зондирование — это ежесуточная реальность. Гипотетически взлом возможен, но с учетом закрытого контура и выстроенной архитектуры это крайне сложная задача.

Я замечаю, что отношения между ИТ-службами и службами информационной безопасности меняются. Раньше айтишники воспринимали новые требования служб ИБ как помеху: «Ну опять эти требования, когда они успокоятся?» После того что произошло с рядом крупных российских компаний в прошлом году (например, взлом систем «Аэрофлота». — *Примеч. ред.*), мы стали союзниками. Регуляторы ежемесячно выпускают обновления требований — и вендоры их выполняют, встраивая патчи в релизы. Это и есть система.

Живые знания

— **Чему «Гринатом» научился за эти три года? И какой опыт оказался самым ценным?**

— Главное: мы накопили колоссальную внутреннюю базу знаний. Наши специалисты теперь точно знают: при такой-то конфигурации оборудования, таком-то количестве одновременных пользователей, таких-то интеграционных потоках — нужны вот эти настройки. Это живые знания, добытые через реальные проекты. Второе: мы не просто отдали проект подрядчику. Мы обучали своих специалистов параллельно с внедрением, накапливали компетенции внутри. Сейчас часть работ по адаптации специфического ПО мы делаем самостоятельно.

Мы же одними из первых прошли этот путь в стране. До сих пор к нам приходят на референс-визиты крупные компании, которые только начинают импортозамещение. Мы с удовольствием делимся опытом — и хорошим, и тем, что давался с трудом.

Словарь

СЗИ — средства защиты информации. Включает как программные компоненты (антивирусы, межсетевые экраны, системы обнаружения вторжений), так и аппаратные. В защищенных системах СЗИ должны быть сертифицированы уполномоченными органами.



— **Что дальше? Каковы планы на ближайшее время?**

— Фокус на повышении эффективности и производительности. Несколько конкретных направлений. Подробнее остановлюсь на одном: нам предстоит решить задачу стандарта образа рабочего места.

Сейчас ситуация следующая. Есть офисные стационарные компьютеры, подключенные к корпоративной сети передачи данных. А еще с 2020 года в атомной отрасли действует система «КУРС» — корпоративный удаленный рабочий стол. Она обеспечивает доступ к корпоративным системам с ноутбуков из любой точки России. Вне КУРС на этих ноутбуках тоже установлено корпоративное программное обеспечение.

Нюанс заключается в том, что за наполнение и обновление трех рабочих столов (офис, КУРС и вне КУРС) отвечают разные подразделения, поэтому вид и наполнение рабочего окружения немного отличаются. Наша цель — стандартизировать как внешний вид, так и состав преднастроенного для пользователя программного обеспечения. Получив единый, воспроизводимый и управляемый рабочий стол пользователя, мы сможем централизованно управлять всей экосистемой рабочих мест «Росатома».

Все это в итоге должно привести к тому, что рабочее место на Astra Linux станет для пользователя не чем-то, к чему пришлось привыкнуть, а комфортной, современной средой. К этому и идем.

Цифровые «сапожники с сапогами»

Как «ДЖЭТ» развивает свою систему моделирования и чем она может помочь промышленному сектору



Сергей Букреев

Заместитель генерального директора по цифровым технологиям ИТЦ «ДЖЭТ»

К заместителю гендиректора по цифровым технологиям инженерно-технического центра «ДЖЭТ» (ИТЦ «ДЖЭТ», входит в Электроэнергетический дивизион «Росатома») Сергею Букрееву мы пришли, чтобы узнать подробности о готовящихся инновациях в главный цифровой продукт компании — REPEAT (применяется для математического моделирования) — и его рыночных перспективах. В REPEAT появится ИИ-ассистент, компания выходит в новые отрасли промышленности (аппаратостроение, нефтегаз, электротехнику) и на внешние рынки, подбирая наиболее приемлемую для всех сторон форму сотрудничества.

Ежегодные обновления

— Сергей, расскажите, пожалуйста, как изменяется REPEAT. В октябре 2025 года вышла новая версия. Чем она отличается от старой?

— Мы в конце каждого года выпускаем большое обновление и четыре меньших обновления в течение года. В 2025 году мы сконцентрировались на расчетном ядре, так как наша основная компетенция — математическое моделирование и разработка

программного обеспечения на его основе. В этом смысле мы «сапожники с сапогами». Прежде всего, мы сделали мультифизические расчеты объекта. Если в других системах, например, насос и его электрооборудование рассчитываются в отдельных файлах, которые потом надо как-то соединять, то у нас — все на одном «холсте». Так экономится время и исключаются ошибки.

Также мы добавили поддержку нейросетей. Теперь REPEAT может обмениваться файлами формата ONNX с другими системами, например, для моделирования физических процессов. Чтобы получать данные из систем, где расчеты процессов могут идти месяцами, придумали так называемые модели пониженного порядка. Они и держатся на нейросетях. Модель из тяжеловесного софта конвертируется в облегченный ONNX-формат, который мы используем в своих расчетах.

Обновление коснулось и интерфейса: мы внимательно следим за тем, чтобы пользователям не приходилось мучительно бороться с системой в поисках нужных кнопочек и галочек. Поясню на примере: недавно я попробовал повторить в Matlab, известной всему миру платформе для программирования, расчет моделей, которые делал 10 лет назад в аспирантуре. И у меня ничего не получилось. Мне пришлось потратить порядка 40 минут в поиске нужной галочки в меню — и все для того, чтобы сохранить какую-то переменную и все, наконец, рассчитать. Во избежание подобных историй у наших пользователей мы даем возможность либо просто запустить процесс, либо поменять определенные настройки тут же, в меню справа. Суть любого инженерного софта — выполнять расчеты не только точно, но и быстро.

— А на REPEAT вы свою аспирантскую модель пробовали запускать?

— Пробовал и без лишней скромности отмечу, что с расчетами на REPEAT проблем не возникло, а скорость расчета была в разы выше. Этот прецедент может стать основой для нашей отдельной инженерной публикации. Возвращаясь к обновлениям: мы дополнили библиотеку элементарных блоков, сейчас у нас их порядка полутора тысяч. Их можно использовать как в готовом графическом виде, так

Подробности

REPEAT (REal-time Platform for Engineering Automated Technologies) — программная платформа для динамического моделирования сложных технических систем. Позволяет создавать цифровые двойники энергоблоков, проводить виртуальные испытания и оптимизировать производственные процессы. Полностью импортонезависимая разработка «ДЖЭТ».

Словарь

ONNX (Open Neural Network Exchange)

— это открытая экосистема и формат с открытым исходным кодом, предназначенный для представления моделей машинного обучения, включая глубокое обучение и традиционное машинное обучение. Его основная цель — обеспечить совместимость между различными фреймворками, инструментами и платформами, позволяя разработчикам переносить модели между ними и выбирать оптимальные инструменты для конкретных задач. Стандарт определяет общий набор операторов и формат файлов, что позволяет разработчикам использовать модели на различных платформах и в средах исполнения и применять различные компиляторы.

и в программировании. Это зачастую очень актуально для инженеров. Библиотека обширная, но, если для каких-то задач их не хватает, у нас реализована поддержка открытых библиотек на различных языках программирования.

— Вы предоставляете свободный доступ к библиотекам?

— Есть два варианта. Первый — через веб-сервис. Это излюбленный студентами способ выполнения лабораторных, научных, дипломных работ. Второй — установка у клиента на корпоративный сервер и рабочие места, чтобы обеспечить сохранность данных, соответствовать требованиям к информационной безопасности и прочее.

— Какие обновления готовите в этом году?

— Идем в ногу со временем и планируем в июле этого года выпустить свой ИИ-ассистент. Сейчас они, кажется, есть в каждом приложении.

— Как назовете?

— Над именем думаем. Есть несколько вариантов, но идеальное пока не найдено. В любом случае ключевая его ценность не в имени, а в пользе. В нем есть потребность, потому что документации стало больше и простой справки недостаточно, чтобы найти нужную информацию. Например, студенту надо смоделировать подвеску автомобиля. Он заходит в интерфейс, и по запросу ассистент будет выдавать ему информацию, в какой библиотеке находится нужный модуль, например пружинная подвеска, какие уравнения выводить, как произвести расчет. Ассистент будет глубоко интегрирован в платформу. Наша задача — чтобы он помогал в выстраивании модели и мог сразу что-то «нарисовать». Но конечное решение остается за человеком.

— Это иллюзия. Если студенту что-то предложить, он это возьмет, не раздумывая.

— Мы все так делаем. Но тут же сталкиваемся с тем, что ИИ не может полностью написать код, подобные заявления — не более чем маркетинг. ИИ-ассистенты и ИИ-агенты, те же Claude от OpenAI, GigaCode от «Сбера», хороши в разработке кода и действительно ее ускоряют из-за большой контекстной базы: исходных кодов сейчас гораздо больше, чем инженерных знаний, доступных для обучения ИИ-агентов. Эти знания до сих пор чаще всего остаются в головах инженеров, КБ, научных центрах. Они там не документированы, разрознены. Поэтому ИИ-агенты для инженеров справляются далеко не со всеми задачами. Опыт их внедрения уже есть для PLM-систем (управления жизненным циклом изделий. — *Примеч. ред.*), но по запросу «напиши мне приложение» ИИ выдаст результат, который вас вряд ли удовлетворит. В приложении будет избыточный код, работать он будет плохо, с ошибками. Я считаю, что ИИ как инструментом надо уметь пользоваться. Если есть знания и базовая экспертиза, он тебя усиливает. Если же нет — не стоит ждать чуда. Согласитесь, если водителя без опыта вождения гоночного авто посадить за руль McLaren или Ferrari, он, скорее всего, покажет нулевой результат.

— ИИ не заменит молодых специалистов?

— Действительно, сейчас прослеживается тенденция отказа от младших разработчиков в пользу ИИ. Однако это значит, что не только младших будет становиться все меньше, но будут постепенно исчезать и средние, и старшие, которые умеют пользоваться этими инструментами. Поэтому, думаю, через какое-то время вернемся к прежнему циклу. Но процесс трансформируется, потому что сохранится основная тенденция — уходить от ручного написания кода к созданию архитектур и проектированию. Если раньше мы сначала проектировали, а потом кодировали, то сейчас проектируем, а потом пишем промпт, отдаем его ИИ и разбираемся, что нам выдал наш ИИ-агент. В профессиональных командах, где эту науку уже постигли, процесс разработки софта значительно ускорился. Мы только на пути к этому, но ускорением в десятки процентов уже похвастаться можем.

— Что еще будет, кроме ИИ-агента?

— Больше инструментов для тестирования автоматизированных систем управления технологическим процессом, АСУ ТП.

Рост спроса

— Хорошо ли продается REPEAT?

— REPEAT планомерно начинает занимать свою устойчивую нишу на российском рынке. Конечно, в идеальной картине мира каждое новое обновлениекратно приумножает число наших покупателей,

но на практике такие «быстрые» продажи — это миф. Фактический цикл продаж инженерного софта достаточно долгий, потому что инженеры — очень требовательные клиенты. Однако в этом году мы фиксируем резкий, в пять-семь раз, рост интереса. Спрос на тестирование софта и пилотные проекты колоссальный.

— Это заслуга ваших маркетологов или сейчас на российском рынке сложилась такая ситуация и вам просто повезло?

— И то и другое. Если «не шуметь», как говорил Стив Джобс, то о тебе и не услышат. Поэтому мы, можно так сказать, шумим, в том числе после 23:00. Другая часть истории — все сейчас ищут альтернативы зарубежным системам. В бизнес-сфере российские системы уже раскрутились и набрали хороший темп. В инженерной сфере, особенно в математическом моделировании, рост только начался. Тут важно, конечно, услышать своих клиентов и закрыть их болевые точки. Например, клиентам очень понравился наш конвертер из Matlab в REPEAT. У него есть зоны роста, но он изрядно сокращает время перехода с одного софта на другой.

Мы понимаем, что процесс этот долгий, своего рода марафон. У одних сформировались привычки, другие демонстрируют сопротивление новому софту, а третьи до сих пор используют пиратское ПО. Но время идет, и в этом году, по-видимому, произошел перелом. Если раньше нам приходило 30–50 запросов, то сейчас их больше 200. И для нашей сервисной службы, и для маркетологов это тоже большой вызов, потому что источник запросов разношерстный — здесь разработчики и летательных аппаратов, и холодильного оборудования. У каждого — свои особенности, к каждому — свой подход.

В разных отраслях

— В каких отраслях вы работаете? Вы специализировались на энергетике, но, похоже, сейчас спектр расширился.

— Да, это так. Например, с 2023 года мы участвуем в проектировании отечественного МРТ-аппарата 1,5 Тл. Это необычный для нас опыт. Коллеги попросили нас помочь с разработкой управляющего софта. Мы согласились не сразу — специфика совсем не наша, а задача стоит ответственная. На кону разработка медицинского аппарата, который играет важнейшую роль в обеспечении максимальной точности диагностики в медицине, недостижимой для других методов визуализации. Отечественный МРТ можно будет использовать в неврологии, онкологии, ангиологии и др.

Волею судеб один из моих одноклассников занимался сервисом аппаратов МРТ. Я обратился к нему с просьбой показать системы с инженерной точки зрения и софт. После этого у меня в голове сложилась нужная картинка.

Сразу стало понятно, что в нашем МРТ-аппарате есть что промоделировать, провести дополнительные расчеты. А эти расчеты и модели прямо влияют на ПО для управления аппаратом. Фактически встала та же задача, которую мы решаем, создавая тренажеры для электростанций: сделать симулятор, написать ПО и все протестировать. Это наша ключевая компетенция. Мы погрузились в специфику, выстроили отношения с НИИ технической физики и автоматизации, который разрабатывает МРТ, медицинским сообществом, приборостроителями. Этот проект сильно расширил и углубил наши компетенции в разработке ПО. С 2025 года мы выполняем НИОКР: разрабатываем один из узлов — спектрометр. Его тоже надо смоделировать и создать для него конструкторскую документацию.

— На какой стадии сейчас находитесь?

— Окончание основных опытно-конструкторских работ запланировано на текущий год. Работа кипит: постоянно проходят испытания, приезжают врачи, тестируют софт и установку, дают обратную связь. Труды мы вложили очень много, но и отзывы хорошие. Мы, конечно, отчасти вдохновлялись опытом конкурентов, но привнесли много своего, особенно в части интерфейса. То, что наши врачи не могли донести до GE и Siemens, мы услышали и учли.

— Расскажите, как шла работа.

— Сначала сделали симулятор и получали снимки на нем. Потом, узел за узлом, подключали реальное оборудование: магнит, стойки охлаждения, компрессор и прочее. Благодаря симулятору все изменения, которые потребуются внести на стадии опытной эксплуатации, можно будет заранее проработать и проследить, чтобы не было ошибок. Для нас также ключевым фактором является передача знаний: команда неизбежно будет обновляться, а все знания сохранятся. Поэтому для новичка адаптация и ввод в курс дела будут проходить значительно быстрее: симулятор — это вам не инструкция на бумажке.

— С кем еще сотрудничаете?

— С производителями электроэнергетического оборудования большой мощности. Это был большой заказ, софт они активно используют, мы им его регулярно обновляем. С одной из нефтегазовых компаний мы два года участвуем в разработке платформы для управления цифровыми двойниками и тренажерами для нефтеперерабатывающих установок. REPEAT на этой платформе — один из ключевых узлов. К нам пришли, чтобы снизить зависимость от зарубежных вендоров и удовлетворять требованиям кибербезопасности. С ними есть позитивный пример победы над бюрократией двух больших корпораций. У них есть свой технопарк, и, чтобы протестировать в нем наши возможности, нам предложили заполнить очень толстую пачку документов. Когда мы ее увидели и поняли, что часть документов даже не вправе

предоставить, то предложили выделить им часть нашего облака, чтобы они попробовали возможности нашей системы. И все получилось.

За рубежом

— Вы уже вышли на внешние рынки. Где представлены? Как вас там воспринимают?

— На данный момент интерес для нас представляет рынок Азии, в частности Индии и Китая. За прошлый год мы подписали ряд соглашений и контрактов на дистрибуцию софта в этих двух странах. Более того, развернули адаптированную версию REPEAT в доменных зонах обеих стран с поддержкой английского, а в Китае — еще и китайского языка.

— Какова бизнес-модель?

— Бизнес-модель аналогична российской — продажа лицензий и внедрение: установить, обучить, возможно, сделать совместно какой-то цифровой двойник. Облачный доступ позволяет клиентам быстро понять и протестировать продукт.

Также у нас запущена большая программа с учебными заведениями. В апреле мы проводили в Индии обучение по тренажерам АЭС и математическому моделированию. Первый день — теоретический, второй был приближен к тренажерной тематике и технологиям, а третий день полностью посвящен практике. Познакомились с интерфейсом, попробовали выполнить обычную работу операторов при нормальной эксплуатации — разгрузить электрическую мощность АЭС, затем ее нагрузить. Как ни странно, чтобы разгрузить современную АЭС большой мощности, достаточно нажатия буквально трех кнопок. Не обошлось и без моделирования аварийных режимов. Интересно, но многие испытывают страх перед атомной энергетикой, авариями на АЭС. Не все понимают, насколько безопасны атомные электростанции в сравнении с другими энергетическими объектами в других отраслях. Чтобы нивелировать этот страх, я предложил на нашем тренажере, то есть «в вашей персональной АЭС», «снести» все показатели и посмотреть, как будет развиваться процесс. Пустились во все тяжкие: обесточили, сделали другое, третье. Смотрим: а все холодное, все системы безопасности, пассивные и активные, работают. И на самый крайний случай у нас есть ловушка расплава! В этом году планируем еще несколько подобных обучающих семинаров провести на базе Индийского института технологий Бомбея.

И будем честны: простая продажа российского софта на рынках других стран довольно сложна. Рынок открытый, океан там не голубой, а алый, и акулы там плавают большие и страшные, поэтому надо выделяться. Наша уникальность в том, что российские знания и образование очень сильны и традиционно высоко котируются. Поэтому, когда софт — тренажер, платформа по моделированию — дополняется экспертизой и обучением, после которого еще и сертификат

дадут, партнерам это становится действительно интересно.

— А в Китае?

— У нас есть текущие контракты на поставку тренажеров и лицензий, но есть сложности из-за возможных требований разместить там исходные коды и систему сборки. Как вариант — можем сделать разделение рынка и продукта, так называемую вилку, fork. Разработчик передает партнеру продукт и договаривается о том, что на определенный срок он не предлагает этот продукт на рынке партнера. Партнер после разделения развивает продукт самостоятельно. Это нормальный путь, принятый в международной практике. Но надо понимать, что исходного кода сейчас накоплено очень много и его активно используют для тренировки больших ИИ-моделей, поэтому ценность исходного кода постепенно падает из-за развития ИИ.

— Вы сказали про рост спроса на REPEAT. А насколько конкурентен российский рынок инженерного ПО? С кем приходится конкурировать?

— Как ни прискорбно, главная борьба разворачивается с пиратскими версиями. Это до сих пор очень сильно распространено и у нас, и на рынках стран СНГ. Матерые специалисты в инжиниринге и математическом моделировании в интервью рассказывают о том, как они купили пиратский диск с софтом на «Горбушке» и до сих пор им пользуются. Если в игровой культуре ситуация переломилась и сейчас нормально — иметь свой аккаунт, платить за него и играть, то инженерному софту есть куда стремиться.

— Что делаете, чтобы переломить ситуацию в вашем сегменте?

— Она меняется за счет требований к кибербезопасности. Какой пиратский софт в корпоративных сетях? Но на самом деле другого пути, кроме как сделать хороший и удобный продукт, нет.

— Но такой путь — это тоже марафон.

— Да. И особая философия. Далеко не у всех разработчиков есть установка на хороший продукт.

— А у вас?

— У нас эта философская установка есть — и она буквально вшита в процесс. Хороший продукт — это не разовое достижение, а постоянная дисциплина: от требований до релиза и дальше. Да, это марафон, и не каждый готов его бежать. Но рынок сам все расставляет по местам: удобство и надежность в корпоративном сегменте сегодня — не преимущество, а обязательный минимум. Мы не просто делаем новый функционал, мы следим, чтобы им реально было удобно пользоваться. И я лично в этом участвую: сажусь с командой, прохожу сценарии, ищу болевые точки. Потому что нельзя доверять такой контроль кому-то другому.

Текст: Ирина Дорохова

Инфографика: «Консист-ОС»

Феноменология ИИ

В «Росатоме» обсудили, что такое искусственный интеллект, его возможности и риски

Тема искусственного интеллекта сейчас в центре внимания: о ней говорят ученые, экономисты, социологи, политологи и многие другие. Атомщики — не исключение: системы ИИ в «Росатоме» внедряют в различные бизнес- и производственные процессы. Чтобы привести представления об ИИ к общему знаменателю, департамент поддержки новых бизнесов блока по развитию и международному бизнесу «Росатома» организовал лекцию, посвященную ИИ, в рамках серии семинаров по различным аспектам цифровизации.

Семинар открыла лекция главного эксперта компании «Консист-ОС» (входит в «Росатом») Александра Прохорова. «Искусственный интеллект преподносится консалтинговыми компаниями как вершина эволюции инфокоммуникационных технологий и инженерного знания», — начал он. Так, из диаграммы Deloitte Research (рис. «ИИ как вершина эволюции процесса работы с данными») следует, что это первая технология, которая позволяет заменить практически все этапы работы с данными: производство, сбор, хранение, обработку, передачу и применение.

Сложности определения ИИ и его рынка

Чтобы осознать место России в гонке искусственного интеллекта, необходим количественный анализ рынка ИИ. Но для этого важно определить, что входит в само понятие «ИИ». В разное время искусственным интеллектом называли разные системы: символьный и генетический ИИ, системы классического машинного обучения, компьютерное зрение, машинную обработку текста, генеративный ИИ, а в настоящее время чаще всего — агентный ИИ. Это совершенно разные технологии с разными задачами, возможностями, сильными и слабыми сторонами. Например, генеративный ИИ страдает таким явлением, как галлюцинации, но нельзя переносить это свойство на другие типы ИИ, где такой проблемы нет. Тем не менее маркетологи и экономисты объединяют различные виды ИИ, чтобы охарактеризовать весь рынок ИИ и решить задачу распределения инвестиций и управления отраслью. Разные аналитики могут относить к ИИ различный набор технологий. Это приводит к тому, что оценки рынка ИИ расходятся в разы.

Так, по данным консалтинговой компании MarketsandMarkets, объем рынка ИИ в 2025 году составил \$370 млрд. По данным другой компании, Gartner, — \$1,5 трлн. Разница в цифрах отражает разницу в методиках оценки рынка: фактически речь идет о том, что включено в понятие «рынок ИИ», а что — нет.

Так, по оценкам Gartner, наибольшую долю (20%) занимают ИИ-смартфоны. Смартфоны высокого класса, оснащенные NPU-чипами (от Neural Processing Units. — Примеч. ред.), способны локально, без обращения к облаку, обрабатывать ИИ-модели младшего уровня. Еще 18% — ИИ-серверы. На третьем месте с долей 14% — чипы, не включенные в серверы.

ИИ как вершина эволюции процесса работы с данными



Источник: Deloitte Research

И только на четвертом месте с долей 11% — ИИ-приложения, то есть не инфраструктура для функционирования ИИ-решения, а его интеллектуальная основа.

У MarketsandMarkets картина иная. Если Gartner учитывает полную стоимость сервера, то MarketsandMarkets — только ИИ-чипы и ИИ-ускорители внутри сервера. Кроме того, MarketsandMarkets считает только B2B-рынок и не учитывает конечные пользовательские устройства, куда входят ИИ-смартфоны.

Оценивая рынок приложений, следует различать ПО, где ИИ выполняет основную функцию (например, в таких продуктах, как ChatGPT, Claude и других LLM-моделях), и продукты, где ИИ — лишь вспомогательный компонент. Таков, например, Photoshop, использующий ИИ для обработки изображений или видео: сам продукт остается графическим редактором.

В разное время в центре внимания сообщества находились разные ИИ-технологии. Одни уходят с рынка, другие увеличивают свою долю. Так, по экспертным оценкам, у систем символьного и генетического ИИ, зародившихся в 1980–1990-е годы, в настоящее время осталось порядка 3–10% рыночной доли. У классического машинного обучения, появившегося

Разные технологии как части одного комплексного решения



Сегментирование по технологии, доля на мировом рынке и стоимость разработки модели

Символьный и генетический ИИ	Классическое машинное обучение (ML)	Компьютерное зрение	Классическая обработка текста (NLP)	Генеративный ИИ	Агентный ИИ (пересекается с генеративным)
Экспертные системы, генетические алгоритмы, работающие по принципу биологической эволюции (отбор, скрещивание, мутации)	Линейная регрессия, деревья решений, метод опорных векторов и др.	Нейросети, которые видят: распознают лица, дефекты, объекты на фото и видео	Извлечение сущностей из текста и устной речи. Не генерирует новый контент	Создание контента: текст, код, изображения, аудио (синтез речи, музыка), видео	Системы, которые сами решают: «Мне нужно сходить в API, потом в базу данных, потом отправить письмо» — и делают это
3–10% \$20–500 тыс.	25–40% \$10–50 тыс.	10–25% \$5–150 тыс.	3–12% \$15–300 тыс.	15–35% от \$50 тыс. (дообучение) до \$5 млн+ (с нуля)	5–20% от \$200 тыс. до \$1 млн+
1980–1990-е	2000-е	2012+	2015–2020	2022–2023	2025–2026

Оценка на основе экспертных интервью и открытых источников. Границы между сегментами имеют перекрытия. Стоимость разработки модели усреднена

в 2000-е, — доля наибольшая, 25–40%. У систем обработки текстов (не включая генеративный ИИ), начавших развитие во второй половине 2010-х, — 3–12%. У генеративного ИИ, активно развивающегося с 2022 года, — 15–35%. У наиболее молодого направления, агентного ИИ, — от 5 до 20%, причем последние две технологии сложно разграничить, они пересекаются. Это общемировые данные, в России пропорция, вероятно, другая: доля генеративного и агентного ИИ несколько ниже, а доля компьютерного зрения и классического машинного обучения, наоборот, выше.

Любопытно, что среди участников глобального бизнеса в области генеративного ИИ (включая разработчиков моделей, облачной инфраструктуры и ИИ-чипов) львиную долю получают именно разработчики чипов, а не разработчики моделей. Максимум доходов приходится на NVIDIA — ключевого производителя чипов для ИИ, а компании-разработчики, от стартапов до OpenAI и Midjourney, делят относительно небольшой рынок. Для сравнения, по данным консалтинговой компании Altimeter, в 2024 году на производителей чипов для генеративного ИИ приходилось порядка \$75 млрд, в то время как на разработчиков генеративных моделей — всего \$5 млрд.

О развитии ИИ в России и ее месте в мире можно судить по косвенным признакам, например по объему вычислительных ресурсов. Так, по данным Оксфордского университета, на долю США приходится 63%, Китая — 28%, Европы — 4%, всего остального мира, куда входит и Россия, — 5%. По прогнозам, с 2020 по 2030 год общие мировые затраты на ЦОДы

вырастут более чем на порядок — с \$0,14 трлн до \$1,7 трлн.

Возможности и угрозы, связанные с ИИ

ИИ оказывает огромное влияние на технологический суверенитет страны. Александр Прохоров выделил пять направлений такого влияния.

Первое — алгоритмический суверенитет — включает контроль над вычислительными ресурсами, необходимыми для обучения моделей и инференса (использования обученной модели ИИ для решения задач на новых данных), и владение передовыми моделями ИИ.

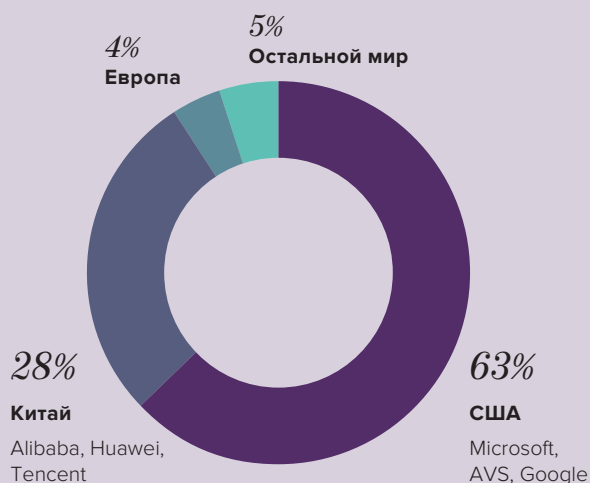
Второе — военный потенциал, который все больше зависит от развития ИИ-компетенций в стране. Это, например, технологии, связанные с летающими, наземными, водными и подводными дронами. ИИ задействован не только в «умных» роботах, но и в системах управления боем и планировании стратегических операций. Кроме того, современные модели позволяют быстро находить уязвимости в софте, которые многие годы не были обнаружены и могут эксплуатироваться злоумышленниками, если те обнаружат их первыми. Возможность находить эти уязвимости позволяет создавать как защитные решения, так и вредоносные системы, способные выводить из строя критическую информационную инфраструктуру противника, и это тоже очень мощное оружие.

Третье направление — информационная война (влияние на умы людей). Современные технологии производства дипфейков на базе ИИ позволяют создавать аватаров, неотличимых от реальных спикеров. Эти технологии дают возможность манипулировать общественным сознанием, влиять на выборы и проч.

Четвертое направление — регуляторная гонка: регулировать будут не территории (страны), а алгоритмы. И тот, кто владеет алгоритмами и внедряет решения на их основе, получает преимущества от владения такими системами.

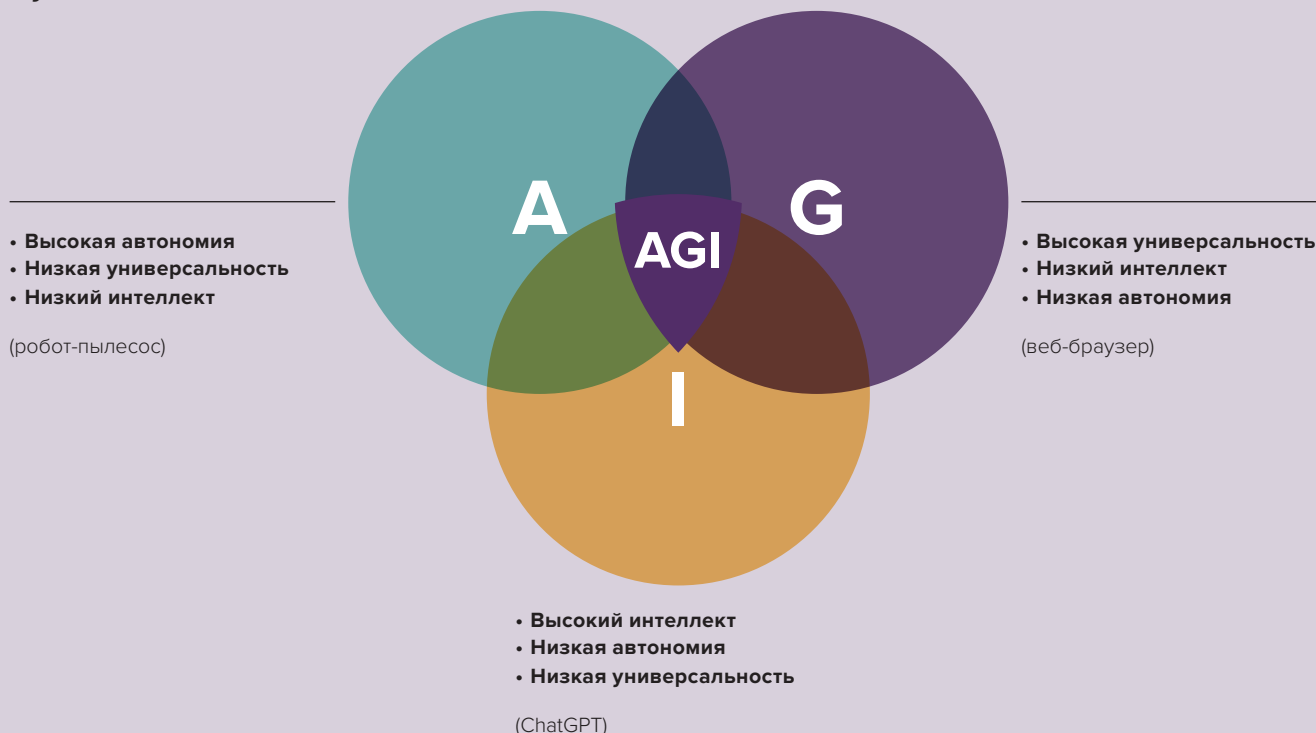
Пятое направление — цепочки поставок. Доступ к передовым чипам становится критически значимым. Компании вроде NVIDIA, поставляющие свои чипы и ускорители, становятся уникальными участниками рынка, по сути, единственным «мостом», по которому идут все остальные. Не случайно капитализация NVIDIA одна из самых высоких в мире. Можно назвать и другие критические точки цепочек поставок: компании TSMC (поставщик полупроводниковых чипов) и ASML (единственный производитель литографов высокого разрешения), доступ к редкоземельным металлам и т.д. Все эти направления определяют новые возможности геополитического влияния стран, добивающихся передовых результатов в развитии искусственного интеллекта. России важно участвовать в этой гонке, уверен Александр Прохоров.

Рейтинг стран (компании-лидеры) по ресурсам на ИИ вычисления



Источник: *habr.com*

Пути движения к AGI



Одна из угроз, связанных с ИИ, — крайне быстрый и плохо контролируемый рост интеллектуальных способностей ИИ. В этой связи в экспертном сообществе опасаются непредвиденных последствий от появления так называемого AGI — сильного или общего искусственного интеллекта. Термин AGI нельзя назвать строго определенным. Одно из его толкований — система с высоким уровнем развития трех ключевых свойств: автономности, интеллекта и универсальности. Пока таких систем не создано. Например, у LLM-моделей, таких как ChatGPT, высокий интеллект, но низкий уровень автономности и универсальности. У роботов (например, роботов-пылесосов) высокая автономность, но низкие универсальность и интеллект. У веб-браузера высокая универсальность (совмещает множество функций) при низком интеллекте и автономии. Считается, что сильный ИИ, сравнимый по интеллектуальному уровню с человеком, может появиться в ближайшие три-четыре года.

Еще труднее предсказать последствия, которые ожидают человечество, если (или когда) AGI разовьется до сверхразума. Шведский философ Ник Бостром в своей книге «Сверхразум: пути, опасности, стратегии», вышедшей еще 12 лет назад, предложил диаграмму развития ИИ. И если посмотреть на динамику появления новых релизов OpenAI GPT, она по форме похожа на эту диаграмму — длительная подготовка и почти вертикальный взлет.

Опасность могут представлять не только системы сильного интеллекта будущего, но и системы

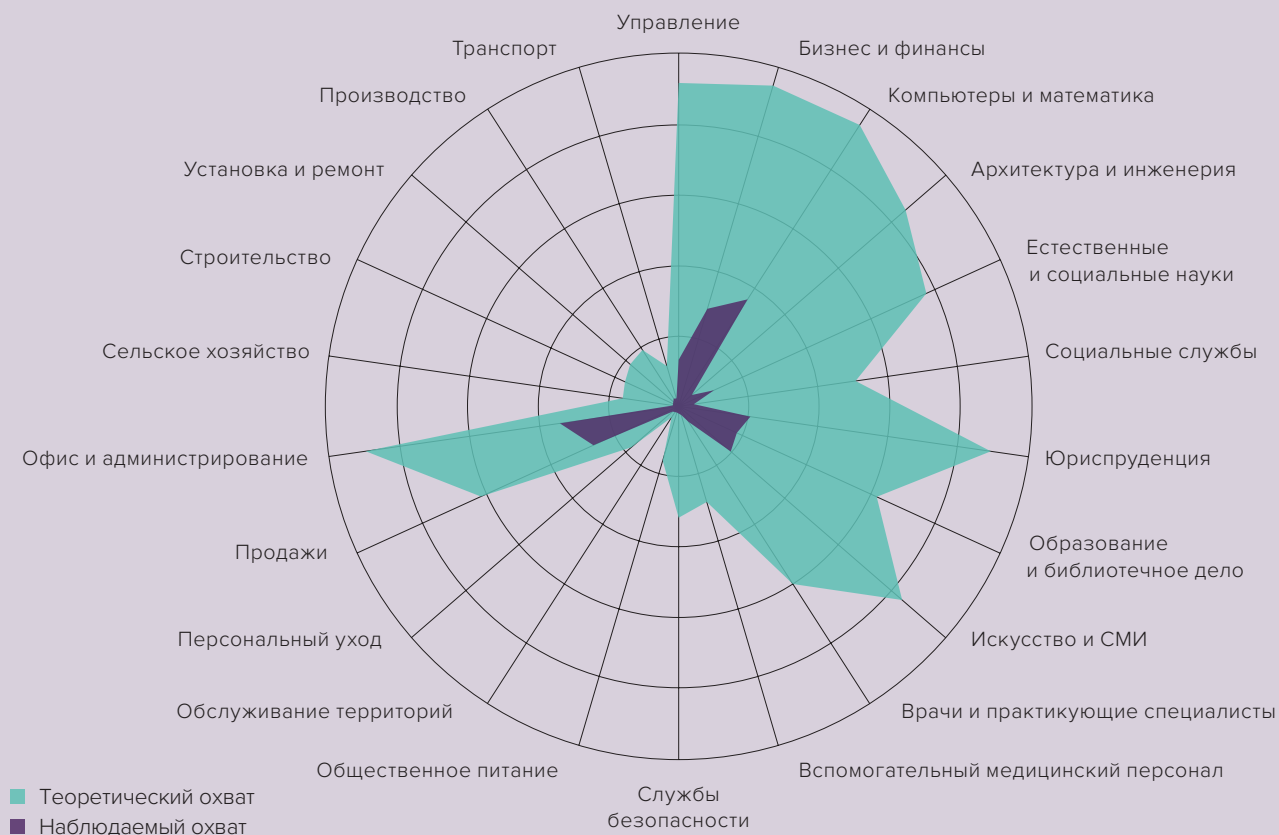
сегодняшние. Так, несколько месяцев назад широко обсуждалось использование модели Claude Mythos Preview для поиска уязвимостей, когда владелец, компания Anthropic, открыла ее узкой группе компаний для тестирования. В частности, Mozilla, разработчик браузера Firefox, в одном только апреле 2026 года, перейдя с более ранней модели Claude Opus 4.6 на Claude Mythos, обнаружила 423 уязвимости — больше, чем за весь 2025 год. Подобные программы могут использоваться не только как средство защиты, но и как средство поиска уязвимостей с целью их эксплуатации для проведения атак, например атак на критическую инфраструктуру.

Сложности верификации результатов LLM-моделей

Исторически добыча нового знания и обучение были долгим, медленным и дорогим процессом, потому что человек не может быстро усвоить большой объем информации. Но, столкнувшись с галлюцинациями LLM-моделей, разработчики и пользователи поняли, что полученные от моделей ответы требуют проверки результата человеком. В противном случае есть опасность получить ошибочный результат. Однако проверить текст, сгенерированный ИИ, так же быстро, как нейросеть, человек не может в силу психофизических ограничений. В итоге выполнение интеллектуальной задачи становится быстрым и дешевым, зато верификация становится дорогой и медленной.

Возможность кардинальной автоматизации многих когнитивных задач начала разрушать механизм

Влияние ИИ на рынок труда. Теоретические возможности и наблюдаемое использование по категориям



обучения. Раньше схема была такой: наставник выполняет сложные задачи, «подмастерье» учится, работая на подхвате, и формируется новое поколение экспертов. Например, в университете это связка «дипломник — аспирант — докторант». Дипломник строит графики; аспирант решает более сложные задачи; докторант — самые сложные. Теперь элементарные операции — написание простого кода, построение графиков, обработку данных — выполняет ИИ. Человек-«подмастерье», дипломник или стажер, становится менее востребованным. Происходит кадровый разрыв. «Но это означает, что фирмы выпиливают ступени лестницы, по которой сами поднялись», — отметил Александр Прохоров.

ИИ начинает подтачивать систему высокой экспертизы. Так, раньше опытный аудитор безопасности кода опирался на многолетний опыт, глубокое понимание бизнес-логики, наработанные практикой ошибки, интуицию и неформализуемые знания и получал высокую зарплату, а знания передавал через наставничество. С появлением систем на базе ИИ, таких как Claude Code Security, картина стала меняться: программа сканирует всю кодовую базу, выявляет паттерны, работает с миллионами строк кода за минуты. Знания превращаются в воспроизводимый процесс и упаковываются в инструмент. Эксперт со своими знаниями перестает

быть уникальным специалистом, теряет работу и перестает делиться опытом. Наставничество исчезает.

Наблюдая эти тенденции, эксперты стали говорить о так называемой полой экономике. Речь идет о том, что человек, который должен проконтролировать результат действий ИИ, не успевает этого делать и часто использует другую модель ИИ для верификации результатов действий первой. Это приводит к тому, что системы подчас утверждают ошибки друг друга. Но если делегировать верификацию человеку, скорость получения результатов падает. Поэтому компании, которые боятся отстать от рынка, допускают автоматизацию административных и производственных процессов на базе генеративного ИИ, несмотря на риск накопления ошибок. «Понятно, какие угрозы это несет. Полая экономика — это результат подтачивания экономики изнутри. Решений, текстов, кода становится все больше, а уверенности в отсутствии ошибок, которые могут привести к плачевным результатам, все меньше», — подытожил Александр Прохоров.

В атомной отрасли

Доклад о «партнерстве» атомной отрасли и ИИ сделал директор проекта по математическому моделированию инженерной критической информационной

Прямая речь

инфраструктуры «Росатома» Дмитрий Фомичев. Тема ИИ в атомной отрасли на международном уровне обсуждалась на симпозиуме МАГАТЭ в декабре прошлого года. Главная мысль, прозвучавшая на мероприятии, заключалась в том, что АЭС, в том числе атомные станции малой мощности, хороши для надежного энергообеспечения ЦОДов, где размещаются необходимые для ИИ вычислительные мощности. С другой стороны, ИИ может помочь улучшить конструкцию АЭС благодаря генеративному проектированию, виртуальным экспериментам, физически информированным нейронным сетям, предиктивной аналитике работы оборудования, семантическому поиску нужной информации и проч.

Пример такого сотрудничества в мире есть: в рамках партнерства Google и Westinghouse модели Hive и Bertha были обучены на массиве данных, накопленных за 75 лет, и теперь проектировщики могут обращаться за справками с помощью ИИ и получать развернутый ответ. Предполагается, что это даст большой прирост производительности труда, скорость разработки вырастет вдвое. Однако пока таких примеров не было. Тем не менее, как считает Дмитрий Фомичев, повышение скорости разработок на 5–10% может стать реальностью. В «Росатоме» считают перспективными шесть направлений применения ИИ (см. «Подробности»).

Так, генеративный ИИ помогает в проектировании новых изделий, узлов, компонентов промышленных объектов. Физически информированные и графовые нейронные сети ускоряют и повышают точность решения вычислительных задач в области гидро- и газодинамики, физики плазмы, механики твердого тела, нейтронной физики и т.д. Компьютерное зрение востребовано для анализа изображений структур материалов. ИИ также показал свою эффективность для цифрового синтеза новых материалов на основе существующих данных. Цифровые двойники с ИИ промышленного оборудования и стендов помогают в создании комплексных интеллектуальных моделей научно-исследовательских стендов и промышленного оборудования для анализа и накопления данных. Мультиагентные системы пригодятся для интеллектуальной работы с отраслевой научно-технической и проектной информацией, поиска функциональных зависимостей и прогнозирования. ИИ также используется для анализа данных с применением российских фотонных и квантовых процессоров и создания гетерогенных вычислительных систем.

Дискуссия в финальной части семинара показала, что пока нет понятных механизмов и методик, позволяющих справиться с негативными сторонами развития ИИ, например со всем, что связано с влиянием ИИ на обучение и формирование интеллекта и творческих способностей детей. Однако в отрасли есть консенсус о том, что ИИ непременно надо развивать, потому что он дает технологические возможности гораздо более высокого уровня. Если страна не будет обладать этими возможностями, велика вероятность реализации рисков и угроз ее суверенитету.



Дмитрий Байдаров

Директор департамента поддержки новых бизнесов блока по развитию и международному бизнесу госкорпорации «Росатом»:

— Искусственный интеллект становится частью технологического суверенитета, поэтому нам необходимо его развивать. В этой работе следует уделять максимум внимания технологиям, которые обеспечивают наибольший рост возможностей при наименьших рисках. Например, с помощью ИИ можно собрать весь накопленный в отрасли массив данных по уже построенным и сооружаемым объектам в единую систему, выработать алгоритмы, которые позволят при безусловном обеспечении требований применения ИИ расширить возможности проектирования, сооружения, а также изготовления нового оборудования, повышения эффективности производственно-технологических цепочек. Ключевое — сформировать правила применения ИИ, как и любой другой технологии в атомной отрасли, и неукоснительно им следовать.

Конечно, мы уже сейчас видим определенные риски применения ИИ, однако это не должно становиться фактором, ограничивающим наше развитие и применение новых технологий.

Подробности

В «Росатоме» считают перспективными шесть направлений применения ИИ:

1. Научно-техническая деятельность (проекты по ИИ в рамках единого отраслевого тематического плана «Росатома» и исследования в кооперации с академическим сообществом).
2. Энергообеспечение вычислительной инфраструктуры (ЦОДы при АЭС, гибридная вычислительная инфраструктура, в том числе на основе фотонных и квантовых технологий).
3. Применение в корпоративных приложениях, производственных процессах, формировании жизненного цикла объектов.
4. Партнерства с академическим сообществом, вузами, технологическими и инфраструктурными компаниями.
5. Встраивание в существующие и новые цифровые продукты и сервисы.
6. Развитие международного сотрудничества на базе МАГАТЭ.

Машина для грязной работы

В Томске делают робота для атомной отрасли

Обследование трубопроводов и помещений с высоким радиационным фоном — это задача, которую человеку лучше не выполнять. Команда Томского политехнического университета (ТПУ) два года разрабатывает роботизированный комплекс, который возьмет эту работу на себя и поможет безопасно выводить атомные объекты из эксплуатации. Гусеничная машина из нержавеющей стали с тремя видеокамерами уже готова к первым испытаниям на реакторе ТПУ. О том, как шла разработка и где предстоит работать роботу, рассказал один из разработчиков, инженер университетского Регионального центра аттестации, контроля и диагностики Артем Жуйков.

Великолепная пятерка

— Артем, сколько вы уже занимаетесь этим проектом? Как вообще появилась такая идея?

— Чуть больше двух лет. Начинали с узкоспециализированной задачи: хотели сделать кроулер (робот, предназначенный для внутреннего неразрушающего контроля качества кольцевых сварных соединений. — *Примеч. ред.*) для круглых трубопроводов — канализации, вентиляции.

Потом поняли, что это слишком ограниченно, и замахнулись на универсальную машину. Чтобы она могла

работать и в трубах квадратного сечения, и на открытых площадках. Вот так и пришли к нынешней версии.

— Кто работает над проектом?

— Постоянная команда — пять человек: схемотехник, программист, инженер-конструктор и специалисты по радиационной стойкости компонентов. Часть задач решается в рамках студенческих работ — это полезно и для проекта, и для ребят.

— Что было самым сложным в разработке?

— Тупиков как таковых не было — были задачи, которые нужно было решить по очереди. Первым делом определились с измерительным оборудованием: выбрали дозиметр и спектрометр, которые отвечали требованиям заказчика. Как только стало понятно, сколько все это весит и какое питание нужно, смогли двигаться дальше — считать механику и электронику.

Отдельный вопрос — радиационная стойкость компонентов. Здесь нам оказали содействие коллеги из специализированной лаборатории — буквально соседи по корпусу. Они помогли подобрать защиту, которая и электронику сохранит, и механику не перегрузит. В итоге остановились на нержавеющей стали с тонким слоем свинца и свинцовых стеклах для видеокамер.

После первой версии пришлось принципиально переделать шасси. Когда решили, что машина должна работать и на открытых площадках, и в квадратных трубах, стало ясно: нужен гусеничный движитель. А раз гусеничный — значит, сразу надо думать о том, как его дезактивировать и какие из деталей придется утилизировать.

Питание и навигация

— Как долго робот может работать в реальном радиационном поле? Когда электроника начинает сдавать?

— Зависит от интенсивности излучения. При



мощности дозы до 10 мЗв/ч ресурс — не менее 30 Зв накопленной дозы. В более жестких полях — порядка 10 000 Зв.

Для контроля мы отслеживаем накопленную дозу по показаниям электронного дозиметра, плюс внутри корпуса стоит индивидуальный дозиметр на 10 рентген — его нужно проверять после работы в сильных полях. На тот случай, если что-то начинает сбоить, вся электроника выполнена по модульному принципу: неисправный блок просто меняется. Компоненты намеренно выбраны из общепромышленных решений — чтобы в любой момент можно было быстро восстановить работоспособность.

— Робот работает от аккумулятора или от кабеля?

— Основной источник питания — два литий-железодифосфатных аккумулятора. Они дублируют друг друга: система сама переключается на тот, в котором еще есть заряд. Для особых случаев предусмотрено и кабельное питание, но это запасной вариант, не основной.

— Внутри трубопровода нет GPS, нет привычных ориентиров. Как оператор понимает, где находится машина?

— Комплекс изначально проектировался для ограниченных пространств — трубопроводов, канализации, вентиляционных шахт. Там навигация по GPS просто не нужна. Оператор постоянно видит картинку с видеокamera и визуально контролирует положение машины. Этого достаточно.

— А если машина застряла внутри трубы в загрязненной зоне?

— Для таких случаев предусмотрен эвакуатор. Это отдельное шасси — такое же, как основной комплекс, только без дорогостоящего измерительного оборудования. Зато с захватами, которые могут зацепить и вытащить застрявшую машину. Решение позаимствовано из практики кроулеров для неразрушающего контроля — там это уже отработано.

Простые решения

— ПО — собственная разработка или адаптация готового?

— Полностью собственная. Основная программа работает на микроконтроллере внутри комплекса в реальном времени. Данные сохраняются так: видеозапись с наложенной телеметрией — потом ее расшифровывают и привязывают к карте объекта.

— А сам интерфейс управления — насколько он понятен человеку без опыта работы с роботами?

— Старались сделать максимально просто. На 10-дюймовый экран выводится изображение с активной камерой: передней, задней или инструментальной.

Переключаешь их с пульта. Поверх картинки — телеметрия: показания дозиметров, наклон машины в двух плоскостях, заряд аккумулятора. Управление — через пульт, похожий на тот, что используется для радиоуправляемых моделей. Ничего экзотического.

Вопрос выживания

— Как корпус справляется с жесткими условиями внутри трубопроводов — влажностью, перепадами температур, химическими отложениями?

— Степень защиты — IP64, то есть пыле- и влагозащита. Материалы — нержавеющая сталь и анодированный алюминий. Этого достаточно для объектов атомной отрасли при подготовке их к выводу из эксплуатации.

— После работы в загрязненной зоне что происходит с роботом? Его можно использовать повторно?

— Это один из ключевых вопросов, который мы прорабатывали с самого начала. Решение такое: ядро системы — модуль управления, аккумуляторы, дозиметр — перед работой упаковывается в тонкую полиэтиленовую пленку. После — снимаешь пленку, и электроника чистая.

Механическая часть — привод, цепная передача гусеничного движителя — выполнена герметичной, ее можно деактивировать. А вот колеса и гусеницы сделаны из недорогих материалов намеренно: скорее всего, они станут расходником. Это заложено в концепцию.

В ожидании испытаний

— Кто в отрасли уже проявил интерес к роботу?

— Интерес к данной машине проявили дочерние предприятия госкорпорации «Росатом». О более широком масштабировании, в том числе на зарубежные объекты, пока говорить рано. Сначала нужно пройти опытную эксплуатацию, собрать отзывы российских предприятий и понять, что дорабатывать.

— Летом первые испытания на реакторе ТПУ. Что именно планируете проверить?

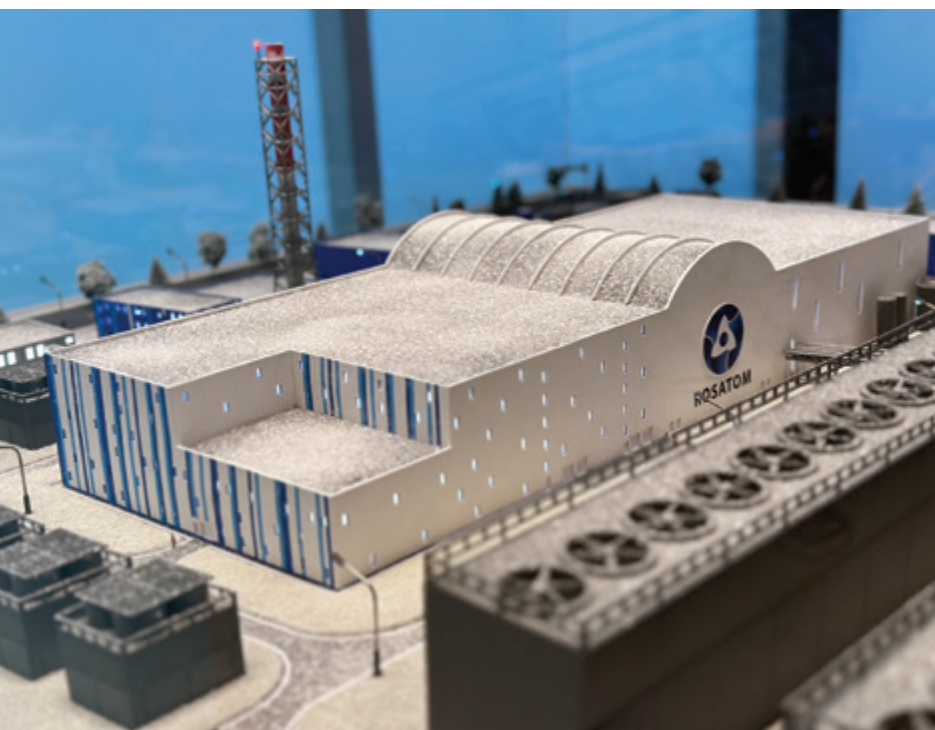
— Главное — устойчивость связи, управляющего канала и видеопотока. Второе — отработать процедуру деактивации и понять, удастся ли сохранить систему для дальнейшей работы. По результатам и определимся, что нужно доработать.

— Искусственный интеллект для анализа данных рассматриваете?

— Пока не планируем, но возможность такая есть. В теории ИИ мог бы анализировать видеозапись обследования, строить карту радиационных полей и выдавать готовый отчет без ручной расшифровки. Надеюсь, этим займемся в будущем.

Задавая РИТМ

Малая мощность — большие решения: в АО «Атомстройэкспорт» обсудили технологию ввода в эксплуатацию АСММ с РУ РИТМ-200Н



В мае 2026 года по инициативе АО «Атомстройэкспорт» состоялось стратегическое отраслевое совещание, посвященное вопросам разработки технологии и порядка ввода в эксплуатацию атомных станций малой мощности (АСММ) с реакторными установками РИТМ-200Н. В мероприятии приняли участие представители ключевых организаций отрасли, задействованных в создании нового продукта для российского и зарубежного рынков электроэнергетики. В их числе — организации Инжинирингового, Машиностроительного и Электроэнергетического дивизионов «Росатома», а также НИЦ «Курчатовский институт».

Формирование единых подходов к вводу в эксплуатацию АСММ является одним из ключевых элементов создания конкурентоспособного продукта госкорпорации «Росатом» в области малой атомной генерации. Разработка стандартизированных решений позволит обеспечить тиражируемость технологии, оптимизировать и сократить сроки реализации

проектов сооружения и повысить эффективность проектов сооружения АСММ.

В ходе совещания участники рассмотрели предложения по разработке технологии ввода в эксплуатацию АСММ с РУ РИТМ-200Н. Особое внимание было уделено следующим аспектам.

1. Применение опыта ввода в эксплуатацию судовых энергетических установок, оснащенных реакторными установками РИТМ-200С.

2. Технологические и конструктивные особенности и отличия проектных решений АСММ с реакторами РИТМ-200Н по сравнению с традиционными атомными станциями большой мощности с реакторами типа ВВЭР. Так, например, факт двухреакторного исполнения АСММ привел к предложению изменения технологии с «последовательный, независимый» на «параллельный, зависимый» ввод в эксплуатацию двух энергоблоков. То есть, по сути, два блока вводятся в эксплуатацию одновременно параллельно, с шагом в дни. В свою очередь, это приводит как к необходимости разработки специальной технологии и графика выполнения работ, так и к необходимости выполнения параллельных поставок, строительно-монтажных работ, ввода в эксплуатацию двух блоков одновременно, наличия двух составов персонала как для сооружения, так и для эксплуатации. При этом при такой организации ввода в эксплуатацию очевидной является значительная экономия времени сооружения и ввода в эксплуатацию двух энергоблоков.

3. Соответствие предлагаемой технологии ввода в эксплуатацию современным нормативным требованиям для АЭС наземного базирования, необходимость разработки и выполнения компенсирующих мероприятий для полного соответствия действующей нормативно-технической документации (НТД), предложения по разработке новой нормативной документации или корректировке существующей НТД с учетом особенностей АСММ.

4. Определение последовательности этапов ввода и состава ключевых испытаний для подтверждения соответствия сооружаемых объектов проектным решениям, их безопасности, надежности и энергетической эффективности.

5. Вопросы оптимизации процессов ввода в эксплуатацию с целью повышения конкурентоспособности АСММ.

По итогам совещания участники согласовали подходы к стандартизации этапов и подэтапов ввода в эксплуатацию, формированию состава ключевых испытаний и управлению технологическими рисками.

Отдельно участники отметили важность системного взаимодействия между организациями отрасли и необходимость консолидации экспертных подходов при реализации поставленных задач.

«Переход от морских энергетических установок к наземным АСММ требует высокопрофессионального инженерного подхода. Мы берем проверенную годами практику ввода в эксплуатацию судовых установок и аккуратно проецируем ее на наземные объекты с задачей оптимизации сроков и стоимости сооружения и ввода в эксплуатацию, конечно, при безусловном приоритете безопасности, надежности и качества АСММ», — отметил Константин Зелевский, вице-президент по технологии сооружения и ввода в эксплуатацию АЭС АО АСЭ.

Работа по направлению разработки технологии ввода в эксплуатацию АСММ с реакторными установками РИТМ-200Н продолжается в соответствии с утвержденным планом мероприятий. Следующими этапами станут разработка отраслевого стандарта, описывающего порядок ввода в эксплуатацию АСММ в двухблочном наземном исполнении с реакторными установками РИТМ-200Н, разработка предложений по корректировке существующей нормативной базы и разработке новых нормативных документов, стандартизирующих ввод в эксплуатацию нового продукта и обеспечивающих ввод в эксплуатацию и эксплуатацию АСММ с РУ РИТМ-200Н.

Опыт отраслевого взаимодействия, полученный в ходе совещания, получил благоприятные отзывы всех участников и дал старт формированию сплоченного инженерного коллектива, объединенного общей целью и общими интересами.



Что такое АСММ с РУ РИТМ-200Н

Российский проект атомных станций малой мощности на базе реакторов серии РИТМ-200Н является флагманским решением в глобальном тренде на малую генерацию. Проект открывает новый этап развития атомной энергетики, сочетая инновационные решения, закладываемые в АСММ, с безусловной безопасностью и надежностью, характерной для АЭС большой мощности.

Основой для создания наземной АСММ стал многолетний опыт эксплуатации советского и российского атомного ледокольного флота. Наземная модификация реакторной установки получила версию РИТМ-200Н. Реактор представляет собой водо-водяную интегральную реакторную установку тепловой мощностью 190 МВт и оснащается турбогенераторной установкой электрической мощностью до 55 МВт.

Особенности технологии

Ключевой особенностью реактора РИТМ-200Н является интегральная компоновка реакторной установки: ГЦН, парогенераторы встроены непосредственно в корпус реактора. Такое решение позволило существенно снизить материалоемкость и габариты установки, минимизировать количество трубопроводов первого контура и повысить уровень безопасности. Перегрузку топлива планируется осуществлять через пять-шесть лет после начала эксплуатации. В проекте предлагаются и другие решения, принципиально отличные от АЭС большой мощности, например размещение двух реакторных установок в одном здании, объединенные БПУ и РПУ, объединенный бассейн выдержки, практически неограниченное регулирование нагрузки АСММ в режимах 100–40–100% $N_{ном}$ и значительное количество других инновационных решений, требующих нового подхода к организации сооружения и ввода в эксплуатацию.

Первый старт

4 июня 2026 года на строительной площадке в Фаришском районе Джизакской области президенты России и Узбекистана дали старт строительству первой АЭС в Узбекистане. Мероприятие ознаменовало заливку первого бетона в фундаментную плиту будущей АСММ в рамках интегрированного проекта. Атомная станция в Узбекистане является уникальным проектом госкорпорации «Росатом»: в ее состав войдут два энергоблока большой мощности на базе реакторов ВВЭР-1000 и два энергоблока с реакторами РИТМ-200Н. Ожидается, что при запуске АЭС на полную мощность энергообъект сможет обеспечить до 14% энергопотребления страны.

Текст: Евгения Лобзина

Фото: концерн «Росэнергоатом», ДВФУ, ИАТЭ НИЯУ «МИФИ»

Двери в «Росатом»

Как студенты и школьники превращаются в потенциальных работников атомной отрасли

Технологическое лидерство, двухкомпонентная платформа ядерной энергетики, 38 новых энергоблоков и 7 новых регионов присутствия в рамках реализации Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики до 2042 года — планы у «Росатома» действительно грандиозные. Чтобы эти планы стали реальностью, для обеспечения работы уже действующих и новых АЭС только на территории России (без учета зарубежных проектов) до 2042 года потребуется нанять около 110 тыс. человек. Из них примерно 40 тыс. должны быть выпускниками высших и средних учебных заведений. Сейчас ежегодно трудоустроивается около 1300 выпускников вузов и ссузов — это уже задел на будущее, так как планируется увеличивать прием достаточно быстрыми темпами, чтобы он достиг показателя до 2400 выпускников в год. Для этого «Росатом» активно занимается профориентацией и расширяет возможности ядерного образования. О новых инструментах, мероприятиях и масштабных проектах международного уровня, открывающих двери в атомную отрасль, — в нашем материале.

Из школьников — в атомщики

В начале апреля в музее «АТОМ» завершился второй сезон турнира юных физиков атомных городов «ЮНФИ». Его участниками стали 521 человек, включая 425 школьников и 96 учителей-наставников из 84 школ 10 атомных городов. В суперфинал вышли четыре лучшие команды, среди которых определили победителей, ими стали школьники из Балакова, Заречного и Удомли.

Турнир юных физиков атомных городов «ЮНФИ» организовали концерн «Росэнергоатом» и ИАТЭ НИЯУ «МИФИ» при поддержке Технической академии «Росатома». Турнир — часть масштабного проекта концерна «Росэнергоатом» «Физика сейчас», который развивается с 2022 года и охватывает большую аудиторию школьников городов присутствия АЭС. Проект позволяет развивать нестандартный подход к решению актуальных для атомной отрасли задач инженерного профиля, популяризирует инженерно-техническое образование среди учеников школ городов присутствия АЭС и способствует повышению интереса к профильной дисциплине «Физика».

«Турнир юных физиков «ЮНФИ» мы проводим второй год, и это уже наш «знак качества» в плане профориентации и повышения интереса к физике школьников атомных городов. Благодаря всем участникам и организаторов турнира, прежде всего нашего надежного партнера — Обнинский институт атомной энергетики НИЯУ «МИФИ». Отдельная благодарность учителям городов присутствия АЭС, которые вкладывают свой труд в развитие инженерного мышления и технического образования, — они растят смену нового поколения работников атомной





промышленности. Кстати, год от года количество школ — участниц турнира растет: в этот раз их 84 по сравнению с 75 прошлого года. Отмечу, что перед концерном «Росэнергоатом» стоят серьезные задачи с указанием сроков, географии и измеримыми результатами. В ближайшие 18 лет в России введут в эксплуатацию 38 энергоблоков, а доля атомной генерации в энергобалансе страны к 2045 году увеличится до 25%. Поэтому работать в атомной отрасли очень перспективно и с точки зрения развития технологий, и с точки зрения решения интересных масштабных задач. Школьники, так же как и студенты, — наше будущее и огромный потенциал, без которого атомная отрасль не сможет развиваться в последующие десятилетия. И в этом плане интерес к физике — вклад в профессиональное будущее», — подчеркнула на открытии турнира руководитель управления развития корпоративной культуры концерна «Росэнергоатом» Наталья Конон.

Суперфиналу предшествовали несколько отборочных этапов. Вначале они состоялись в девяти городах присутствия АЭС и в Обнинске. А в начале апреля в Обнинске, на площадке ИАТЭ НИЯУ «МИФИ», были организованы финальные научные бои с участием 14 лучших команд школьников 8–11-х классов.

«Хочу поблагодарить «Росатом» и концерн «Росэнергоатом» за то, что мы с 2022 года начали активно развивать проект «Физика сейчас» и в целом популяризировать инженерно-техническое образование среди школьников городов присутствия АЭС и города первой АЭС — Обнинска. В этом плане турнир юных

физиков — важная часть нашей общей масштабной работы. С исторической точки зрения символично, что он уже второй год проходит в музее «АТОМ», где показываются не только существующие разработки, но и будущее атомной энергетики. Конечно же, наш турнир — тоже значимый вклад в это будущее», — подчеркнул и.о. директора ИАТЭ НИЯУ «МИФИ» Алексей Панов.

На площадке музея «АТОМ» встретились лучшие команды из Балакова, Волгодонска, Удомли и Заречного. Им предстояло решить задачи, связанные с ключевыми особенностями технических систем в атомной отрасли, и сразиться в четырех научных боях. Каждая из команд поочередно попробовала себя в разных ролях: докладчик, оппонент, рецензент, наблюдатель. «Все задания для турнира были разработаны сотрудниками атомных станций и впоследствии адаптированы для школьников экспертами ИАТЭ НИЯУ «МИФИ». В перерывах между научными боями ведущий турнира, программный директор сети Информационных центров по атомной энергии Никита Перфильев, провел викторину по теме физики и атомной отрасли для школьников, находящихся в зале.

«Выступления суперфиналистов оценивало жюри конкурса, состоящее из экспертов концерна «Росэнергоатом», Технической академии «Росатома», Нововоронежской АЭС, Государственного научного центра РФ — Физико-энергетического института им. А. И. Лейпунского, НИКИЭТ, а также преподавателей ИАТЭ НИЯУ «МИФИ», — рассказала организатор турнира «ЮНФИ», руководитель проекта управления

развития корпоративной культуры концерна «Росэнергоатом» Ольга Кононова.

По решению жюри на первое место вышла команда «Балли» (лицей № 2 г. Балаково), на второе — команда «Атомщики» (МАОУ СОШ № 1 г. Заречного), на третье — «Команда № 1» (МБОУ УСОШ № 1 им. А. С. Попова г. Удомли), четвертое место заняла команда «Склярики» (МБОУ «Лицей № 24» г. Волгодонска).

«Каждая команда, которая приняла участие в этом турнире, достаточно хорошо проработала свою задачу как с теоретической точки зрения, так и с практической. На мой взгляд, конкурсы подобного формата позволяют участникам развить навыки в части работы с источниками информации, планирования экспериментов для решения поставленной задачи, донесения своей точки зрения, полученных результатов и выводов до большой аудитории», — отметил представитель жюри турнира, главный технолог управления инженерной поддержки Нововоронежской АЭС Сергей Яуров.

Победители суперфинала турнира юных физиков получили призы от концерна «Росэнергоатом», а обладатели первого места в дополнение к подаркам — 3D-принтер. Другие участники были отмечены грамотами. Еще одним подарком для участников стала экскурсия по музею «АТОМ».

Отдельно состоялась церемония награждения учителей атомных городов, которые готовили команды школьников к турниру и приехали на суперфинал

вместе со своими учениками. Также программа турнира включала курс повышения квалификации для учителей на базе ИАТЭ НИЯУ «МИФИ».

Идем на восток

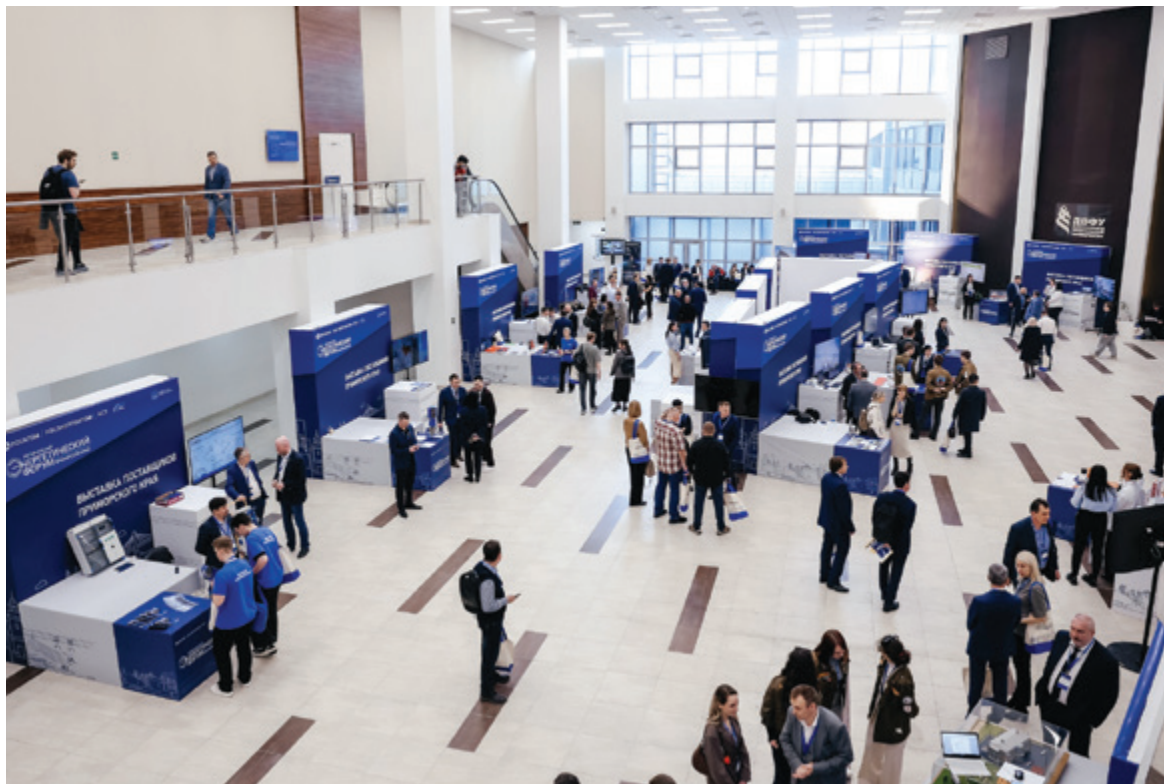
Комплектование персоналом начинается за пять лет до пуска энергоблока на основании стандарта организации. Для планирования кадровой потребности применяется расчетная численность проектов для новых энергоблоков. Например, для энергоблоков большой мощности численность планируется исходя из штатного коэффициента 0,7 чел./МВт и электрической мощности возводимого энергоблока. Также при оценке потребности учитывается текучесть персонала. В соответствии с этим необходимо на один блок ВВЭР-1000 за пять лет принять 700 человек, на два блока — 1400.

Исходя из событий Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики до 2042 года и обусловленной в этой связи кадровой потребности на Дальнем Востоке, с 2025 года «Росэнергоатом» начал сотрудничать с Дальневосточным федеральным университетом (ДФУ) и Морским государственным университетом (МГУ им. адмирала Г. И. Невельского).

Между концерном «Росэнергоатом» и ДФУ заключен договор и утверждена дорожная карта по кадровому, технологическому и научному взаимодействию на основе внедрения механизма «образование через науку и практику». Она включает создание, оснащение и развитие кафедр и специальных образовательных пространств в ДФУ, стажировки преподавателей

На фото

В апреле 2026 года во Владивостоке состоялся региональный Энергетический форум, посвященный перспективам развития атомной энергетики в Приморском крае, организаторами которого выступили в том числе госкорпорация «Росатом» и концерн «Росэнергоатом». Часть мероприятий форума прошла на площадке ДВФУ



и технические туры студентов, профориентационные мероприятия. Также предусмотрена грантовая поддержка студентов и преподавателей ДВФУ по приоритетным направлениям «Росэнергоатома».

В прошлом году ДВФУ получил лицензию на профильное направление подготовки «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», а в 2026 году открылся прием на эту специальность. После выпуска специалисты смогут проектировать ядерные энергетические установки энергоблоков атомных станций различных проектов, эксплуатировать основное и вспомогательное оборудование АЭС, управлять ядерными энергетическими установками в различных режимах эксплуатации, работать в области ядерной и радиационной безопасности. Индустриальным партнером образовательной программы выступает концерн «Росэнергоатом».

По новой программе студентам предстоит учиться пять с половиной лет. Ребята регулярно будут работать в проектных командах над комплексными задачами, имитирующими деятельность инжиниринговых подразделений по обеспечению безопасной эксплуатации атомной станции. Курсовые и дипломные работы будут основаны на реальных инженерных задачах по проектированию новых энергоблоков или модернизации существующих мощностей.

«Мы заинтересованы в талантливых выпускниках и начинаем работать со студентами задолго до получения ими диплома. В «Росэнергоатоме» выстроена многоступенчатая система наставничества. Активных ребят мы приглашаем на наши предприятия, показываем оборудование и знакомим с будущими коллегами. Приходя на практику, студент сразу получает наставника, который сопровождает его и во время работы над дипломом, и при последующем трудоустройстве. Далее весь первый год работы молодому специалисту помогают войти в профессию», — отметил директор по управлению персоналом и социальной политике АО «Концерн Росэнергоатом» Сергей Гудин.

В университете осуществляется подготовка по другим направлениям, которые актуальны для концерна: «Электроэнергетика и электротехника», «Теплоэнергетика и теплотехника», «Инжиниринг теплоэнергетических систем», «Процессы и аппараты химической технологии», «Технологии химических и нефтеперерабатывающих производств», «Физика», «Химия», «Экология», «Цифровая геология и геологоразведка», «Информатика и вычислительная техника», «Кибербезопасность» и др.

Также между концерном и МГУ им. адм. Г. И. Невельского заключены соглашения и разработан план работ по образовательным программам, развитию инфраструктуры. Университет планирует активно включиться в процесс подготовки профильных специалистов совместно с ведущими ядерными центрами России. В этой связи университет приступил к организации профильных опорных лабораторий

«Росэнергоатом» оказывает существенную финансовую поддержку вузам для развития и поддержания лабораторной базы, образовательных пространств, обновления образовательных программ, включает долгосрочные дорожные карты по взаимодействию.

в сфере радиационной экологии и исследования режимов эксплуатации реакторной установки типа РИТМ-200/400, лицензированию направлений подготовки «Ядерная энергетика и технологии» и «Электро- и теплоэнергетика».

В 2025 году МГУ им. адм. Г. И. Невельского принят в члены ассоциации высших учебных заведений «Консорциум опорных вузов госкорпорации «Росатом».

Карьерные сезоны

В марте текущего года концерн «Росэнергоатом» открыл ежегодную серию карьерных мероприятий для студентов ряда ключевых для отрасли российских вузов. По традиции они проходят два раза в год, весной и осенью, в вузах — партнерах концерна с участием экспертов — работников различных предприятий Электроэнергетического дивизиона. Их цель — познакомить будущих специалистов с перспективами и широкими карьерными возможностями работы в атомной отрасли.

Представители центрального аппарата и предприятий Электроэнергетического дивизиона приезжают в наиболее значимые для компании учебные заведения, чтобы погрузить студентов в специфику работы атомной отрасли, рассказать о ее масштабах и планах на будущее и познакомить с актуальными вакансиями в организациях. Всего «Росэнергоатом» принял участие в 21 весеннем карьерном событии.

«Сегодня концерн активно взаимодействует с 16 ключевыми профильными вузами, а общее количество вузов, откуда ведется прием выпускников, уже достигло 100. До 2035 года мы планируем трудоустроить около 20 000 выпускников с высшим образованием. Для этого концерну необходимо ежегодно наращивать количество принятых на работу выпускников. К примеру, в прошлом году на наши предприятия пришли 903 выпускника, с опережением годового плана (800 человек). А в 2026 году мы планируем трудоустроить уже 920 выпускников. Для роста количества и качества выпускников концерн оказывает существенную финансовую поддержку вузам для развития и поддержания лабораторной базы, образовательных пространств, обновления образовательных программ, включает долгосрочные дорожные карты

по взаимодействию. В этом плане карьерные мероприятия — важная часть нашей системной работы с вузами. Благодаря ей студенты больше узнают о концерне, прямо на мероприятии заключают договоры на практику, а также целевые договоры. Это еще одна возможность рассказать о концерне нашим потенциальным работникам, а значит, стать для них ближе и привлекательнее», — рассказала Наталья Конон.

Накануне старта весеннего карьерного цикла эксперты «Росэнергоатома» приняли участие в профориентационном мероприятии, которое прошло в феврале в Уральском федеральном университете. Его участниками стали более 120 студентов второго и третьего курсов профильных для концерна направлений подготовки. Участники мероприятия узнали о перспективах развития атомной энергетики в России, о карьерных возможностях в концерне, а также о жизни в атомных городах за рамками должностных обязанностей. Представители АО «Концерн ТИТАН-2» рассказали студентам строительного факультета про атомные стройки и возможности вступить в стройотряд, пройти производственную практику.

Первым эстафету карьерных событий запустил в марте Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет) СПбГТИ(ТУ). В его рамках состоялась отраслевая ярмарка вакансий с участием пяти предприятий Электроэнергетического дивизиона.

«Сегодня нам важно трудоустроить студентов и выпускников сверх плана, то есть более 100% плана. Таким образом мы сможем выполнить поставленные цели к 2035 и 2045 годам и обеспечить кадровый запас нашего дивизиона. В приоритете — по-прежнему ядерные специальности в наших ключевых вузах. Для того чтобы «закрепить» студентов и выпускников на наших предприятиях, важно заключать трудовые договоры еще во время производственной практики, находить для практикантов наставников. В этом смысле карьерные мероприятия для многих студентов — первое прикосновение к атомной отрасли, благодаря которому может появиться интерес к работе в нашей компании, а потом уже и решение о трудоустройстве», — отметила руководитель проекта управления развития корпоративной культуры «Росэнергоатома» Ирина Шаповалова.

Вместе с Санкт-Петербургским государственным технологическим институтом (техническим университетом) участниками весенней серии отраслевых карьерных мероприятий стали 18 вузов, в том числе: Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева, Московский энергетический институт (НИУ «МЭИ»), Университет науки и технологий «МИСИС», НИЯУ «МИФИ», а также его обнинский филиал, Ивановский государственный энергетический университет, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Казанский государственный энергетический университет, Московский государственный технический

университет им. Н. Э. Баумана, Томский политехнический университет, Московский государственный строительный университет, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ», Российский технологический университет (РТУ МИРЭА), Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, Уральский федеральный университет им. Б. Н. Ельцина.

Отраслевые мероприятия прошли в различных форматах карьерных фестивалей и форумов, ярмарок вакансий, дней карьеры и дней «Росатома». Ярмарки вакансий и стендовые сессии на карьерных событиях познакомили студентов с перспективами и спецификой работы в атомной отрасли.

Параллельно с отраслевыми прошли и карьерные мероприятия дивизионального уровня. Встречи со студентами были организованы в традиционном формате дней карьеры концерна «Росэнергоатом» в волгодонском, балаковском и нововоронежском филиалах НИЯУ «МИФИ», а также в Казанском государственном энергетическом университете. На мероприятиях специалисты по управлению персоналом организаций Электроэнергетического дивизиона рассказали о социальных гарантиях, которые предоставляют предприятия концерна. Для молодых специалистов и выпускников, принятых на стартовые должности, предусмотрены подъемные, а также единовременная компенсация расходов на трудоустройство, выплаты при регистрации брака и рождении ребенка. Молодые специалисты могут рассчитывать на помощь в решении жилищных вопросов, оформление дополнительного медицинского страхования. После допуска молодого специалиста к самостоятельной работе стартовая зарплата может вырасти на 40–70%.

Центр притяжения в ядерном образовании

Помимо системной работы «Росатома» со школами в атомных городах и профильными вузами, а также целого комплекса мероприятий различной направленности и формата есть поистине грандиозный проект, поднимающий уровень технического образования по ядерным специальностям на международный уровень, — «Обнинск.Тех». Благодаря ему в городе первой в мире АЭС — Обнинске — будет создан масштабный международный научно-образовательный центр ядерных и смежных технологий. Проект реализуется при поддержке госкорпорации «Росатом» и правительства РФ на базе Технической академии «Росатома» и ИАТЭ НИЯУ «МИФИ».

Инициатива по созданию централизованного хаба объединяет усилия ведущих технических вузов страны и научных институтов для подготовки технологической элиты и высококлассных специалистов как для нашей страны, так и для зарубежных стран-партнеров. Международный центр должен занять не менее 20% мирового рынка ядерного образования. Таким образом, Обнинск имеет все шансы

Генеральный директор «Росатома» Алексей Лихачев, заместитель генерального директора «Росатома» по персоналу Татьяна Терентьева и директор концерна «Росэнергоатом» Александр Шутиков оценили развитие кампуса «Обнинск.Тех» на базе ИАТЭ НИЯУ «МИФИ»



стать центром притяжения в развитии образования в области ядерных и смежных технологий, включая атомную энергетику и медицину. Предполагается, что приезжающие иностранные студенты начнут свое обучение в Обнинске, а на следующем этапе смогут перебраться учиться в другой вуз.

«Обнинск.Тех» создает образовательную платформу, которая объединит университеты страны и предприятия атомной отрасли в единую систему подготовки профессиональных кадров. При этом речь идет о самых разнообразных форматах образования: совместные программы с зарубежными вузами, модульные курсы и программы двойного диплома, а также курсы повышения квалификации для преподавателей. В рамках проекта ежегодно проводятся мероприятия, уже ставшие традиционными: с 2023 года — Зимние и Летние школы с участием в каждом сезоне более 100 иностранных студентов из более 10 стран мира.

Кампус «Обнинск.Тех» создается как многофункциональная среда, объединяющая образование, науку, технологическое предпринимательство и городскую инфраструктуру. Он станет ядром мастер-плана наукограда Обнинска, усиливая позиции Калужской области как одного из ключевых центров науки, образования и инноваций в стране.

Проект одобрен президентом России Владимиром Путиным, поддержан Курчатовским институтом и ведущими университетами — членами Консорциума опорных вузов «Росатома», а также предприятиями Калужской области. В кампусе планируется

подготовка кадров для реализации Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики до 2042 года: не менее 35 тыс. специалистов, из которых 20% будут подготовлены в центре «Обнинск.Тех».

В апреле текущего года генеральный директор госкорпорации «Росатом» Алексей Лихачев, губернатор Калужской области Владислав Шапша и ректор Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (НИЯУ «МИФИ») Владимир Шевченко ознакомились с ходом реконструкции кампуса международного научно-образовательного центра ядерного и смежного образования «Обнинск.Тех» в ИАТЭ НИЯУ «МИФИ». К этому времени был полностью обновлен вестибюль, установлены современные турникетные системы, организованы удобные зоны ожидания и навигация, открыта обновленная входная группа.

«Задачи создания сначала ядерного щита, потом атомной энергетики всегда решались вместе с МИФИ. Сейчас к ним добавляется еще одна — достижение глобального лидерства. Эта задача подразумевает не просто удержание экспортного превосходства, которое сегодня есть у «Росатома», а его развитие. И это развитие невозможно без лидерской роли образования», — подчеркнул генеральный директор госкорпорации «Росатом» Алексей Лихачев. По его словам, необходимо создать в Обнинске не просто кампус мирового уровня, а всемирную точку притяжения для «ядерной» молодежи. «Обнинск теперь является неотъемлемой частью не только технологического, но и образовательного процесса, который продвигает «Росатом», — акцентировал глава «Росатома».

Текст и инфографика: Марина Мурашко,
соискатель Института Китая и современной Азии РАН
Фото: пресс-служба президента Республики Казахстан, ТАСС / Олег Кузьмин

Ставка на атом

Почему Казахстан сделал выбор в пользу развития атомной энергетики



На фото

Соглашение между правительствами Российской Федерации и Республики Казахстан об основных принципах и условиях сотрудничества по проекту строительства АЭС в Казахстане в присутствии глав государств подписали генеральный директор госкорпорации «Росатом» Алексей Лихачев и председатель Агентства Республики Казахстан по атомной энергии Алмасадам Саткалиев

28 мая 2026 года президент России Владимир Путин совершил государственный визит в Казахстан. Одним из его ключевых итогов стало подписание межправительственного соглашения об основных принципах и условиях сотрудничества по проекту строительства атомной электростанции «Балхаш» — первой в современной истории этой страны.

Как рождался проект АЭС «Балхаш»

Идея строительства атомной станции в Казахстане начала обсуждаться в экспертных и политических кругах еще в конце 1990-х годов, но долгое время оставалась лишь темой для дискуссий. Ситуация стала меняться в 2010-е годы, когда на фоне экономического роста и одновременного нарастания структурных проблем энергетической системы страны атомную энергетику стали рассматривать как один из неотъемлемых компонентов будущего энергобаланса наряду с природным газом и возобновляемыми источниками. Принятый в 2016 году закон «Об использовании атомной энергии» создал правовую основу для такого сценария и открыл путь к практической проработке проектов.

Вопрос строительства АЭС был вынесен на общенациональный референдум президентом Казахстана Касым-Жомартом Токаевым 31 августа 2023 года в ежегодном послании парламенту. Президент отметил, что в условиях растущего энергопотребления и предстоящего сокращения доли угольной генерации стране нужна надежная низкоуглеродная база, но при этом в обществе существуют и серьезные опасения, обусловленные недостаточной информированностью населения о безопасности современных атомных станций и наследием Семипалатинского полигона. (Напомним, что Семипалатинский полигон, созданный в Казахской ССР в 1946 году в целях обеспечения ядерного паритета между СССР и США, был первым и одним из крупнейших в Советском Союзе, занимая площадь 18,5 тыс. км². За 40 лет на полигоне было произведено около 450 ядерных испытаний, в том числе воздушных, наземных и подземных. Суммарная мощность ядерных зарядов, испытанных в период с 1949 по 1963 год на Семипалатинском полигоне, в 2,5 тыс. раз превысила мощность бомбы, сброшенной на Хиросиму. По оценкам экспертов, приведенным на Единой платформе интернет-ресурсов государственных органов Казахстана (ЕПИР ГО), около 1,3 млн жителей были подвержены влиянию радиационного излучения.) Поэтому, подчеркнул Токаев, столь чувствительное решение должно приниматься не кулуарно, а посредством общенационального референдума.

Как указано на платформе ЕПИР ГО, по итогам народного голосования, которое прошло в октябре 2024 года, за проект проголосовал 71% участников при явке в 64%, благодаря этому власти получили политический мандат на строительство первой в стране атомной электростанции.

В начале 2025 года местом возведения АЭС официально утвердили район поселка Улькен, расположенного на юге Казахстана, на берегу озера Балхаш в Алматинской области. Ранее, на этапе проработки, рассматривались различные варианты, в частности город Курчатова в Восточно-Казахстанской области, но выбор был сделан в пользу Улькена из-за острого дефицита электроэнергии в пиковые часы в южных регионах, наличия площадки нерезализованной Балхашской ТЭС, доступа к воде для охлаждения, а также относительной близости к крупным агломерациям Алматы и Шымкента.

После утверждения площадки Казахстан завершил процесс определения головного технологического партнера. По итогам международного конкурса лидером консорциума был выбран «Росатом», и в июне

2025 года стороны согласовали индикативную дорожную карту проекта.

В августе 2025 года вблизи поселка Улькен состоялась торжественная церемония запуска инженерно-геологических и других изысканий, что стало первым этапом подготовки к строительству АЭС (по состоянию на май текущего года было выполнено более 90% полевых инженерных изысканий). В ходе дальнейшей проработки проекта власти Казахстана официально зафиксировали основные параметры: строительство двух энергоблоков российского дизайна с реакторами ВВЭР-1200 поколения III+ с вводом в эксплуатацию в 2035–2036 годах.

Следующий этап после завершения полевых инженерных изысканий — подготовка проектной документации, она будет рассмотрена национальным регулятором Казахстана — Агентством по атомной энергии, — который должен дать профессиональную оценку проекту и согласовать его параметры. После прохождения госэкспертизы и получения всех необходимых разрешений, а также проведения предусмотренных миссий МАГАТЭ по линии безопасности и ядерной инфраструктуры будет разработан полноценный проект станции со всеми обслуживающими и вспомогательными зданиями, сооружениями и коммуникациями, утверждена итоговая стоимость строительства и заключен контракт на проектирование и строительство АЭС.

Энергодефицит и другие вызовы энергосистемы Казахстана

Президент Казахстана Касым-Жомарт Токаев 30 июня 2026 года на совместном заседании палат парламента страны озвучил главные задачи энергетического сектора страны, подчеркнув в том числе: «Выбор в пользу атомной генерации — абсолютно правильный. Это решение народа в ходе исторического референдума в 2024 году, по сути, носит цивилизационный характер. Это гарантия энергетического суверенитета страны, надежная база энергоемкой цифровой экономики будущего».

Чтобы оценить значение атомной станции для Казахстана, достаточно взглянуть на состояние национальной энергетической системы.

Проблема номер один — высокий износ генерирующих мощностей. Большая часть действующих электростанций была построена еще в советское время и практически выработала свой ресурс. По официальным оценкам Министерства энергетики РК, опубликованным на ЕПИАР ГО, средний уровень износа основного оборудования на электростанциях страны составляет не менее 56%, при этом эксперты полагают, что более трети станций находятся в критическом состоянии с износом до 70–90%.

Кроме того, в Казахстане стабильно растет энергопотребление. Только в 2024 году прирост составил 4,3% по сравнению с предыдущим годом, при этом в некоторых южных регионах рост даже выше



Алексей Лихачев

Генеральный директор госкорпорации «Росатом»:

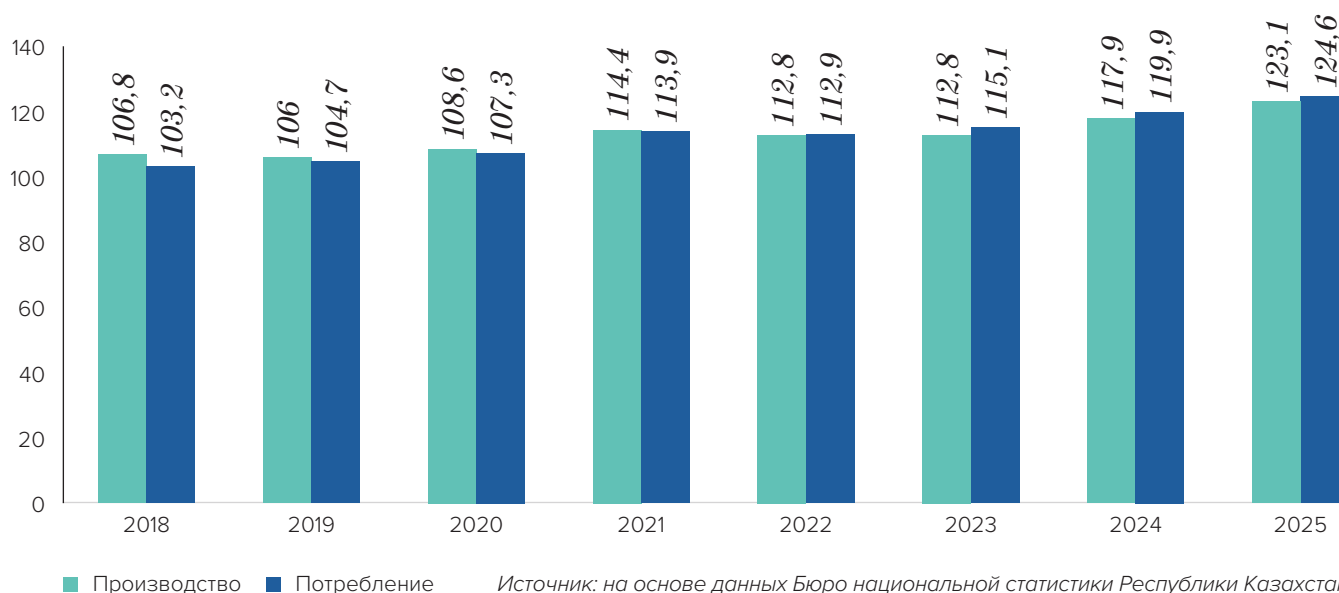
— Мы высоко ценим многолетнее партнерство с Казахстаном и убеждены, что российские атомные технологии станут надежной основой для энергетической независимости и устойчивого развития страны. Сегодня наше сотрудничество выходит на качественно новый уровень, открывая новые возможности для экономического и технологического роста.

среднереспубликанского уровня. Основными причинами стали не только расширение промышленного производства, но и активная цифровизация экономики. Казахстан реализует государственную программу «Цифровой Казахстан», развивает проекты дата-центров и готовится к созданию нового цифрового города Ала-тау, расположенного на берегу Балхаша. Помимо этого, давление на энергосистему создает прирост населения, что также увеличивает базовый спрос на электроэнергию даже без учета новых энергоемких проектов.

Если посмотреть на физическую карту страны, становится понятно, почему строительство первой АЭС ведется именно в этом месте. Основные запасы угля и большинство крупных тепловых станций расположены на севере, вблизи Экибастузского угольного бассейна. На этой промышленной базе строилась вся энергосистема Казахской ССР, которую в наследство получил независимый Казахстан. Между тем на сегодняшний день основные центры потребления и роста спроса — южные регионы и агломерации Алматы и Шымкента, до которых от северных станций более тысячи километров линий электропередачи через слабозаселенные степи и полупустыни.

В советскую эпоху для связи северной и южной зон была построена магистральная линия электропередачи напряжением 500 кВ, позже к ней добавились еще две линии. Тем не менее возможностей существующей схемы транзита «север — юг» уже недостаточно для удовлетворения растущего спроса в регионе. Кроме того, передача больших объемов электроэнергии на расстояния свыше тысячи километров неизбежно сопровождается дополнительными потерями.

Динамика потребления и производства электроэнергии в Казахстане в 2018–2025 гг., млрд кВт·ч



На фото

Атомная опреснительная установка, работающая от реактора БН-350 Шевченковской АЭС, 1973 год

Размещение АЭС на озере Балхаш помогает решить проблему дальних перетоков, разгружая линию «север — юг» и сокращая сетевые потери. Вместе с тем атомный проект Казахстана предполагает не только строительство новых генерирующих мощностей, но и модернизацию магистральных сетей.

Казахстан на атомной карте мира

Важно отметить, что страна, которая готовится построить первую атомную электростанцию в своей современной истории, уже многие годы занимает одно из ключевых мест в мировой атомной отрасли.

По официальным данным на платформе ЕПИР ГО, в недрах Казахстана залегает около 14% разведанных мировых запасов урана, а общие запасы оцениваются в 1 млн тонн. С 2009 года Казахстан вышел на первое место в мире по добыче урана, и в последние годы он обеспечивает до 40% мировой добычи, как сообщает медиапортал сообщества ТЭК Energyland.info.

Нельзя забывать и о том, что на полуострове Мангышлак, в 3,5 км от побережья Каспийского моря, с 1972 года работала первая в мире АЭС с реактором на быстрых нейтронах и первой в мире атомной опреснительной установкой. АЭС была рассчитана на электрическую мощность 150 МВт и производство 120 тыс. м³ пресной воды в сутки для промышленности и бытовых нужд, а также для теплоснабжения города Шевченко, сейчас он называется Актау. Все это вместе называлось Мангышлакской (Шевченковской) АЭС, или Мангышлакским энергозаводом. На атомную станцию возлагалось решение ряда задач, нацеленных на развитие технологии реакторов на быстрых нейтронах: увеличение глубины выгорания, энергонапряженности, температуры теплоносителя, экспериментальная отработка твэлов.

Опыт разработки, сооружения и эксплуатации Мангышлакской АЭС в дальнейшем позволил понять и решить многие задачи, связанные с созданием более мощных реакторов типа БН. Значительная часть экспериментов по изучению физики воспроизводства топлива и нуклидной кинетики, выполненных при эксплуатации БН-350, имела фундаментальный характер и не потеряла актуальности в настоящее время — в связи с практическими шагами



по формированию замкнутого ядерного топливного цикла и двухкомпонентной платформы ядерной энергетики России.

Реактор БН-350 продемонстрировал простоту и надежность эксплуатации. За время его работы не произошло ни одного ядерного или радиационного инцидента. Однако на реакторе потенциально можно было нарабатывать оружейный плутоний-239, и именно этот фактор стал решающим для закрытия проекта. Казахстан к концу 1990-х годов выдвинул ряд антиядерных инициатив, и в 1999 году правительство Казахстана приняло решение о прекращении работы станции. В настоящее время реактор находится в статусе вывода из эксплуатации, и приобретаемый специалистами Казахстана опыт в этой области будет иметь важное значение для развития мировой атомной промышленности.

Казахстан также успешно развивает технологии в сфере ядерной медицины. Например, на базе исследовательского реактора ВВР-К и циклотрона Cyclone-30 в Институте ядерной физики в Алатау налажено производство радиофармпрепаратов для диагностики и терапии различных заболеваний. Технология соответствует международным стандартам качества и позволяет покрывать до 85% потребности страны в препаратах для ядерной медицины.

Отдельного внимания заслуживает Банк низкообогащенного урана МАГАТЭ, размещенный на территории Ульбинского металлургического завода в Усть-Каменогорске. Это единственное в мире хранилище низкообогащенного урана, находящееся в собственности и под прямым управлением МАГАТЭ, а Казахстан выступает принимающей стороной, предоставляя площадку, инфраструктуру, систему физической защиты и соответствующую требованиям Агентства нормативную базу.

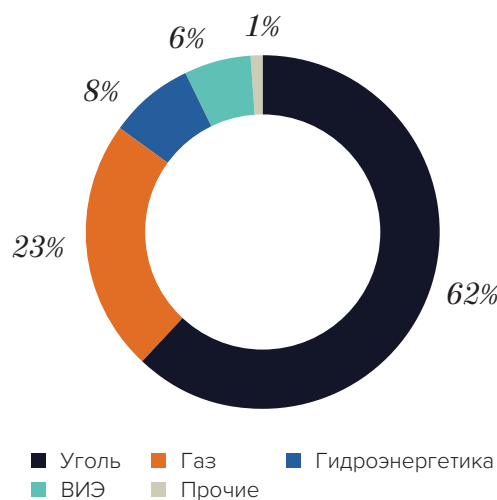
Банк НОУ спроектирован и регламентирован на объем до 90 тонн низкообогащенного гексафторида урана с обогащением до 5%. Этого объема вполне достаточно, чтобы изготовить топливо для одного стандартного легководного реактора мощностью 1000 МВт и, в случае необходимости, снабжать крупный город электроэнергией в течение трех лет.

Два энергоблока — это только начало

Специалисты подчеркивают, что строительство первой АЭС — это только первый шаг на пути к трансформации всей энергетической системы Казахстана, а вместе с ней и экономики. По оценке Министерства энергетики РК, к 2035 году Казахстану потребуется ввести 26,5 ГВт новых генерирующих мощностей, из которых не менее 2,4 ГВт должны прийти на атомную генерацию. Однако с учетом старения электростанций и прогнозируемого вывода части угольных блоков из эксплуатации, необходимо создавать задел мощностей, в том числе атомных, на долгосрочную перспективу. По сообщению Агентства Республики Казахстан по атомной

Структура производства электроэнергии в Казахстане по типам генерации, 2024 г., %

Казахстан является активным участником международного климатического диалога и в рамках глобальной кампании по достижению состояния углеродной нейтральности поставил цель выйти на нулевой нетто-уровень выбросов (Net Zero) к 2060 году. Сделать это планируется, помимо прочего, за счет кратного сокращения доли угольной генерации и ввода в эксплуатацию новых низкоуглеродных мощностей, в том числе атомных энергоблоков.



Источник: на основе данных Бюро национальной статистики Республики Казахстан

энергии, реализация Стратегии развития атомной отрасли предусматривает, что к 2050 году в стране будет действовать не менее трех АЭС. Учитывая прогнозируемый рост потребления электроэнергии, предусмотрена реализация проекта по строительству четвертой станции, что позволит в полной мере покрыть растущие потребности экономики и населения в надежной и экологически чистой энергии. Также будут рассмотрены варианты строительства АЭС на базе малых модульных реакторов в пригодных регионах страны с учетом технологической и экономической целесообразности, а также для замещения выбывающих из эксплуатации угольных станций соответствующими атомными мощностями.

Эта стратегия выглядит как закономерная последовательность действий в сфере энергетики: новые реакторы, модернизация линии электропередачи и сопутствующей инфраструктуры. Все это позволит диверсифицировать энергетический сектор экономики и существенно повысить энергетическую безопасность и независимость страны. Но, с другой стороны, за этим стоит еще более масштабная цель. Как справедливо отметил Владимир Путин, «с введением АЭС в Казахстане будет создана новая отрасль — с подготовкой кадров, научной базой и производственной кооперацией».

Текст: Сергей Петровский

(на основе данных, приведенных в докладе Environmental Cost of AI's Energy Use)

Фото и иллюстрации: Allison Saeng, Massimo Botturi / Unsplash

Экологическая цена прогресса

ИИ бросает вызов устойчивому развитию

Институт водных ресурсов, окружающей среды и здоровья Университета ООН (UNU-INWEN) в июне представил доклад об экологических издержках, связанных с развитием технологий искусственного интеллекта. В исследовании подчеркивается, что сформировавшаяся система оценок не дает полного представления об этих издержках: ранее в основном изучался объем углеродного следа в процессе обучения моделей и не учитывалось энергопотребление

систем ИИ в процессе генерации разных типов контента, кроме того, обычно не принимались во внимание водопотребление и использование земельных ресурсов. Предлагая более широкий взгляд на риски для устойчивого развития, которые несет новая ИИ-эпоха, авторы исследования призывают и государства, и всех нас не отказываться от достижений технического прогресса, а более ответственно пользоваться возможностями, которые он дает.

Цифровой разрыв

Суть четвертой промышленной революции, ключевой технологией которой стал искусственный интеллект, — в переходе от цифровизации к оптимизации и автоматизации сложных систем. По прогнозам, приведенным в исследовании, к началу 2030-х годов объем мирового рынка ИИ составит от \$2,4 до \$4,8 трлн.

Темпы внедрения технологий ИИ оказались беспрецедентными. В 2022 году число пользователей ChatGPT превысило 1 млн всего за пять дней после запуска, а отметку в 100 млн сервис преодолел менее чем за два месяца. Китайский DeepSeek, запущенный в январе 2025 года, за три недели привлек более 20 млн активных пользователей в сутки, а к середине 2025 года число его активных пользователей в месяц достигло примерно 125 млн.

Авторы доклада подчеркивают, что инфраструктура и выгоды от этого бурного развития распределены крайне неравномерно. Для создания и работы передовых систем ИИ необходимы высокопроизводительные вычислительные мощности, специализированные чипы и ресурсы центров обработки данных, сосредоточенных лишь в немногих точках мира. Так, только 16% стран располагают облачными вычислительными мощностями, которые требуются для работы ИИ, причем 90% этих мощностей находятся в США и Китае.

Страны, которым не хватает собственной инфраструктуры для обучения или запуска моделей ИИ, вынуждены обращаться к лидерам ИИ-гонки, предоставляющим доступ к вычислительным ресурсам. Такая схема определяет, кто получает стратегические и экономические преимущества и устанавливает правила доступа, ценообразования и управления данными. В результате еще больше усугубляется существующий цифровой разрыв между странами, создающими и контролирующими системы ИИ, с одной стороны и странами, выступающими просто потребителями, — с другой.

Невидимые последствия

Когда какая-либо технология развивается настолько стремительно, непредвиденные социальные, экономические, геополитические и экологические последствия накапливаются незаметно. Но их будет сложно исправить, как только система окончательно сложится, предупреждают авторы доклада.

Жаркие споры о рисках, которые несет человечеству ИИ, идут с момента запуска ChatGPT в 2022 году. Основное внимание, и не без оснований, уделяется предвзятости алгоритмов, угрозам конфиденциальности, распространению фейковой информации и реформатированию рынка труда. Однако, по мнению авторов исследования, не менее значимым, но пока недостаточно изученным аспектом ИИ является его воздействие на окружающую среду. Важно понимать,

Центры обработки данных — физическая основа инфраструктуры ИИ

448 ТВт·ч

электроэнергии потребили в 2025 году мировые центры обработки данных. Если бы ЦОДы были отдельным государством, по уровню энергопотребления они заняли бы 11-е место в мире

до 945 ТВт·ч

может вырасти спрос на электроэнергию со стороны ЦОДов при сохранении текущих тенденций к 2030 году. Это почти в 3 раза превышает суммарное годовое энергопотребление Пакистана, Бангладеш и Нигерии, где в общей сложности проживает более 650 млн человек

399 млн тонн

CO₂-эквивалента — углеродный след, которым по расчетам будет сопровождаться производство электроэнергии для ЦОДов в 2030 году. Для его компенсации нужно вырастить 6,7 млрд деревьев, что примерно в 2 раза превышает общее количество деревьев в Великобритании

9,3 трлн литров

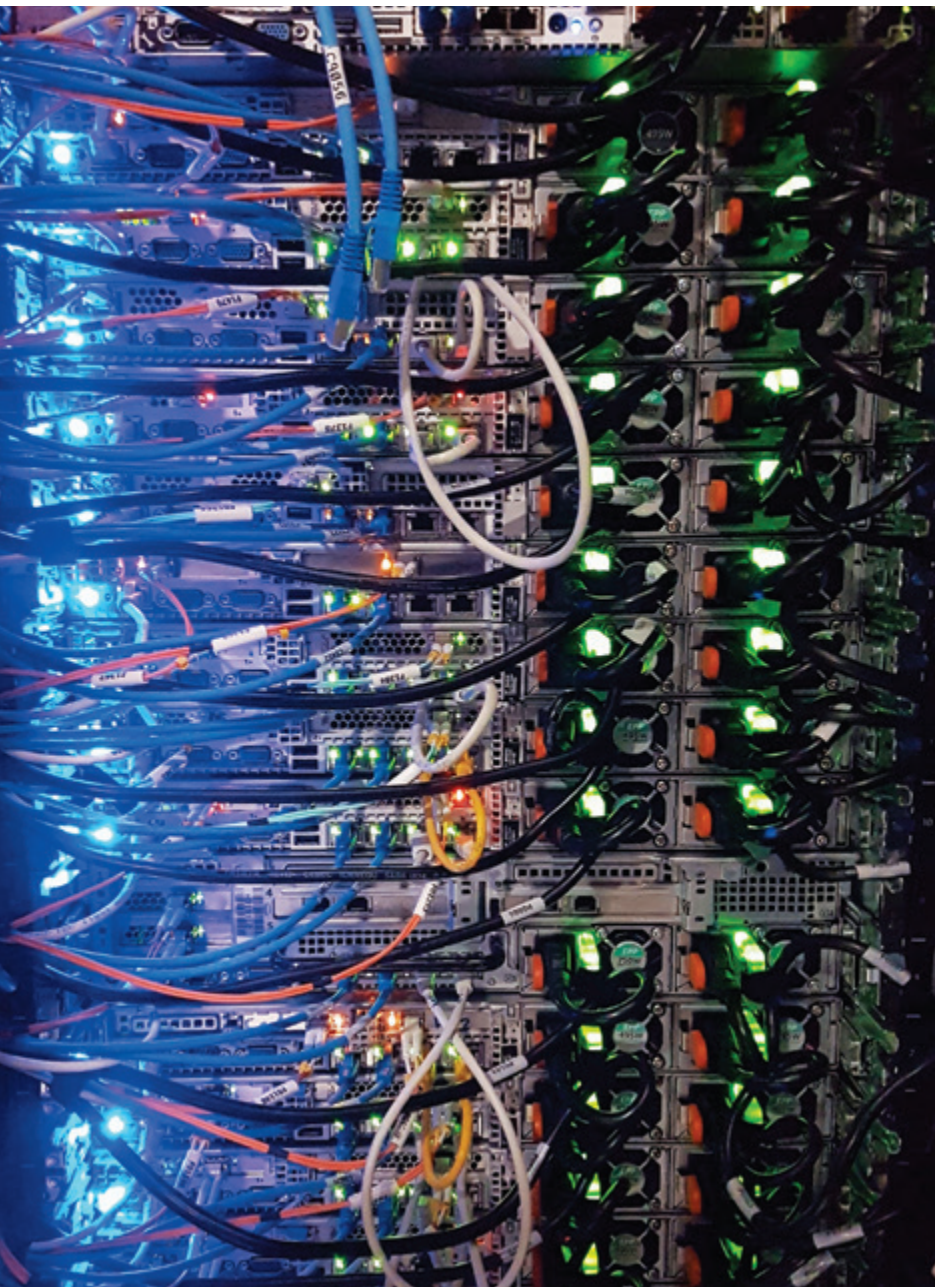
может составить сопутствующий водный след, это сопоставимо с годовой потребностью в воде для бытовых нужд всех 1,3 млрд жителей стран Африки к югу от Сахары

14 500 км²

может составить земельный след, связанный с производством такого объема электроэнергии, — это площадь, которая почти в 10 раз превышает территорию Мехико

20%

общего объема электроэнергии, потребляемой ЦОДами, приходилось на долю рабочих нагрузок, связанных с ИИ. К 2030 году этот показатель, согласно прогнозам, вырастет до 40%



что ИИ — это не просто программный код: технология неразрывно связана с физической инфраструктурой и цепочками поставок, включая функционирование центров обработки данных, производство чипов, генерацию электроэнергии, потребление водных и земельных ресурсов, добычу критически важных минералов и, в конечном итоге, утилизацию электронных отходов. Так, по данным, приведенным в докладе, к 2030 году инфраструктура ИИ может ежегодно создавать до 2,5 млн тонн электронных отходов, по объемам утилизации это почти 250 Эйфелевых башен.

Авторы доклада предлагают устранить пробелы в экологическом регулировании ИИ с помощью комплексной оценки его воздействия на окружающую среду. Для этого исследователи выходят за рамки

привычного подсчета исключительно выбросов парниковых газов и количественно оценивают экологический след (углеродный, водный и земельный), возникающий при производстве электроэнергии для работы систем ИИ.

Это имеет принципиальное значение, так как низкоуглеродные решения сами по себе не гарантируют минимального потребления воды или земельных ресурсов. Оценка устойчивости по единственному показателю может скрыть другие риски и переложить экологическую нагрузку на регионы, уже испытывающие дефицит водных ресурсов или нехватку земель. Такой подход может лишь усугубить экологические проблемы одних регионов, в то время как все выгоды от развития ИИ будут доставаться другим.

Цена производительности

Известно, что создание моделей ИИ требует больших энергозатрат, которые увеличиваются с ростом мощности моделей. Так, на обучение GPT-3, по оценкам, приведенным в докладе, потребовалось 1,3 ГВт·ч электроэнергии в течение 34 дней, а на обучение GPT-4 — от 50 до 70 ГВт·ч за 100 дней, то есть в 40–55 раз больше. Но обучение моделей — это лишь малая часть общей картины. Чем больше ИИ входит в нашу повседневную жизнь, тем большую роль в его энергопотреблении играет процесс инференса (от англ. inference — «логический вывод»), то есть применения обученной модели для решения поставленной задачи. После развертывания моделей ИИ именно миллиарды ежедневных взаимодействий обеспечивают основную долю расхода энергии: на инференс приходится от 80 до 90% общего объема энергопотребления.

Согласно приведенным в докладе данным, только ChatGPT обрабатывает около 2,5 млрд запросов в день. С такими масштабами незначительные затраты ресурсов на отдельную задачу превращаются в колоссальную нагрузку на инфраструктуру: при консервативной оценке расхода энергии в 0,42 Вт·ч на один текстовый запрос использование системы уровня ChatGPT требует примерно 383 ГВт·ч электроэнергии в год. Для компенсации сопутствующих выбросов углерода потребовалось бы вырастить 2,6 млн деревьев, объем потребляемой воды сопоставим с минимальной годовой потребностью в бытовой воде примерно 500 тыс. жителей стран Африки к югу от Сахары, а площадь используемой земли эквивалентна более чем 800 футбольным полям. Эти цифры резко возрастут, если учитывать ИИ, встроенный в массовые платформы, например поисковые.

Не менее важно, отмечают авторы, что энергозатраты на один запрос могут различаться на порядки в зависимости от модальности и объема генерируемого контента. Если взять за отправную точку процесс классификации текста (например, фильтрацию спама), то обычный запрос к системе типа ChatGPT требует примерно в 200 раз больше энергии, чем простая классификация текста, создание длинных

Обучение моделей и практическое применение искусственного интеллекта

в 42 000 тонн

CO₂-эквивалента оценивается углеродный след от обучения моделей уровня GPT-5. Для его компенсации потребовалось бы 700 000 саженцев, что примерно равно количеству деревьев в 40 нью-йоркских Центральных парках или в 155 раз превышает число деревьев в парке Хай-Парк в Торонто

1,5 км²

(или примерно 210 футбольных полей) — оценочная площадь земель, необходимых для обеспечения обучения GPT-5 (для GPT-4 — примерно 0,9 км², или 126 футбольных полей)

2,5 млрд

запросов в день обрабатывает в настоящее время ChatGPT — только одна модель из многих существующих

от 80 до 90%

общего энергопотребления систем ИИ приходится на этап непрерывного инференса (вывода) — генерации ответов в ходе миллиардов взаимодействий

на 42 часа

работы светодиодной лампы мощностью 10 Вт может хватить энергии, затрачиваемой на создание сложного видео с помощью ИИ (при генерации типичного изображения среднего разрешения такая же лампа может работать 17 минут)

4,1 литра

водный след, связанный с потреблением электроэнергии при создании сложного видео с помощью ИИ, что почти равно двухдневной норме питьевой воды для одного человека. Для одного типичного изображения этот показатель составляет около 2 столовых ложек воды (29 мл)

ответов — до 1000 раз больше, а генерация изображений с помощью ИИ — в 1450–2000 раз больше. Оценочные показатели общего экологического воздействия одного ИИ-изображения стандартного разрешения таковы: 2,9 Вт·ч электроэнергии, 1,22 г CO₂-эквивалента, 28,6 мл воды и 0,45 см² земельной площади. Видео контент — это новый рубеж энергопотребления: создание одного короткого видеоролика с помощью ИИ может потребовать столько же электроэнергии, сколько классификация 200 000 спам-сообщений или генерация сотен изображений. Сложный мультимедийный контент будет еще более энергозатратным. Поэтому ключевыми факторами, определяющими экологический след, могут стать настройки по умолчанию и выбор пользователя.

Путь ответственных

Хотя доклад экспертов Университета ООН посвящен преимущественно экологическому следу, связанному с ИИ-энергопотреблением, в нем отмечены и другие значительные аспекты воздействия ИИ на окружающую среду. Например, для аппаратного обеспечения ИИ важно использование некоторых критически важных минералов, их добыча и переработка могут наносить ущерб экологии, причем негативные последствия зачастую сосредоточены в странах Глобального Юга. Кроме того, ненадлежащее обращение с электронными отходами по истечении срока службы оборудования может подвергать локальные сообщества воздействию опасных веществ. Именно поэтому ответственное развитие ИИ требует управления всей цепочкой создания стоимости: от добычи сырья до переработки и безопасной утилизации.

Для решения этих задач предлагается создать экосистему ответственного ИИ, опирающуюся на шесть принципов: прозрачность; эффективность на этапе проектирования; справедливость, в том числе экологическую; ответственность на протяжении всего жизненного цикла; глобальное сотрудничество; устойчивое использование. По мнению авторов доклада, оценка углеродного, водного и земельного следа позволяет сделать воздействие ИИ наглядным, сопоставимым и поддающимся корректировке, что поможет создать основу для управления и обеспечения подотчетности в разных странах. Признавая физическое воздействие ИИ и внедряя строгие механизмы управления жизненным циклом, международное сообщество сможет обеспечить экологическую управляемость технологического прогресса.

Профессор Кавех Мадани, директор UNU-INWEN, возглавлявший группу исследователей, назвал развитие ИИ движущей силой технологической революции нашей эпохи и подчеркнул: «Этот доклад — не выступление против искусственного интеллекта, технологической трансформации, улучшающей жизнь миллиардов людей во всем мире. Это призыв к ответственному использованию технологии и к упреждающему решению проблем, связанных с ее непредвиденными последствиями, ради обеспечения устойчивости и справедливости».

Текст: Наталия Фельдман

Фото: Кевин Гилл, Дэвид Скотт / NASA, Эмиль Херинг

«Полетели на Луну, мне нужна твоя компания»

Как писатели представляли себе естественный спутник Земли

Луна упоминается в художественных произведениях еще с античности, и, конечно же, авторов волновало, есть ли на ближайшем к нам небесном теле обитатели. Литературных «жителей» там немало — от китайского Нефритового зайца, который толчет в ступе эликсир бессмертия, до лунных коротышек, к которым отправился в гости Незнайка — герой романов советского писателя Николая Носова. И практически в каждом произведении описан способ, которым герои добираются

до естественного спутника Земли. В 2025 году Китай и Россия подписали меморандум о строительстве на Луне электростанции для Международной научной станции, которую планируют создать уже к 2036 году. Мечты и фантазии начинают воплощаться в реальных инженерных решениях. Какой Луну видели писатели и какими технологиями пользовались герои их книг, разберем в статье.

«Полетели на Луну, мне нужна твоя компания» — цитата из песни «На Луну» группы «Манго Буст».

От мифа — к технологиям

Нефритовый заяц, или Юйту, — персонаж китайской мифологии, считающийся символом доброты, долголетия и самой Луны. Уже больше 10 лет на нашем спутнике находятся целых два «Юйту» — это китайские луноходы, исследующие грунт, геологическую структуру и производящие панорамную съемку. Миссию, доставившую «Юйту» на естественный спутник Земли, назвали «Чанъэ», в честь еще одного китайского мифологического персонажа — жены стрелка Хоу И, у которого она украла снадобье бессмертия, улетела на Луну и превратилась там в жабу. Вот так мифология обретает вполне реальные технические очертания и позволяет прикоснуться к недостижимому не в фантазиях, а на научной основе.

Историк науки Юрий Белый, долгое время изучавший рукописное наследие Иоганна Кеплера, отмечает, что после смерти известного астронома нашли его рукопись под названием «Сон, или Астрономия Луны», которую опубликовали в 1634 году. В письме своему современнику Галилео Галилею Кеплер пишет: «Предвижу корабль, паруса, приспособленные к небесным ветрам, и найдутся люди, которые не побоятся даже пустоты межпланетного пространства, ... для тех, кто захочет попытаться предпринять это путешествие, давайте создадим. Вы, Галилей, астрономию Юпитера, а я — Луны». Но в самой повести героя переносят на Луну демоны — мифологические мотивы, невзирая на развитие науки, все еще сильны. С другой стороны, Кеплер делает примечание, что демоны в его произведении — это «науки, раскрывающие причину вещей».

Книга Рудольфа Эриха Распе о знаменитом путешественнике Мюнхгаузене вышла в 1786 году, и ее главный герой побывал на Луне дважды: один раз — взобравшись по длинному стеблю, второй — долетев на пушечном ядре. Но, поскольку книга изначально задумывалась как иронически-фантастическая, научных сведений в ней практически не содержится.

Эдгар По в рассказе «Необыкновенное приключение некоего Ганса Пфааля» 1835 года пишет о том, как главный герой Ганс Пфааль строит огромный и прочный воздушный шар, наполнив его необычным газом, состав которого не раскрывается: «Я могу только сообщить, что он является составной частью азота, так долго считавшегося неразложимым, и что плотность его в 37,4 раза меньше плотности водорода. Он не имеет вкуса, но обладает запахом; очищенный — горит зеленоватым пламенем и безусловно смертелен для всякого живого существа». В качестве материала для воздушного шара Ганс выбрал «кембриковый муслин (тонкая хлопчатобумажная ткань), покрытый слоем каучука», чтобы избежать потери газа. Под корзиной шара Ганс поместил бочки с порохом, после набора высоты взорвал их, и ударная волна придавала шару огромное ускорение. Кроме провизии, герой берет с собой «аппарат для сгущения кислорода», чтобы дышать на большой высоте, а также научное оборудование. Добравшись до Луны, Ганс обнаруживает там вполне развитую цивилизацию и остается

там жить. О его полете жители его родного города Роттердама узнали из письма, которое доставил необычный старичок на воздушном шаре странной формы, сделанном из газет и с корзиной в виде перевернутой шляпы с тульей.

В романе Жюль Верна «Путешествие с Земли на Луну прямым путем за 97 часов 20 минут» 1865 года члены американского «Пушечного клуба» в Балтиморе решили завоевать Луну и сделать ее одним из штатов США. Добираться до Луны они собирались с помощью пушечного ядра, выпущенного с нужной скоростью. В романе приводятся научные сведения о Луне, соответствующие представлениям того времени, включая информацию о ее орбите и версии ее происхождения, а также баллистические расчеты. Деньги на создание огромной пушки, ядра и бомбы, начиненной порохом, собирали со всего мира. Когда почти все было готово, участники проекта получили телеграмму от француза Мишеля Ардана, в которой ее автор предлагал заменить бомбу на конический снаряд и лететь внутри него на Луну. После масштабного приготовления и успешных испытаний снаряд с тремя людьми внутри был успешно запущен, но пролетел мимо Луны, был захвачен ее притяжением и стал ее спутником. На этом роман заканчивается.

«Первые люди на Луне»

Герой научно-фантастического романа Герберта Уэллса «Первые люди на Луне», созданного в 1901 году, поселившись в сельской местности, чтобы написать книгу, знакомится со своим соседом Кавором, получившим вещество, которое «не подвержено силе тяготения, оно преграждает взаимное притяжение между телами». Вещество назвали каворитом — по фамилии изобретателя. Первый эксперимент по его получению привел к взрыву: из-за того что каворит был в форме плоского листа, «давление воздуха сверху прекратилось, воздух же по сторонам каворита продолжал давить с силою 14,5 фунта на каждый квадратный дюйм того воздуха, который вдруг сделался невесомым. Воздух над каворитом, насильно вытесняемый, должен был подниматься, притекаящий же ему на смену воздух с боков тотчас же терял вес, переставал производить давление, следовал за предыдущим кверху, пробил потолок, сбросил крышу... Таким образом, образовался как бы атмосферный фонтан, печная труба в атмосфере». Осмыслив результаты эксперимента, Кавор решил создать металлический шар из стали и стекла, вмещающий двух пассажиров, их багаж и запасы продовольствия, а на его поверхность напылить каворит, что позволило Кавору и главному герою попасть на Луну. Вскоре после взлета оба пассажира и их вещи оказались в невесомости. В шаре находился аппарат для удаления углекислоты и воды. Управление шаром Кавор осуществлял, открывая и закрывая окна и заслонки, что позволяло менять траекторию, ускоряться или замедляться. Путешественники обнаружили на Луне атмосферу и растения, которые начали активно расти после наступления лунного дня. Чуть позже они встретились с «лунными

Рисунок из первой публикации романа Герберта Уэллса «Первые люди на Луне» в журналах в США и Англии



чудовищами» и селенитами — обитателями Луны — и даже попали к ним в плен. Селениты представляют собой кого-то вроде огромных муравьев «нескольких сотен различных сортов» с верховным правителем во главе. Селениты жили в природных пещерах под поверхностью Луны, которая внутри оказалась похожей «на скалистую губку».

Автор учитывает меньшую гравитацию — герои могут совершать огромные прыжки, оттолкнувшись от поверхности, но атмосфера там вполне пригодна для дыхания землян. Столкнувшись с враждебностью селенитов, герои теряют друг друга, и рассказчик, сумев найти их шар, возвращается на Землю, оставив Кавора у селенитов, а через несколько лет получает известия о его жизни на Луне с помощью передачи данных по электромагнитной связи.

«Вне Земли»

Имя Константина Циолковского — учителя, мечтавшего о космосе, ученого-самоучки, изобретателя — вписано в историю отечественной и мировой космонавтики. В своей повести «Вне Земли», опубликованной в 1920 году, он пишет о будущем, а точнее, о событиях 2017 года. Ученые, поселившиеся в горном замке, изобретают ракету, и после ее испытаний на околоземной орбите, выхода в открытый космос в скафандрах и строительства оранжереи отправляются на Луну, а затем на Земле строятся тысячи таких ракет, и человечество оправляется осваивать «мировые пустыни», то есть бескрайний космос.

На Луне путешественники обнаруживают те же горные породы и минералы, что и на Земле, а еще

движущиеся разноцветные растения-животные, которые таким образом приспособились к чудовищному перепаду температур. Обнаруживают там и пещеры, температура в которых держится на одном уровне и достигает $+25^{\circ}\text{C}$.

Вопрос питания космических путешественников у Циолковского решен достаточно интересно: к ракете пристыкована специальная оранжерея. Оранжерея, построенная на орбите Земли, уделено довольно много внимания — и быстрому росту в ней самых разнообразных растений, и регуляции температуры внутри за счет расположения относительно Солнца, и радости людей, доставленных туда, и самоуправлению, благодаря которому интересы каждого учитывались.

Самое интересное, что герои Циолковского совершенно не используют радиосвязь, а радио к тому времени существовало уже около 20 лет. Ученые, оставшиеся в ракете на орбите Луны, общаются с Землей с помощью фототелеграмм — плоским зеркалом отправляют сообщения азбукой Морзе.

«На пыльных тропинках далеких планет...»

После создания настоящих ракет фантасты стали выбирать местом действия Венеру («Страна багровых туч» братьев Стругацких), Марс («Марсианские хроники» Рэя Бредбери) и дальний космос, включая созданные их фантазией миры и инопланетные цивилизации. Луна казалась близкой и изученной, и она фигурировала в фантастических романах либо как космодром или ресурсная база («Человек, который продал Луну» Роберта Хайнлайна, 1950 г.), либо как место заключения самых опасных преступников («Луна — суровая хозяйка» Роберта Хайнлайна, 1966 г.). Появился естественный спутник нашей планеты и в детской литературе: Николай Носов в 1965 году завершил свою трилогию о Незнайке повестью «Незнайка на Луне». Коротышки добираются до Луны на ракете и находят лунную цивилизацию под ее поверхностью — жителям пришлось туда перебраться из-за потери Луной атмосферы. В лунном обществе царят капиталистические отношения, и Незнайка с Пончиком затевают там революцию, посадив семена растений с Земли, которые выросли там до гигантских размеров, и тем самым прекратив продовольственную монополию местных капиталистов.

Взгляд эксперта

Технические средства, помогающие литературным персонажам достичь Луны, проанализировал Дмитрий Эпштейн, кандидат физико-математических наук, преподаватель астрономии СУНЦ Новосибирского государственного университета, доцент Западного государственного университета, популяризатор наук о космосе.

«Все мы фантазируем на основе своего опыта и окружающих нас реалий, поэтому первые путешествия вымышленных персонажей на Луну проходили с помощью магии (волшебное снадобье и демоны Кеплера). Писатели в разные эпохи опирались на известные им технологии — пушечные ядра, воздушные шары, ракеты и другие технические средства, которые использовались для быстрого перемещения и теоретической возможности покинуть поверхность Земли, когда речь заходила о путешествии к нашей спутнице — Луне. Сейчас мы понимаем, что ни пушечное ядро, ни воздушный шар до Луны долететь не могут, но в XVIII–XIX веках это было неочевидно.

Но все же некоторые из этих произведений стали пророческими не только в плане технологий и подходов. Так, например, ситуацию из упомянутого романа Жюль Верна отчасти повторил первый искусственный объект, отправленный к Луне. Аппарат «Луна-1» промахнулся мимо нашего спутника, но на значительно большее расстояние — почти полтора диаметра, из-за чего стал первым искусственным спутником Солнца. На Луне действительно существуют пещеры, там значительно более низкая, чем на Земле, гравитация и даже обнаружена вода (в кратерах вблизи южного полюса)», — объясняет Дмитрий Эпштейн.

А вот каворит, по мнению эксперта, можно отнести к списку фантазий автора, так как создать материал, не подверженный гравитации, технически невозможно. Да и для того, чтобы управлять скоростью аппарата, покрытого каворитом, с помощью открывания и закрывания заслонок, математических расчетов, сделанных вручную и без дополнительных измерений положения аппарата в пространстве, явно недостаточно. Кроме того, не учитываются сопротивление и вязкость воздуха, а это отдельная и сложная инженерная задача. В реальности аппарат с такой системой управления, скорее всего, промахнулся бы или не набрал бы нужной высоты и упал.

Что касается оранжерей, описанных Циолковским, то строить их отдельно от ракеты и соединять специальными перемычками вряд ли будут, но на МКС регулярно выращивают овощи, зелень и цветы — от лука, редиса и гороха до цинний.

Что осталось на Луне

Луна — это пока единственное небесное тело, за исключением Земли, на котором побывали люди. И они оставили там следы своего пребывания. По оценкам экспертов, общая масса всех искусственных объектов на Луне составляет около 180 тонн. Это автоматические космические аппараты и лунные искусственные спутники, упавшие на ее поверхность, посадочные и взлетные ступени пилотируемых кораблей, различное оборудование и отработанные ступени ракет-носителей. Остались на поверхности нашего естественного спутника и оба «Лунохода»: «Луноход-1» стал первым в мире планетоходом, успешно

В следующем десятилетии часть идей фантастов должна стать реальностью: на Луне появится научная станция с мини-АЭС российской разработки. И тогда, возможно, туда смогут попасть не только космонавты и астронавты, но и любопытные космические туристы, которые своими глазами увидят и следы на лунном грунте, и необычный памятник, и оставленное оборудование, покрытое лунной пылью.

отработавшим на другом небесном теле, а «Луноход-2» за несколько месяцев работы снял 86 панорам Луны и передал на Землю около 80 тыс. кадров теле съемки. До сих пор на Луне остаются следы астронавтов, побывавших там, а также следы колес всех лунных роверов.

Но, пожалуй, самый трогательный объект на Луне — это единственная художественная инсталляция, скульптура «Павший астронавт» высотой всего 8,5 см. Она изображает космонавта в скафандре, лежащего навзничь, а рядом с ней установлена табличка с фамилиями восьми астронавтов и шести советских космонавтов, умерших или погибших к тому времени. Есть на этой табличке и имя Юрия Гагарина. Автор скульптуры — бельгийский художник и гравер Пол ван Хейдонк. Инсталляцию доставил на Луну командир миссии «Аполлон-15» Дэвид Скотт, который и вдохновил скульптора на ее создание.





Ученые не против ИИ

Цифровая трансформация просвещения: как современные технологии меняют форматы популяризации науки

Как нескучно рассказать об открытии, совершенном в XIX веке? Зачем заставлять нейросеть спорить с учеными? И при чем здесь ИИ и VR? Ответы на эти вопросы — в нашем материале о деятельности сети Информационных центров по атомной энергии (ИЦАЭ).

Сейчас невозможно найти человека, который ничего бы не слышал про искусственный интеллект и виртуальную реальность. Про ИИ и VR говорят, что называется, из каждого утюга. Кстати, уже встречаются и утюги, оборудованные голосовым помощником и системой управления со смартфона. Цифровые технологии проникли во многие сферы человеческой

деятельности и прочно там закрепились. Вот несколько историй о том, как ИЦАЭ удалось «цифру» приручить и использовать для популяризации науки.

Глазами Анри Беккереля

Не просто услышать об открытии радиоактивности, а перенестись в прошлое, почувствовать себя настоящим исследователем и пережить знаменитое открытие вместе с самим Анри Беккерелем смогли гости ИЦАЭ Нижнего Новгорода и Обнинска. Эти встречи дали старт новому научно-популярному проекту сети Информационных центров.

Вооружившись шлемами виртуальной реальности, посетители ИЦАЭ оказались перенесенными

в точную копию исторической лаборатории. Уникальность проекта заключалась в том, что каждый гость становился непосредственным участником событий, примеряя на себя роль самого Анри Беккереля. Вместо пассивных наблюдателей зрители становились активными участниками эксперимента.

Сначала почувствовать себя Анри Беккерелем, шаг за шагом приближающимся к великому открытию, смогли жители Нижнего Новгорода. В апреле Информационный центр этого города стал тестовой площадкой для нового научно-популярного проекта.

Затем 4 июня мероприятие под названием «Наука всегда кстати. Эффект присутствия в атомной истории» предложило посетителям ИЦАЭ Обнинска уникальное сочетание интерактивного опыта и глубокого погружения в атмосферу научной лаборатории конца XIX века.

Сейчас проект находится на стадии проверки логики действий, и встречи в ИЦАЭ стали важной частью этого процесса. Имена участников этих мероприятий будут внесены в список тестируемых и отражены в начальной сцене сюжета.

После интерактивного погружения участников встреч в атомных центрах ждала лекционная часть. Спикером выступил создатель VR-сцены, VR-разработчик АО «НИКИМТ-Атомстрой» и руководитель проектов Даниил Казаков, рассказавший о том, как на основе исторического факта создается полноценное виртуальное пространство.

Работая в АО «НИКИМТ-Атомстрой», Даниил занимается разработкой цифровых платформ, автоматизированных систем управления и инновационных VR-тренажеров для профессиональной подготовки сотрудников предприятий атомной отрасли. Основное внимание эксперта направлено на создание серьезных игр (Serious Games), объединяющих технологии дополненной, виртуальной и смешанной реальности. Ярким примером является тренажер для специалистов по неразрушающему контролю, который имитирует работу промышленных рентгеновских аппаратов. Весь процесс физического взаимодействия с оборудованием перенесен в виртуальную среду, что существенно повышает эффективность обучения.

«В российском обществе сохраняется устаревшее убеждение, что учебный процесс непременно сопряжен с трудностями и страданиями, исключающими элемент развлечения, — признает Даниил. — Я же стремлюсь разрушить этот стереотип, доказывая обратное. Если взять подготовку специалистов для атомной отрасли, как настоящих, так и будущих (при обучении в колледжах, СПО и вузах), то игровые симуляции предоставляют уникальную возможность моделировать стандартные и экстренные рабочие ситуации, позволяя обучающимся приобретать ценные навыки в безопасной обстановке. VR-тренажер для подготовки специалистов по радиографическому контролю дает возможность симулировать работы с использованием рентгеновского оборудования, увеличивая общее

время занятий, но позволяя не превышать при этом установленные санитарные нормы по облучению. Помимо этого, виртуальная среда дает возможность воспроизводить реальные производственные площадки, недоступные для традиционного учебного процесса. Кстати, симулятор используется и на чемпионатах профмастерства, где кроме «Росатома» участвуют «Роскосмос», «Газпром» и другие корпорации».

Параллельно с основной деятельностью Даниил участвует в образовательных проектах, выступая с лекциями для школьников и студентов, посвященными разработке VR-, AR-приложений и игровых симуляторов, а также участвует в популяризации науки, в том числе и в Информационных центрах по атомной энергии.

«Преимущество VR в том, что ты можешь сделать человека центром того, о чем ты хочешь рассказать, на это не способны ни кино, ни книга, ни выставка. Это очень интересные форматы, но именно VR дает то, чего не предлагает ни один из них: это погружение в историю, возможность не просто ее послушать, а именно прожить, — подчеркивает эксперт. — И для меня потенциал VR заключается в двух вещах: подготовке специалистов и популяризации науки через историю так, чтобы это было нескучно».

Кстати, финальная версия образовательного проекта с погружением в виртуальную реальность будет включать в себя 15 исторических эпизодов из истории развития атомной энергетики. Всех карт наш собеседник не раскрывает, но известно, что во втором сюжете, который будет готов уже в октябре, гости ИЦАЭ смогут примерить на себя роль лаборанта Пьера и Марии Кюри.

Как приручить нейросети

Никита Сафонов — ведущий инженер по информационно-справочной документации и технической пропаганде Производственного объединения «Маяк» в городе Озерске. Работа команды отдела коммуникаций «Маяка», частью которой является Никита, заключается в создании контента в группах в соцсетях и на сайтах предприятия. 4 июня в ИЦАЭ Челябинска эксперт провел мастер-класс «Краткая история нейросетей», который собрал аудиторию с широким диапазоном возрастов — от младших школьников до зрелых слушателей старше 50 лет.

«Когда я спросил, кто уже сталкивался с ИИ, то все подняли руку. Меня это обрадовало, и дальше уже сложился диалог, я придумывал разнообразные практические задания, с которыми слушатели все вместе успешно работали», — рассказывает эксперт.

Но прежде чем приступить к практике, ведущий мастер-класса познакомил аудиторию с историей развития искусственного интеллекта. Оказалось, что начало развитию теории искусственных нейронных сетей было положено еще в 1940-х годах, когда американские ученые Уоррен Мак-Каллок и Уолтер Питтс создали математическую модель нейрона.

Никита Сафонов проводит мастер-класс «Краткая история нейросетей» в ИЦАЭ Челябинска



Следующей значительной вехой в развитии ИИ стал 1957 год. Фрэнк Розенблатт разработал перцептрон — первую рабочую нейросеть, способную к обучению на примерах. Затем наступил период разочарований, когда многие крупные корпорации и исследовательские организации сочли нейросети бесперспективными технологиями и свернули финансирование проектов. И только в XXI веке, благодаря значительному прогрессу в области компьютерной техники и доступности огромных массивов данных, нейросети вновь оказались в центре внимания ученых и инженеров. Настоящий прорыв в развитии ИИ произошел в 2022 году. Такие проекты, как ChatGPT и Midjourney, продемонстрировали всему миру удивительные возможности новых технологий, способные изменить наше будущее.

Сейчас существует множество различных платформ ИИ, с некоторыми из них участники мастер-класса познакомились на практике, увидели их возможности в реальном времени, а также разобрались, какая нейросеть лучше справляется с теми или иными задачами.

«Одним из ярких примеров стал сервис Zperiod, представляющий собой платформу для изучения сложных научных дисциплин, таких как химия. Сервис превращает любые темы в наглядные интерактивные модели. Например, есть таблица Менделеева, можно нажать на любой элемент и посмотреть его строение. Такая тема хороша для детей, — поясняет Никита Сафонов. — Еще одним интересным открытием оказался ресурс Elphame. Его главная особенность заключается

в индивидуальном подходе к образованию. Пользователи могут ввести интересующую их тему, будь то школьный предмет или профессиональная область, и получить готовую программу обучения с пошаговыми заданиями и контрольными вопросами. Таким образом, платформа превращается в персонального наставника, готового сопровождать ученика на каждом этапе освоения новой информации».

Однако, как подчеркнул ведущий мастер-класса, несмотря на плюсы зарубежных разработок, нельзя забывать и о российских достижениях в области искусственного интеллекта. Так, отечественные продукты, такие как GigaChat и YandexGPT, предлагают широкий спектр услуг, связанных с созданием текстов и анализом информации.

Отдельного упоминания экспертом удостоились и китайские нейросети DeepSeek и Qwen. Специалист пояснил, что обе системы демонстрируют функциональность, сочетающую в себе возможности написания текстов, программирования и обработки больших объемов данных. Более того, Qwen оснащен встроенным видеоредактором, что делает его универсальным помощником для творческих задач.

Практическая часть включала в себя и лайфхаки общения с ИИ. Один из ключевых советов, которыми поделился ведущий мастер-класса, касался правильного составления запросов к нейросетевым системам. Оказалось, что от качества сформулированного задания напрямую зависит итоговый результат. Простой и короткий запрос, например «Напиши доклад про космос», чаще всего порождает расплывчатые и мало полезные тексты. Напротив, детальное задание, включающее в себя пояснения и требования к структуре, способно привести к созданию качественного и информативного материала.

Именно поэтому ведущему пришлось обратить внимание на понятие «промпт» — текстовую основу любого обращения к нейросети. Промпт представляет собой своего рода инструкцию, определяющую направление дальнейшей работы системы. Чем детальнее составлен промпт, тем точнее и качественнее окажется полученный результат.

«Я всегда говорю, что нейросеть — это ребенок. И то, каким вырастет ваш ребенок, зависит от того, что вы в него вложите. Поэтому чем больше вы его сами наполните информацией, тем лучше он будет вам отвечать. Чем подробнее будет промпт, тем сильнее будет ответ», — говорит Никита Сафонов.

Для иллюстрации эффективности грамотно построенных запросов ведущий предложил следующую формулу: «контекст + роль + задача + ограничения». То есть необходимо определить, для кого предназначен текст, задать роль говорящему, четко сформулировать, что именно нужно сделать, и добавить дополнительные требования к стилю изложения или объему текста. Правильное сочетание этих элементов позволит вам эффективно управлять процессом

генерации текста и добиваться желаемого результата.

Если ответ нейросети вас не устраивает, Никита Сафонов предлагает следующее: «Напишите дополнительный промпт: «Выступи критиком, перепроверив свой ответ, и создай новый текст». Такая формулировка позволит нейросети взглянуть на текст с новой стороны и создать более качественный продукт».

Ученый + ИИ = ?

Рассказывая о своем опыте взаимодействия с Информационными центрами по атомной энергии, специалист по нейросетям Никита Сафонов заметил: «Цифровизация мощно зашла в ИЦАЭ, у них очень классное оборудование, они идут в верном направлении и наверняка в будущем какие-то фишки искусственного интеллекта будут у себя применять». Но для ИЦАЭ использование ИИ — это не вопрос будущего. В конце апреля в Информационном центре по атомной энергии Новосибирска зрителям представили новый формат научно-популярного шоу.

«Ученые не против ИИ» — это научно-игровое шоу, разработанное сетью Информационных центров по атомной энергии, где искусственный интеллект создает задачи, ученые объясняют смысл сложных идей, а зрители проверяют свои знания.

Презентация шоу-игры состоялась в Новосибирске 23 апреля. Темой обсуждения послужил эмоциональный интеллект. Выстраивала взаимодействие аудитории с искусственным интеллектом Валерия Капустина, кандидат психологических наук, доцент, заведующий кафедрой психологии и педагогики Новосибирского государственного технического университета (НГТУ).

«В этом шоу ученый, используя ИИ, объясняет смысл сложных научных идей через игровые задания. Искусственный интеллект же выступает провокатором знаний. Он задает сложные вопросы, чтобы вместе с учеными сделать науку понятной, — поясняет руководитель ИЦАЭ Новосибирска и один из разработчиков формата Андрей Либман. — Соревнование ученого и нейросети — не конфликт, а способ показать, как люди и технологии могут думать вместе».

Для участников искусственный интеллект «Кванта» придумал четыре задания, связанных с понятием «эмоциональный интеллект». Гостям ИЦАЭ предстояло и пройти тест на знание терминов из области психологии, и отыскать среди предложенных фактов верные, и определить по картинке эмоцию, и объяснить причинно-следственные связи между фотографиями. Психолог Валерия Капустина выступала источником знаний: комментировала материал, подобранный ИИ по теме, спорила с нейросетью и отвечала на вопросы аудитории.

«Участие ученого и его своеобразный спор с ИИ — это еще один способ донести до наших зрителей



научные знания, а также возможность лишний раз напомнить нашим посетителям, что информацию нужно проверять, нельзя слепо доверять ИИ. Ученые — как раз те люди, которые привыкли относиться к информации критически, — объяснил Андрей Либман. — Здорово, что идея использовать ИИ в качестве помощника, который может вести диалог с ведущим мероприятия и аудиторией, спорить и даже шутить, нашла свое воплощение. И закономерно, что получилось это реализовать именно в ИЦАЭ, ведь мы всегда стараемся быть в теме новейших разработок».

Эксперимент с новым форматом научно-популярного мероприятия можно считать успешным. По словам участников теста, у ИЦАЭ получилась живая научная игра, где зрители становятся одной командой, ученый — игровым мастером, а ИИ — провокатором, который не дает расслабиться ни на секунду. Попробовать сыграть в игру, в которой ошибаться можно и даже нужно, уже в ближайшее время смогут жители всех городов присутствия сети Информационных центров.

Цифровые технологии кардинально меняют сферу получения знаний, делая ее более доступной, наглядной и интерактивной. Нейросети позволяют быстро генерировать образовательный и развлекательный контент, делая его разнообразным и персонализированным, развитие интерактивных форматов превращает аудиторию в активных участников, а иммерсивные технологии позволяют участникам погружаться в научные миры. Все это можно и нужно использовать для популяризации науки, главное — помнить, что технологии — лишь инструмент, а основой должно оставаться качество научных знаний и живой диалог.



Текст: Федор Буйновский,
обозреватель «Вестника атомпрома»

Видимая рука в стране перемен

Экономическая модель Китая: взгляд изнутри

Есть книги, которые меняют угол зрения. Не потому, что открывают тебе неизвестные факты, а потому, что переставляют уже известное в такой порядок, что картина начинает выглядеть иначе. «Видимая рука: государство и экономическое развитие в Китае» Лань Сяохуаня — именно из таких. Вышедшая на китайском языке в 2021 году, она добралась до русского читателя в переводе, опубликованном Издательством Института Гайдара. Уже сам факт русского издания знаменателен: Издательство Института Гайдара — это не просто издательский дом, это интеллектуальная марка, связанная с либеральной экономической традицией. И вот под его обложкой выходит книга, доказывающая, что государственный капитализм работает. Ирония истории.

Автор — не диссидент и не пропагандист. Лань Сяохуань родился в Баотоу — промышленном городе Внутренней Монголии, в 600 км к северу от Пекина. Он прошел через Северо-Восточный университет финансов и экономики в Далайе, получил степень магистра в Китайской академии общественных наук, а докторскую степень получил в Виргинском университете (США) в 2012 году. Это важная деталь: человек, который воспринимает западную экономическую науку не как откровение, а как инструментарий, вернулся в Шанхай и написал книгу с холодной головой инсайдера. Он не восхищается системой и не прокликает ее. Он ее объясняет — так, как инженер объясняет устройство машины, на которой сам ездит.

Фрагментированный Китай как норма

С первых страниц книга бьет в точку, которую принято не замечать. Историк Гэ Цзяньсюн подсчитал: с объединения страны при Цинь Шихуанди в 221 году до н. э. и вплоть до 1911 года Китай был по-настоящему единым государством лишь 45% времени. Остальные 55% — раздробленность, противоборствующие правители, переделы границ. Это не аномалия, это норма. Единство — исторически исключение, а не правило.

Если добавить к этому период с 1911 по 1949 год — эпоху военных клик, японской оккупации и гражданской войны, то картина становится еще убедительнее. Формально единый Китай существует чуть больше 70 лет. А если учитывать, что Тайвань до сих пор де-факто независим, то историческая незавершенность объединения никуда не делась. Поэтому Китай оказался вынужден придумать особую конструкцию власти: такую, которая одновременно держит страну вместе и позволяет ей дышать. И эта конструкция описана в книге Лань Сяохуаня.

Государство как архитектор

Заголовок книги — прямая полемика с Адамом Смитом. Невидимая рука рынка — метафора, которую западная экономическая мысль сделала своим символом веры. Рынок расставляет все по местам сам, если ему не мешать. Государство в лучшем случае ночной сторож, в худшем — помеха. Лань Сяохуань говорит: в Китае все иначе. Здесь государство — не сторож и не помеха. Оно архитектор. Видимая рука не регулирует уже существующую экономику, она ее строит.

Автор педантично разбирает, как работает система на двух уровнях: микроэкономическом и макроэкономическом. Первая часть книги — про местные правительства, бюджеты, налоги, долги и индустриализацию. Вторая — про урбанизацию, неравенство, долговую нагрузку и международные дисбалансы. И через обе части проходит один сквозной нерв: в Китае нельзя понять макроэкономику, не поняв логику провинциального чиновника.

Ключевой момент — налогово-бюджетная реформа 1994 года. До нее система работала по принципу «каждая семья готовит на отдельной кухне»: регионы собирали налоги и оставляли большую часть себе. После реформы центр резко увеличил свою долю. Регионы получили меньше денег, но сохранили ответственность за расходы, и это структурное противоречие решалось через продажу земельных прав. Право на использование городской земли принадлежит государству, и именно торговля этими правами стала главным инструментом финансирования регионального развития. Отсюда бум строительства, рост городов, взлет цен на недвижимость — и в конечном

счете те самые долговые пузыри, о которых сегодня говорит весь мир.

Бюрократия как рыночный механизм

Один из самых нетривиальных тезисов книги: китайская бюрократическая система функционирует как рынок. Не в смысле коррупции, а в строгом аналитическом смысле. Критерием карьерного роста местного чиновника долгое время был рост валового регионального продукта (ВРП). Это создавало систему стимулов, которая по своей интенсивности не уступала рыночной конкуренции. Губернаторы провинций и мэры городов буквально конкурировали друг с другом за инвесторов, за инфраструктурные проекты, за привлечение производств.

Мэр китайского города вел себя как CEO крупной корпорации: мог предложить инвестору налоговые льготы, доступ к субсидированной земле, ускоренное прохождение разрешительных процедур. Конкуренция между регионами была реальной и жесткой. И именно она, а не абстрактный «рынок» обеспечивала ту феноменальную скорость китайской индустриализации, которую Запад до сих пор не может толком объяснить.

Лань Сяохуань честен и в отношении издержек этой системы. Стимул к росту ВРП порождал перегибы: избыточные промышленные мощности, тщеславные инфраструктурные проекты (аэропорты в чистом поле, пустующие торговые центры) и — самое опасное — накопление долгов через специальные инвестиционные компании местных правительств. К 2023 году долг региональных властей достиг 32% ВВП Китая.

Децентрализация как система

Западная политология привыкла противопоставлять централизованный авторитаризм и децентрализованную демократию. Китай эту оппозицию разрушает. Страна с однопартийным режимом в сфере политики одновременно является одной из наиболее экономически децентрализованных стран мира. Провинции размером с европейские государства (средняя численность населения региональных единиц — 3,5 млн человек) — и каждый из этих регионов обладает реальными полномочиями в экономической сфере.

Центр задает направление и кадровые решения. Пекин назначает ключевых чиновников, определяет стратегические приоритеты, проводит идеологическую линию. Но экономическое исполнение децентрализовано. Это не советская плановая экономика, где соответствующие профильные ведомства и Госплан расписывали производство болтов до третьего знака после запятой. Это система, в которой Москва, если использовать нашу аналогию, говорит: «Нам нужна автомобильная промышленность», а дальше губернаторы соревнуются за то, чтобы именно у них появился завод. Видимая рука не одна — их много.

Они принадлежат разным правительствам, конкурируют между собой, и эта конкуренция производит результат.

Внутренний взгляд как ценность

Одно из главных достоинств книги — это ее происхождение. Лань Сяохуань пишет изнутри. Это не взгляд западного синолога, пытающегося расшифровать загадку Востока. Это не апологетика официального Пекина. Это попытка китайского экономиста, получившего западное образование, применить строгий аналитический инструментарий к системе, в которой он сам живет. Это делает книгу ценной для западного читателя: она разрушает упрощенный нарратив о «коммунистическом Китае, где все решает партия». Становится понятно, что китайская модель работала потому, что конкуренция между регионами была реальной, а не имитационной. Стимулы были настоящими — и ресурсные, и репутационные. Система, при которой центр контролирует политику, а регионы конкурируют за экономический результат, оказалась исторически продуктивной.

Но здесь же скрыт и предел модели. Как только рост замедляется, а он всегда замедляется, это закон любой развивающейся экономики, система начинает пожирать накопленные резервы. Долги региональных правительств, пузырь на рынке недвижимости, структурное неравенство между приморскими и внутренними провинциями — все это не внешние помехи, а встроенные следствия той самой машины, которая обеспечивала рост.

«Видимая рука» — это книга о Китае, но в каком-то смысле это книга о природе государства вообще. О том, что между «невидимой рукой рынка» и «рукой государства» нет пропасти. Обе «руки» могут строить, и обе могут разрушать. Вопрос лишь в устройстве стимулов, в том, как именно государство организует конкуренцию и как оно обращается с ней, когда она начинает производить нежелательные результаты.

Лань Сяохуань не дает универсальных рецептов, он слишком хороший экономист для этого. Он описывает один конкретный случай: огромный, сложный, исторически обусловленный. Страну, которая половину своей истории была разрозненной и которая в попытке удержать единство придумала систему управляемой децентрализации. Страну, где видимая рука оказалась достаточно ловкой, чтобы за четыре десятилетия поднять из нищеты 800 млн человек, и достаточно тяжелой, чтобы сегодня эти же 800 млн жили в обществе с одним из самых высоких в мире показателей имущественного неравенства.

Книга разошлась тиражом в 1,5 млн экземпляров в стране, где живут 1,5 млрд человек. Это не случайность. Китайцы хотят понимать свою собственную систему, и это само по себе говорит о многом. Потребность в рефлексии о государстве есть признак зрелости общества. Книга Лань Сяохуаня — свидетельство того, что такая рефлексия в Китае возможна.

Фото: АСЭ

Установка корпуса реактора на энергоблоке №2
АЭС «Эль-Дабаа» в Египте



Атомная мозаика

5 лет
с момента ввода
в промышленную
эксплуатацию

отметил энергоблок № 1 Белорусской АЭС (генеральный проектировщик и генеральный подрядчик — Инжиниринговый дивизион госкорпорации «Росатом»). За время работы энергоблок выработал более 39 млрд кВт·ч электроэнергии. Он стал первым действующим блоком новейшего поколения безопасности III+, сооруженным по российским технологиям за рубежом. В настоящее время два действующих энергоблока Белорусской АЭС обеспечивают около 40% внутренних потребностей Беларуси в электроэнергии.

«Стабильная работа блоков Белорусской АЭС красноречивее любых слов подтверждает надежность и эффективность российских атомных технологий. И этот успех стал возможным благодаря длительной и продуктивной работе большой команды белорусских и российских специалистов», — отметил первый заместитель генерального директора по атомной энергетике госкорпорации «Росатом», президент АО АСЭ Андрей Петров.

>110 тыс.
зарядных сессий

совершено за шесть месяцев 2026 года на электростанциях компании «Росатом Сеть зарядных станций» (РСЗС) в рамках проекта «Энергия Москвы» (44% от всех сессий проекта). На сегодняшний день РСЗС установила в столице 109 электростанций — это 27% от всей инфраструктуры проекта «Энергия Москвы». Существенна доля компании и в сегменте быстрых зарядных станций мощностью 150 кВт: из 94 таких станций, работающих в городе, каждая пятая принадлежит «Росатому». За шесть месяцев пользователям было отпущено почти 3,5 млн кВт·ч низкоуглеродной энергии с атомным сертификатом происхождения.

«Итоги первого полугодия наглядно демонстрируют: москвичи все активнее выбирают экологичный транспорт и доверяют нашей зарядной инфраструктуре. Атомная энергетика была и остается одним из самых экологичных и надежных источников электроэнергии, и «Росатом» продолжит развивать зарядную инфраструктуру Москвы, внося вклад в формирование чистого энергетического будущего города», — подчеркнул генеральный директор «Росатом Сеть зарядных станций» Валерий Маркелов.

1700
морских миль

преодолел караван судов, доставивший на Чукотку социально значимые товары и строительную технику: в июле экипаж универсального атомного ледокола «Якутия» ФГУП «Атомфлот» обеспечил первую в эту летне-осеннюю навигацию проводку в порт Певек. Одним из самых сложных участков маршрута стала восточная часть Карского моря, где северо-западные ветра сформировали обширную зону тяжелых ледовых полей. Кроме того, в Восточно-Сибирском море ледовые поля перекрыли традиционный навигационный маршрут, поэтому атомоход провел суда высокоширотным путем.

«Для нас важно, что жители Чукотки получают в срок продукты, товары первой необходимости, а строители — технику и материалы. Неблагоприятные погодные условия внесли свои коррективы в маршрут. Но профессионализм экипажа атомного ледокола «Якутия» и четкое взаимодействие со Штабом морских операций ФГБУ «ГлавСевморпуть» обеспечили безопасную проводку каравана», — сообщил генеральный директор ФГУП «Атомфлот» Яков Антонов.

