

# Реализация ИИ в Росатоме



## Области внедрения

Любой разговор об эффективности ИИ в Росатоме Дмитрий предлагает начинать с разделения на две плоскости. Первая плоскость касается корпоративных бизнес-процессов, таких как документооборот, написание технических справок, аналитических обзоров и сбор информации. Здесь ИИ выступает в роли ассистента, снимая с сотрудников значительную рутинную нагрузку.

Вторая плоскость относится к гораздо более масштабной области, а именно – к основным производственным процессам. Здесь искусственный интеллект начинает приносить измеримый экономический эффект.

«Если говорить про первое – корпоративную функцию, – то это применение ИИ как ассистента, отраслевого специалиста в поддержке выполнения рутинных задач. Что касается основных процессов – производственных, – здесь горизонт шире».

Широта эта охватывает в первую очередь анализ состояния промышленного оборудования. На атомных станциях уже сегодня плановые ремонты оборудования проводятся именно по фактическому состоянию.

«Нам не нужно раз в год планово останавливать насос или подобные

Госкорпорация «Росатом» традиционно ассоциируется с атомными реакторами, ядерной безопасностью и фундаментальной наукой. Однако сегодня это еще и один из крупнейших промышленных полигонов для внедрения технологий искусственного интеллекта. В интервью нашему изданию директор проекта по математическому моделированию и инженерной КИИ Росатома **Дмитрий ФОМИЧЕВ** рассказал, как ИИ меняет производственные и управленческие процессы, где госкорпорация опережает мировых конкурентов, а где пока вынуждена догонять, и что будет с конструкторами и операторами АЭС через пять лет.

промышленные агрегаты и оборудование. Мы его останавливаем только тогда, когда считаем необходимым, исходя из анализа данных», – отмечает эксперт.

## Компьютерное зрение

Второй крупный пласт лежит в плоскости компьютерного зрения, и здесь, нужно отметить, Росатом достиг впечатляющих результатов на контроле качества тепловыделяющих сборок (ТВС). Речь идет о топливных стержнях (ТВЭлах). Нейросети сегодня выявляют производственные дефекты на поверхности оболочек стержней, заменяя труд контролеров.

«Это не замещение на 100 %, все равно какой-то человеческий фактор должен быть. Но, по крайней мере, мы снимаем с персонала значительную рутинную нагрузку и передаем эту функцию искусственному интеллекту. Мы рассматриваем технологию искусственного интеллекта как ассистента, помощника для сотрудников. И такого рода ассистенты помогают быстрее выдавать мнение, основанное на данных, чтобы принимать решения, будь то в сфере контроля, эксплуатации или написания документов».

## Логистика

Росатом – это не только атомная энергетика, но и крупнейший инфраструктурный оператор в логистическом дивизионе, который отвечает

за развитие Северного морского пути и контейнерных перевозок.

Спикер выделил следующие задачи: «Это прогноз логистических путей, маршрутов, выбор оптимальных транспортных узлов. А то, что связано с СМП, – это прогноз логистических коридоров по маршруту в зависимости от метеословий и ледовой обстановки в окрестности движения судов».

## Как измеряют эффективность

В компании эффекты разделяют на прямые и косвенные.

Прямой эффект измеряется в деньгах. Ключевой проект здесь – производственная информационная система AtomMind, которую разрабатывает топливный дивизион. «Мы позиционируем это как программное решение, продукт для промышленности, ориентируем его на коммерциализацию внутри атомной отрасли и вовне».

Косвенные эффекты связаны с сокращением сроков протекания бизнес-процессов. В качестве примера можно рассмотреть контроль качества топливных оболочек. Без ИИ эта операция занимала неделю, а с применением нейросетей выполняется за один день. Дмитрий отмечает, что, по разным оценкам, сокращение срока протекания бизнес-процесса составляет от 25 % до 60–70 %.

Он добавляет, что компания не тратит так много времени и использует его для иных дополнительных задач.

Второй косвенный эффект заключается в повышении качества продукции и увеличении срока службы оборудования. По словам Дмитрия Фомичева, меньше уходит в негодное, меньше брака, либо оборудование работает более долгий срок в эксплуатации, чем если бы его вывели по регламентам. Поэтому КПД и качество оборудования возрастают.

## Виртуальные эксперименты и материаловедение

Здесь два основных аспекта. Первый – работа с накопленными данными, когда из большого массива нужно выявить новые закономерности или получить принципиально новое знание.

«У нас есть большой массив данных о конструкционных сталях и сплавах, из которых состоит практически все промышленное оборудование, но для специфических условий эксплуатации текущие стали могут быть неприменимы».

Вместо того чтобы исследователям-материаловедам перебирать тысячи комбинаций вручную, искусственный интеллект на основе знаний о существующих химических элементах, их свойствах и комбинациях выдает предложения, какие стали и химические структуры стоит рассматривать.

«Чтобы мы не искали иголку в стоге сена, – образно говорит эксперт, – нам дают сразу десять иголок, и нужно выбрать одну».

Второй аспект – моделирование физических процессов там, где данных нет, и необходимо опираться на фундаментальные законы физики. Классические методы эффективны, но требуют огромных вычислительных ресурсов и времени. Моделирование гидродинамики сложного теплообменника на суперкомпьютере может занимать два-три дня. Замена традиционных алгоритмов технологиями ИИ сокращает это время до двух-трех часов, а иногда и нескольких минут.

## Как ИИ ускоряет физическое моделирование

Инженеры отказываются от детерминированного решения систем

уравнений в пользу вероятностных моделей на базе физически информированных нейросетей.

При традиционном подходе объекты разбивают на миллионы контрольных объемов, или «зерен», и каждый из них описывается своим набором уравнений. В итоге формируется система из десятков или даже сотен миллионов уравнений, которую приходится решать итерационно, шаг за шагом приближаясь к верному результату. На это уходит огромное количество итераций и времени.

Искусственный интеллект действует несколько иначе. Нейросеть, по сути, предлагает специалистам вариант распределения параметра по ячейкам, а дальше в дело вступает аппаратная часть. Графический ускоритель работает значительно быстрее центрального процессора и способен перебирать десятки тысяч вариантов в секунду.

При этом каждый из вариантов проверяется на соответствие физическим законам. Если распределение температуры не согласуется с уравнением теплопроводности, такой вариант отбрасывается. Как уточняет эксперт, физически информированные нейросети дают четкий критерий для оценки работы нейросети. Именно за счет вариационного перебора и сверки каждого варианта с законами физики удается быстрее выйти на корректный результат.

## Будущее конструктора

Отдельная тема – трансформация работы инженеров-конструкторов. Выделяют три направления, где искусственный интеллект задействован уже сегодня.

Первое направление – генеративный дизайн на основе накопленного опыта. У инженеров есть библиотеки геометрических моделей узлов оборудования, которые работали в определенных физических условиях. Когда создается новая деталь и известны условия ее эксплуатации, можно не проектировать с нуля, а попросить ИИ сгенерировать образ на основе существующих моделей.

Имеются геометрические размеры, описание условий работы, технические требования. Сопоставление описательного контекста с геометрией

приводит к тому, что если новый контекст соответствует запросу, то новая геометрия изделия генерируется на основе существующей.

Второе направление связано с автоматизацией рутинных операций, например трассировки электрических проводов в уже собранной модели сложного объекта. Вместо того чтобы конструктору «лазить по узким местам», можно дать задание ИИ – в заданных объемах и зазорах из точки А в точку Б сделать трассировку. Эта сложная ручная работа полностью заменяется искусственным интеллектом.

Третье направление, наиболее амбициозное, – обратный инжиниринг с использованием ИИ. Готовое изделие сканируется, получается облако точек, затем твердотельная модель, монолит. Задача в том, чтобы превратить этот «кирпич» в дерево построения отдельных элементов, как если бы инженер создавал модель в CAD-системе, с фасками, скруглениями, вытянутыми цилиндрами. Дмитрий утверждает, что искусственный интеллект, зная все о примитивах, т. е. о цилиндриках, конусах, скруглениях, фасках, может воссоздать дерево построения. Именно разбор до мелочей с последовательностью шагов и составляет основную ценность.

## Россия и мир

Слабое место, причем серьезное, – робототехника и автономные производственные системы. Спикер констатирует, что мир давно уже ушел в автономные заводы, в безлюдные производственные цеха, где все полностью автономно делается роботами и управляется искусственным интеллектом. Лидеры здесь – США и Китай, особенно в управлении роем дронов и роем роботов. В Китае миллионы человекоподобных роботов, и в этом направлении мы точно проигрываем.

Вторая зона отставания – микроэлектроника, в том числе чипы, процессоры, графические ускорители, необходимые для работы ИИ. В Росатоме это осознают, и при создании центров обработки данных вынуждены использовать зарубежные решения. «Мы можем строить само здание

ЦОДа, всю инженерную инфраструктуру, но именно мозг ЦОДа – российский процессор – поставить пока не можем. Это зарубежная история, по крайней мере, на данный момент».

Однако есть области, где Росатом находится на уровне мировых лидеров или даже их опережает их. Например, оцифровка накопленного исторического опыта. Речь идет о многолетних архивах чертежей на бумажных носителях, которые превращаются в цифровые базы знаний. «Здесь мы находимся в абсолютно равных условиях. В декабре мы видели кейсы от Westinghouse и ряда других глобальных атомных корпораций, и они делают то же самое».

Вторая область – и здесь Росатом даже немного опережает мировое атомное сообщество – лежит в плоскости внедрения ИИ в поддержку эксплуатации самих атомных станций: внедрения советчика для оператора за пультом управления. «Мы оператора не заменяем, а даем «плюс одно мнение», «плюс один источник сигналов», к которому можно обратиться. Такие кейсы у нас есть на новом уровне станций. Подобные кейсы в атомной отрасли мир не показывал», – отметил Дмитрий.

## Данные

Качество данных считается критическим фактором успеха любой ИИ-модели. В компании данные собираются с производственных площадок и атомных станций непосредственно с датчиков. Но «сырые» данные – это полдела. Эксперт объясняет, что с ними нужно еще поработать с точки зрения разметки либо описания контекста, чтобы нейросеть понимала, что конкретно цифра «5» означает 5 часов, а не 5 человек.

Разметкой занимаются отдельные группы специалистов. В результате получаются дата-сеты, которые становятся основой для обучения нейросетей. Кроме того, используются существующие трехмерные модели с описательным контекстом, результаты виртуальных испытаний и математического моделирования, а также фундаментальные математические законы, которые помогают нейросети оставаться в корректной области физики.

В корпоративной сфере данными считаются локальные нормативные акты, письма, справки, т. е. текстовая информация. Однако в целом, как признает эксперт, для масштабного применения ИИ данных пока недостаточно. Их должно быть больше, они должны быть более качественными, размеченными, с контекстом.

В Росатоме должен появиться единый оператор данных, который будет определять, пригодны ли данные для применения в ИИ, чтобы снизить вероятность ошибки и недоверности результатов. Параллельно ведется работа с предприятиями по централизованному сбору данных с датчиков.

## Вызовы на ближайшие три–пять лет

Компания поставила перед собой достаточно амбициозные, но, с учетом накопленного опыта и тенденций развития технологий, вполне достижимые задачи.

В корпоративной функции главная задача на ближайшие годы заключается в создании для каждого сотрудника «ассистента на рабочем столе», своего рода чат-бота, с помощью которого можно работать с документами, спрашивать советы, получать мнения. Спикер уверен, что на горизонте трех–пяти лет эта задача будет решена.

В производственной сфере две ключевые задачи. Первая связана с расширением прогнозирования состояния оборудования на все промышленные объекты Росатома, а не только на атомные станции.

Вторая задача – развитие компьютерного зрения. Это направление охватывает сферы от создания линейки автономных передвижных устройств, таких как тележки и роботы, до контроля качества всей номенклатуры продукции.

Особо Дмитрий Фомичев выделяет науку и генеративный дизайн. Они должны уйти от традиционного моделирования, на которое тратится безумное количество времени и средств, к моделированию с применением ИИ, сократив тем самым время достижения результатов в виртуальных испытаниях в десятки раз.

## Российские модели и open-source

При работе с моделями ИИ используется комбинация подходов. Во-первых, open-source, также известные как общедоступные архитектуры, которые дообучаются или доизменяются под собственные данные и задачи. Во-вторых, российские нейросети «как есть из коробки» или с дообучением.

Главные игроки здесь Сбер с GigaChat и Яндекс с нейросетями на базе собственных и открытых разработок. «По моему мнению, GigaChat несколько лучше, ибо он основан на российских данных, – делится эксперт. – Яндекс использует японские open-source-модели плюс собственные разработки. С этой комбинацией нужно более аккуратно обходиться».

Однако выбор модели не единственный критерий. Важна экосистема. «У Яндекса есть AI-студия, где можно собирать своих агентов, обучать модели, централизованно хранить данные, – отмечает спикер. – Экосистемность тоже имеет существенное значение, не просто модель как есть. Поэтому мы пробуем разные истории, и в ближайшее время будет комбинация «open-source плюс российские модели».

Росатом встроил технологии искусственного интеллекта в свой технологический ландшафт как инструмент, приносящий измеримый экономический эффект.

Признавая отставание в робототехнике и микроэлектронике, госкорпорация делает ставку на области, где исторически сильна: атомная энергетика, материаловедение, сложное инженерное проектирование. И здесь, как показывает опыт с внедрением ИИ-ассистентов на АЭС, российские разработки способны не только догнать, но и задавать тон.

Главное, что подчеркивает Дмитрий, ИИ не заменяет человека, а становится его помощником, освобождая от рутины и позволяя сосредоточиться на творческих, экспертных задачах. И в этом смысле будущее атомной отрасли не в противостоянии человека и машины, а в их эффективном симбиозе, где каждый делает то, что умеет лучше всего. ■