

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ИЛИ ЗАМЕНА ЧЕЛОВЕЧЕСКОМУ РАЗУМУ?



Искусственный интеллект (ИИ) – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека, включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма, и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека.

Федеральный закон РФ от 24 апреля 2020 г. № 123-ФЗ

В последние годы технологии ИИ проникли практически во все области повседневной жизни, отрасли промышленности, финансы, сферу обслуживания, науку, медицину. В России развитию ИИ как основе технологического суверенитета страны и ее конкурентоспособности на мировой арене уделяется особое внимание. Как отметил В.В.Путин на международной конференции "Путешествие в мир искусственного интеллекта" в ноябре 2023 года, "предотвратить развитие искусственного интеллекта невозможно, нужно сделать все для того, чтобы мы могли быть одними из лидеров в этом направлении..."

Образование и наука – ключевые области, которые, с одной стороны, разрабатывают и совершенствуют технологии ИИ, а с другой – в полной мере испытывают на себе давление противоречий новых технологий. Мы предлагаем вашему вниманию мнения ведущих российских ученых о перспективах технологий искусственного интеллекта в науке и образовании.



Александр АУЗАН
д.э.н., профессор,
декан экономического
факультета МГУ
им. М.В.Ломоносова,
заведующий
кафедрой прикладной
институциональной экономики

Искусственный интеллект (ИИ) распространяется как торфяной пожар – скрыто, но неизбежно. Рискну предполо-

жить, что нынешняя система школьного и высшего образования из-за этого изменится даже быстрее, чем рынок труда. В ближайшие 3–5 лет она просто сгорит с привычными нам контрольными, тестами и экзаменами.

Что такое экзамен сегодня? Это микрокамера в пуговице, микронаушник в ухе и нейросеть в смартфоне. Вместо ученика экзамен сдает ИИ, а с другой стороны? его ответы вместо преподавателя проверяет тоже ИИ. Результат известен заранее.

Конечно, в особых случаях можно экзаменовывать так, чтобы никто не смог воспользоваться техникой, но в масштабах всей системы образования это невозможно

и, в общем-то, бессмысленно. Люди все равно будут чем дальше, тем чаще перекладывать решение широкого круга задач на технологии ИИ. Это не остановить, как нельзя было остановить переход от ручного труда к машинному.

Проблема не в экспансии ИИ, а в том, что многие люди стали воспринимать результаты его работы некритически, не включая голову. Оказалось, что очень многие люди не могут отличить корректный сгенерированный текст от чепухи, и даже программисты – плохой код от хорошего. В IT-компаниях эффективно применять ИИ получается только у самых сильных программистов. Тогда как их слабые и менее опытные коллеги не могут разобраться, где искусственный интеллект действительно улучшил им код, а где больше испортил.

Люди воспринимают работу ИИ и нейросетей без собственной оценки и критики, то есть не могут его контролировать. Вызов системе образования заключается в том, что для эффективного применения ИИ человеку требуется высококачественное, фундаментальное и желательно междисциплинарное образование. В противном случае не человек будет контролировать машину, а машина будет зомбировать человека, незаметно подсовывая ему свои ошибки. Скажем, генеративный ИИ может за считанные минуты написать текст на заданную тему на основе полного собрания сочинений Ленина, в котором 55 томов. Но только человек, который на самом деле потратил несколько лет жизни на изучение всех этих томов, сможет понять, осмысленный текст получился или бессмысленная ерунда.

Правомерно возникает вопрос: может, лучше вообще тогда обходиться без ИИ? Пока не стало слишком поздно? Но развитие технологий нельзя остановить, можно только адаптироваться. Промышленная революция не оставила людей без работы вообще, но она заставила освоить новые профессии. Так будет и с развитием искусственного интеллекта. Разные поколения адаптируются к этому вызову по-разному. Молодые люди – быстрее, у них ведь кроме мамы и папы в семье был еще третий "родитель" – смарт-

фон. Они привыкли делать сразу два-три дела одновременно, например, общаться в мессенджере и слушать лекцию. Правда, зачастую получается как с уткой, которая умеет сразу и ходить, и летать, и плавать, но все это делает не очень хорошо.

Мы в МГУ вместе с ведущими специалистами в разных областях и цифровыми компаниями с 2024 года проводим исследования, чтобы понять, какие качества человека при экспансии ИИ не будут обесценены. И приходим к выводу, что нужно развивать критическое мышление, эмпатию и шире – эмоциональный интеллект, а также обязательно интуицию и фантазию. Вероятно, люди найдут себе занятия в сфере креативных индустрий, появятся новые творческие профессии. Но для успеха человеку нужны качества и навыки, которые сейчас у многих буквально атрофировались. Известный нейрофизиолог профессор Каплан обнаружил, что треть его студентов (а это вообще-то хорошо подготовленные ребята) не способны вообразить себе свою собственную руку. У них мозг привык получать с экрана готовый видеоряд, он не визуализирует самостоятельно. В отличие от тех людей, кто вырос на книжках и потому привык включать фантазию.

Рациональное мышление, на обучение которому люди делают упор последние лет триста со времен Исаака Ньютона, ИИ удается хорошо. Наверняка уже скоро технологии ИИ смогут взять на себя большой объем работ, связанный с подсчетом, учетом и всем, что в итоге можно свести к решению логических задач. Но ИИ не обладает интуицией, то есть иррациональным способом решения задач. Как выдающиеся математики и физики формулировали теоремы, на доказательства которых их коллеги потом тратили много лет? Они догадались. То же самое с писателями-фантастами, которые, используя фантазию, предсказали появление множества теперь реально существующих вещей задолго до их создания, как, например, Жюль Верн – подводную лодку.



Валентин АНАНИКОВ
*академик РАН, д.х.н.,
 заведующий лабораторией
 Института органической
 химии им. Н.Д.Зелинского
 РАН (ИОХ РАН), член
 Координационного совета
 по делам молодежи в научной
 и образовательной сферах при
 Совете при Президенте РФ*

Искусственный интеллект открывает невероятные возможности для науки, позволяя значительно ускорить исследования, повысить их точность и расширить границы того, что мы можем изучить. Одна из наиболее ярких областей применения ИИ – автоматизация синтеза новых соединений. Это позволяет использовать машинное обучение для прогнозирования свойств молекул, ускоряя процесс их создания и тестирования. Раньше синтез и тестирование новых веществ занимали годы, а с применением ИИ этот процесс можно сократить до меся-

цев. Такой подход уже используется в фармацевтике для разработки новых лекарственных препаратов.

Еще одно важное применение ИИ – анализ больших данных. Химия – это наука с огромным объемом данных, будь то спектроскопия, микроскопия или другие методы анализа. ИИ может эффективно обрабатывать эти массивы информации, выявлять скрытые закономерности и предлагать неожиданные решения, которые могут быть незаметны для человека. Еще один интересный аспект – цифровые двойники. Это виртуальные копии химических процессов или даже лабораторий, которые могут быть смоделированы на компьютере. Это позволяет не только оптимизировать экспериментальные условия, но и минимизировать риски при проведении опасных реакций. ИИ в науке – это не просто инструмент, это уже настоящая революция.

Приведу примеры из наших последних исследований, которые помогут понять, как ИИ трансформирует химию. Мы впервые разработали концепцию 4D-катализа, где искусственный интеллект помогает анализировать не только структуры катализаторов, но и их временную эволюцию буквально в режиме реального времени. Это позволяет нам наблюдать, как молекулы взаимодействуют, трансформируются и реагируют в четырех измерениях, что открывает новые горизонты для понимания реакций и создания более эффективных катализаторов, способных изменять свои свойства под воздействием внешних факторов, таких как температура или тип реагентов.

Еще один пример: в нашей лаборатории создан уникальный гетерогенный катализатор на основе палладиевых наночастиц, который продемонстрировал рекордную активность в органическом синтезе. С помощью ИИ мы смогли детально изучить каждую отдельную наночастицу катализатора. Оказалось, что даже микроскопические вариации в размере и форме наночастиц кардинально влияют на эффективность катализатора. ИИ не только ускорил анализ, но и позволил нам выявить "идеальные" комбинации наночастиц, которые обеспечивают лучшие результаты в химических реакциях.

Третий пример: мы разработали нейронную сеть, которая полностью автоматизирует анализ сложных масс-спектров. Обычно такой анализ требует долгих месяцев работы экспертов, но с помощью нашей системы ИИ этот процесс занимает всего несколько минут. Это значит, что теперь химики могут быстро и точно идентифицировать сложные соединения, ускоряя исследования в области органической химии, медицины и материаловедения.

ИИ помогает оптимизировать условия реакций, делая их быстрее и эффективнее. Это не просто улучшает результаты – это меняет способ, которым мы понимаем

каталитические процессы, вводя их в новое измерение. Например, с помощью ИИ в анализе наночастиц мы открыли для себя неочевидные закономерности. Создание самого активного катализатора на основе палладия позволило нам детально исследовать каждый микроскопический компонент. Мы установили, что минимальные различия в форме и размере наночастиц существенно влияют на их активность. Это дало нам возможность повысить эффективность катализаторов до рекордных уровней, значительно выше обычных значений. Без ИИ такие результаты были бы попросту недостижимы.

Современные дискуссии о роли искусственного интеллекта (ИИ) в химии часто сводятся к провокационному вопросу о том, вытеснит ли ИИ химиков из лаборатории. Подобные дебаты, хотя и увлекательны, тем не менее, имеют тенденцию заслонять более насущные и реалистичные соображения. В настоящее время нет достаточных оснований полагать, что в обозримом будущем ИИ заменит химиков-экспериментаторов в лабораториях. В таких дискуссиях часто упускается из виду важнейший аспект: конкурентное преимущество, которое дает ИИ. Химики, которые внедряют в исследовательские методики ИИ, скорее всего, превзойдут своих коллег, не использующих эти передовые инструменты, и здесь важно воспринимать ИИ не как замену человеку, а как мощного союзника в меняющемся ландшафте химических исследований. Нужен взвешенный взгляд на то, как можно эффективно интегрировать инструменты ИИ в работу, не исключая при этом ключевой роли человека в научных открытиях.

Экспериментатор-химик – это человек, который приобретает разнообразный жизненный опыт. Он обучается несколько лет, учится делать различные химические эксперименты. Потом он учится делать перегонку, перекристаллизацию, хроматографию, обучается этой работе примерно на десяти спектральных приборах. Это человек, который очень много работает руками, знает, что получается и что не получается. Мы пришли к выводу, что заменить полностью химика-экспериментатора в лаборатории невозможно. Причины здесь две. Первая – отсутствуют результаты отрицательных экспериментов. Химик четыре года учится и делает, к примеру, пять тысяч экспериментов, из них около четырех тысяч неудачные. Это и есть процесс обучения. Но данные отрицательных экспериментов нигде не публикуются. Кому нужны неудачные эксперименты? Поэтому существует проблема отсутствия граничных данных, которые позволят нейросети обучиться, как человеку.

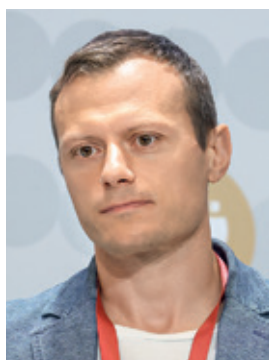
Второй момент – человек представляет собой уникальную комбинацию двух факторов: интеллектуального и моторно-механического. У человека есть тонкая

моторика рук. Был сделан очень красивый эксперимент: создали робота, который должен был заменить химика-синтетика в лаборатории. Робот научился перемешивать, анализировать реакции, обсчитывать данные. Но вот встала задача ходить по лаборатории, открывать полки, шкафы, холодильники, брать емкости, отвинчивать крышку, зачерпывать вещество и взвешивать его... Тут он оказался бессилён. Пока нет универсального механического устройства с уровнем мелкой моторики, который мог бы заменить человеческие конечности. Это вопрос будущего. В ближайшие десять лет химика-экспериментатора в лаборатории никто не заменит. Причем здесь еще важна формулировка "за разумную стоимость".

ИИ будет превосходным дополнением – он прекрасно интегрируется в ежедневную человеческую практику, в частности в лабораторную технику. Умная техника, в которую встроены микрочипы с нейросетями, либо они через интернет имеют подключение к нейросетям: умные пипетки, которые помогают отбирать вещество, умные колбы, которые сами анализируют, что в них происходит, по сигналу беспроводной сети сообщают на компьютер, умные весы и т.д. С появлением умной техники на всей линейке эксперимента и на постобработке будет происходить подключение нейросетевых алгоритмов, которые их ускорят. Нам нужна продуманная интеграция алгоритмов искусственного интеллекта в ежедневной научной практике. Это уже сейчас происходит и будет происходить – и это будет основной тренд науки на ближайшие десятилетия.

В СМИ тиражируются разнообразные футуристические кошмары, которые хорошо разыграны в фантастических историях. Но есть и очень серьезный реальный этический момент, который связан с применением ИИ: кому принадлежит интеллектуальная собственность, кто ответственен за результат, на ком лежит вина за ошибки в предсказаниях, которые делает ИИ? Этические и юридические вопросы нуждаются в рассмотрении, этим надо заниматься на серьезном уровне. Ситуация не очень однозначная: мы можем переложить какие-то обязанности на машиноподобные алгоритмы. Но что будет, если они перестанут с этими обязанностями справляться?

Революция ИИ в химии уже началась, и она существенно изменит исследовательские практики. Однако даже по самым оптимистичным прогнозам массовая замена химика-экспериментатора в обозримом будущем маловероятна. Вместо этого главная задача на ближайшее время – правильная интеграция ИИ-инструментов в процессы синтетической химии, что в ходе жарких дискуссий нередко упускается из виду. ИИ, как и компьютеры, не сможет заменить химиков, но специалисты, которые быстрее освоят его возможности, неизбежно опередят тех, кто будет медлить. Ближайшее будущее – за цифровым обучением, все более развитым машинным интеллектом и выверенным и точным использованием ИИ в химических лабораториях, что подразумевает решение вопросов доступности данных и кода, воспроизводимости моделей ИИ, этических вопросов и рекомендаций по публикации исследований с применением ИИ.



Александр ГАСНИКОВ

*член-корр. РАН, д.ф.-м.-н.,
профессор, ректор АНО ВО
"Университет Иннополис", член
Совета при Президенте РФ
по науке и образованию*

Говоря о перспективах применения ИИ в науке, начну с текущих реалий, с которыми мы сталкиваемся. Сейчас на разных конференциях по ИИ стали замечать, что тексты статей и рецензий частично пишутся с помощью ИИ. Это легко проверить – существуют различные открытые тестировщики. К слову сказать, в прошлом году на NeurIPS была интересная статья на эту тему от Сергея Баранникова с коллегами из Сколтеха и других организаций, в которой текстам, сгенерированным с помощью специальной большой языковой модели (LLM), ставится

в соответствие некоторая размерность. Эта размерность удивительным образом почти всегда получается ровно на единицу меньше, чем та, которая отвечает текстам, сгенерированным человеком. Буквально неделю назад мы получили рецензию на статью, которая в большей своей части была написана LLM.

К чему я веду? К тому, что уже очевидно: ИИ, в частности LLM, активно используются учеными для презентации своих результатов – написания статей, отчетов, заявок, рецензий. Уже сейчас понятно, что информатика как инженерная наука в самые короткие сроки существенно преобразится за счет автоматического написания кода с помощью агентного LLM. Определенные успехи уже можно наблюдать в химии. Поток работ большой, из недавних можно отметить, например, модель ChemCrow от Даниила Бойко с коллегами из Университета Карнеги Меллон.

ИИ уже показал хорошие результаты в ряде отраслей: химии, физике, яркие результаты в нашей стране есть

в группах Валентина Ананикова, Артема Оганова, Владимира Вановского. Но мы видим, что его применение в науке меняется. Объем информации, которую необходимо анализировать на регулярной основе, колоссален. Растет число научных статей, объем собираемых данных в ходе экспериментов за счет совершенствования оборудования. Ученым необходимы новые инструменты для работы. ИИ может стать тем самым незаменимым помощником, который не только позволит справиться с ростом информации, "выжмет" из нее все полезное, отсеет ненужное, но и даст новые возможности по формулировке гипотез и свежих идей. ИИ может помочь ученым лучше понять другие научные области, что имеет большой потенциал будущих открытий. Отметим, что ИИ помогает получать новые результаты даже в математике. Так, недавно с помощью больших языковых моделей выпускник ФКН ВШЭ Александр Новиков вместе с коллегами из DeepMind предложил FunSearch – эволюционную процедуру, основанную на объединении предвзятительно обученного LLM с систематическим оценщиком. Применяя FunSearch к центральной проблеме экстремальной комбинаторики, авторы обнаружили новые конструкции больших предельных множеств. Важно, что речь идет не о "компьютерном доказательстве", в основе которого лежит умный "перебор" (как в задаче о возможности раскраски карты на плоскости не более чем в четыре цвета), а именно о попытке выявить закономерности.



Игорь КАЛЯЕВ

*академик РАН, д.т.н., профессор,
заведующий базовой кафедрой
Южного научного центра
РАН "Интеллектуальные
и многопроцессорные системы"
при ЮФУ*

Искусственный интеллект – это способность компьютерной системы выполнять интеллектуальные задачи. При этом совсем не обязательно, чтобы машина обладала интеллектом как таковым. Современные системы ИИ решают некоторые частные задачи лучше, чем любой человек. Калькулятор, например, считает лучше человека. Суперкомпьютер Deep Blue еще в 1997-м обыграл в шахматы чемпиона мира Гарри Каспарова^{*}.

Возьмет ли на себя ИИ решение всех насущных задач в науке? В ближайшее время, думаю, нет. Например, мое общение со специалистами в области биоинформатики привело к мысли, что ожидания относительно генеративного ИИ в биологии, которые были год назад, пока особо не подтверждаются. Понимание физики, химии процессов, математическое моделирование, по-видимому, в ближайшей перспективе заменить с помощью ИИ не получится. Похожая ситуация и в физике. ИИ помогает, но не берет на себя основные функции.

Тем не менее также очевидно, что без ИИ работать в большом числе направлений современной науки становится очень сложно. Поэтому в ближайшей перспективе мы ожидаем увидеть все больше и больше открытий, полученных с помощью ИИ. Подчеркну, не сделанных ИИ, а полученных с его помощью.

В августе 2024 года на arXiv появилась статья со "скромным" названием The AI Scientist: Towards Fully Automated Open-Ended Scientific Discovery. Фактически авторы статьи пытаются поставить на поток открытия в области ИИ. В частности, с помощью генеративных сетей они пишут научные статьи в области искусственного интеллекта на довольно высоком уровне. Вряд ли это можно считать существенным шагом в сторону автоматизации открытий, сделанных с помощью ИИ в конкретной области знаний (в данном случае как раз в самом ИИ), но совершенно очевидно, что к этому сейчас стремятся в ведущих исследовательских центрах.

И дело было не в интеллекте, а в быстродействии: он мог просчитывать развитие ситуации на доске на 21 шаг вперед и выбирать самый оптимальный вариант. И уж точно ни один человек не может расчитать структуру белка, а машина с этим справляется.

Но все это примеры слабого ИИ. Просто инструменты, усилители нашей умственной деятельности. Они действуют в соответствии с алгоритмами, которые в них заложил человек. О сильном интеллекте машины можно будет говорить тогда, когда системы ИИ на основе имеющихся у них навыков, априорных знаний и накопленного опыта смогут сами создавать алгоритмы, формировать навыки для решения ранее неизвестных задач. Для этого простого наращивания вычислительных мощностей недостаточно. Нужно искать какие-то принципиально новые пути обработки информации, изобретать вычислительные устройства, которые работают на принципах, присущих мозгу человека.

^{*} Внесен Минюстом РФ в реестр иностранных агентов.

Для оценки машинного интеллекта нужно иметь четкие критерии, количественные характеристики. В физике есть понятие мощности – это работа, выполненная за единицу времени. Я предлагаю ввести понятие интеллектуальной мощности как объема интеллектуальной работы, выполненной за конкретный промежуток времени.

Для систем с сильным ИИ величина интеллектуальной работы будет определяться приращением алгоритмической сложности нового навыка, иначе говоря алгоритма, который сформировала система при решении ранее неизвестной для нее задачи относительно суммарной алгоритмической сложности уже имеющихся у нее навыков, использованных при ее создании. Но здесь возникает вопрос: насколько эффективным будет новый вычислительный алгоритм? Для этого надо задать критерий эффективности. Даже простейшую задачу по перемещению груза из точки А в точку В можно оптимизировать как минимум по двум критериям – пути и времени.

В моем понимании, мощность ИИ равна алгоритмической сложности сформированного им нового алгоритма, умноженной на коэффициент его эффективности относительно некоторого критерия и деленной на время, за которое этот алгоритм был сформирован.

В случае нейронных сетей к ним тоже применим такой подход. Вычислительную сложность нейронной сети можно посчитать: сколько операций должен выполнить компьютер, чтобы получить результат.

Процессы создания ИИ на базе современных компьютеров развиваются параллельно по двум основным направлениям – логическому и нейроморфному. Логический подход направлен на создание компьютерных систем, предназначенных для решения одной или нескольких интеллектуальных задач. То есть таких задач, которые потребовали бы использования интеллекта, если бы их решал человек. Нейроморфный подход направлен на создание компьютерных систем, имитирующих работу головного мозга, и в конечном счете – на создание его искусственного аналога.

Пока все достижения ИИ напрямую связаны с ростом производительности машин. Создание в 1997-м суперкомпьютера с производительностью один терафлопс привело к появлению программы Deep Blue. В 2004 году программа Blue Brain, действующая уже на 100 терафлопсах, смоделировала работу десяти тысяч нейронов. В 2008-м появились суперкомпьютер производительностью один петафлопс и одновременно программа SyNAPSE, имитирующая работу одного миллиона нейронов и десяти триллионов синапсов, что соответствует примерно четырем процентам мозга человека.

В 2016 году программа AlphaGo, использующая мощности в десятки петафлопс, обыграла чемпиона мира по го, а эта игра по правилам и количеству позиций намного сложнее, чем шахматы. Всем известная программа ChatGPT "живет" на суперкомпьютере AZURE AI с производительностью 30 петафлопс, причем при его обучении было потрачено столько электроэнергии, сколько потребляет весь Нью Йорк в течение трех недель.

При этом сами машины не становятся умнее в общепринятом смысле этого слова. Они просто функционируют быстрее, что позволяет за меньший промежуток времени проанализировать большее число вариантов, обработать больший объем информации. Но все они работают по алгоритмам, заложенным человеком.

Возможно ли в принципе создать машинный прототип мозга человека? В начале 2018-го в Китае провели эксперимент. Моделирование секундной активности одного процента мозга на самом быстродействующем на тот момент в мире суперкомпьютере Sunway Taihu-light заняло около четырех минут. Если экстраполировать этот результат, то получится, что для моделирования ста процентов мозга человека в реальном времени потребуется суперкомпьютер с производительностью 1020–1021 флопс. Теоретически он может появиться уже к 2030 году, правда, размером с 17-этажный дом с основанием 300 на 300 метров. И потреблять он будет 15 гигаватт электроэнергии, что эквивалентно трем Саяно-Шушенским ГЭС. Так что сравниться с человеческим мозгом искусственному интеллекту вряд ли удастся.

Мое личное мнение: мы никогда не создадим технический аналог человеческого мозга. Это путь в никуда. Но можно посмотреть на вопрос под другим углом. В мозге человека порядка 80 миллиардов нейронов, примерно 150×10^{12} синапсов, и на каждом синапсе около 1000 переключателей – аналогов логических элементов в обычном микропроцессоре.

Уже сейчас к интернету суммарно подключены десятки миллиардов компьютеров и прочих гаджетов, и в недалеком будущем эта цифра достигнет тех же 80 миллиардов. Поэтому, в принципе, супермозг уже готов. Правда будет ли он работать как человеческий – это большой вопрос. Но то, что он будет обладать свойствами эмерджентности, заключающимися в появлении новых возможностей, которыми не обладает ни один входящий в него элемент, это точно. И это уже следующий уровень развития ИИ.

При подготовке рубрики использованы материалы СМИ: "Российская газета", Chemistry Today, "Коммерсантъ Наука", "РИА Новости. Наука" и др.