

AI в обучении: на что способны технологии уже сейчас?



Как технологии искусственного интеллекта применяются в образовании?

Какие примеры использования ИИ есть в российском образовательном ландшафте?

Как использовать ИИ на разных этапах педагогического дизайна?

Какие существуют ограничения при внедрении ИИ в образование?

03	Вступление	Проблема Искусственный интеллект в образовании – реальность или фантастика? Стоит ли инвестировать в эту технологию?
05	Что такое искусственный интеллект и где мы встречаемся с ним сегодня?	Обзор Рассказываем о сферах, в которых применяется ИИ, основных вехах его развития и трудностях, связанных с определением этого термина.
12	ИИ в образовании: направления применения и основные решения	Аналитика Интеллектуальные обучающие системы, системы обучения на основе диалога, исследовательские среды, автоматическое оценивание письма – обзор распространенных направлений применения ИИ в образовании.
21	Технологический ликбез: как учится машина?	Обзор Рассмотрим ключевые методы обучения ИИ – от простых алгоритмов до глубокого и теневого обучения.
29	Как внедрить ИИ в обучение, если ты методолог?	Советы Эксперты рекомендуют первые шаги по внедрению ИИ в обучение.
35	Как применяется ИИ в образовании сегодня?	Кейс Рассмотрим успешно реализующиеся в российском образовательном ландшафте примеры применения искусственного интеллекта.
48	Как решения ИИ и учебная аналитика помогают педагогическому дизайнеру?	Опыт Научный сотрудник Института образования НИУ ВШЭ раскрывает вопросы применения ИИ в образовательном проектировании и обработке учебной аналитики.
54	Искусный или искусственный: существуют ли ограничения при внедрении технологии AIED?	Проблема Может ли ИИ заменить учителя? Не ограничивают ли мыслительную активность человека технологии? Как сохранить конфиденциальность при сборе данных? Обсудим эти и другие вопросы, связанные с технологией ИИ в обучении.
59	Дополнительные материалы	Обзор Список статей, книг и научных публикаций, которые помогут углубиться в тему ИИ в общем и его применения в образовании.

Введение

Образование меняет жизнь и меняется само за счет внедрения образовательных технологий. Передовые технологии не только облегчают доступ к обучающим процессам, но и делают их более наукоемкими и человекоцентричными. Одной из таких прорывных технологий является искусственный интеллект (ИИ).

ИИ поможет автоматизировать часть рутинной работы преподавателя, освободив ему место и время для более важных творческих задач. Для обучающихся новые технологии становятся средством оперативной персонализированной обратной связи и адаптивного обучения, способом попасть в интеллектуально подобранную учебную группу, которая будет эффективно решать задачи. Таким образом, внедрение ИИ призвано не заменить человека, а, наоборот, стать ему большим помощником.

При этом нужно понимать, что новые технологии искусственного интеллекта сильно зависимы от человека и требовательны к условиям своего создания, нет готовых коробочных решений:

- необходимы вычислительные мощности, накопление большого объема данных;
- требуются ресурсы высококвалифицированных специалистов для построения и обучения моделей искусственного интеллекта;
- необходимо время на это обучение.

Искусственный интеллект – долгосрочная инвестиция и технология для людей длинной воли.

Тем не менее искусственный интеллект уже сегодня применяется в сфере образования, предлагая возможности более гибкого и вовлекающего обучения.

Так, технологии ИИ предоставляют обучающимся расширенные возможности адаптивного обучения, повышают эффективность взаимодействия с обучающей системой, группой и преподавателем:

- 01** Интеллектуальные обучающие системы позволяют составить персонализированный трек обучения в зависимости от уровня знаний и дать оперативную индивидуальную обратную связь.
- 02** Интеллектуальное формирование группы обучающихся на основе цифрового следа способствует максимально гармоничной совместной работе.
- 03** Интеллектуальная модерация взаимодействия обучающихся с системой, преподавателями, командой поддержки и одноклассниками позволяет выявить конфликтные ситуации, часто встречающиеся ошибки, отклонение от темы и т. д.

Технологии ИИ предоставляют «третью руку» и «третий глаз» преподавателям, автоматизируя рутину и находя неожиданные закономерности в массивах данных учебной аналитики:

- 01** Автоматизация проверки заданий позволяет реже прибегать к экспертной оценке и снижает субъективность проверки знаний.
- 02** Автоматически сгенерированные задания снижают нагрузку, связанную с созданием однотипных тестовых вариантов.
- 03** Интеллектуальная оценка педагогического дизайна позволяет получать своевременную обратную связь об удачных и неудачных элементах программы и вовремя проводить ее редизайн.

Этот выпуск журнала призван погрузить читателя в контекст искусственного интеллекта в целом как технологии и концепции, а также раскрыть его возможности применительно к задачам обучения. В ходе освещения темы мы будем искать ответы на вопросы:

- ▶ Что такое искусственный интеллект, как он развивался и где применяется сегодня?
- ▶ Как он устроен с технологической точки зрения?
- ▶ Как ИИ применяется в образовательных целях?
- ▶ Какие примеры использования ИИ есть в российском образовательном ландшафте?
- ▶ Как использовать ИИ на разных этапах педагогического дизайна?
- ▶ Какие ограничения и этические вопросы нужно учесть, применяя ИИ?

Наша цель – найти баланс между реальностью и фантастикой и определить конкретные сферы приложения технологий ИИ в образовании.

Что такое искусственный интеллект и где мы встречаемся с ним сегодня?

Фантазии о механистическом существе, подобном человеку, возникли в культуре уже очень давно: здесь можно вспомнить и древнегреческий миф о созданном Гефестом гиганте Талосе, и миф о Пигмалионе — скульпторе, который мечтал оживить выточенную его руками статую Галатею, и сказку о Пиноккио.

Научные же представления о возможности создания искусственного разума не могли сформироваться без механистической философии Рене Декарта: если живой организм функционирует подобно сложному механизму, следовательно, должна быть возможность создать рукотворную копию такого организма.

В XX веке вместе с появлением первых вычислительных машин, кибернетики, зарождением основ нейронаук, развитием математической алгоритмики вопрос о способности машины мыслить перестал быть праздной фантазией и превратился в предмет научных интересов.

С начала XXI века искусственный интеллект представляет не только предмет для горячей полемики и лабораторных исследований, но и бурно развивающейся прикладной сферой¹, которая получает солидные инвестиции и приносит бизнесу конкретные результаты.

01
<http://sber.me/?p=s3wD7>

С развитием искусственного интеллекта снижается стоимость его тренировки: по сравнению с 2018 годом обучение системы распознавания изображений, например, стоит на 64 % дешевле. Одновременно с этим на 94 % возросла скорость обучения. Такие перемены приводят к тому, что применять технологии ИИ сегодня стремится все больший круг компаний, которым ранее они были недоступны.

Сферы применения ИИ

Подробнее о подходах, алгоритмах и основных технических понятиях, связанных с ИИ, вы можете узнать в статье [«Технологический ликбез: как учится машина?»](#).

Финансы

- ▶ Выявление банками подозрительных и мошеннических действий
- ▶ Исследования рынка: использование статистических вычислений и обработки естественного языка для принятия инвестиционных решений
- ▶ Управление личными финансами: рекомендательная система, которая помогает пользователям оптимизировать свои расходы и сбережения; автоматизированный финансовый консультант

Промышленность

- ▶ Замена человеческого труда в опасных рабочих условиях
- ▶ Автоматизация рутинных задач работников

Медицина

- ▶ Медицинская диагностика (обнаружение опухоли, выявление повышенного риска заболеваний и т. д.)
- ▶ Анализ сердечного ритма
- ▶ Создание планов лечения
- ▶ Управление приемом медикаментов

HR

- ▶ Скрининг резюме
- ▶ Ранжирование кандидатов по уровню квалификации
- ▶ Прогнозирование успеха кандидата
- ▶ Автоматизация коммуникационных задач через чат-ботов

Медиа и автоматизированная журналистика

- ▶ Анализ недвижимости
- ▶ Сводки спортивных событий
- ▶ Персонализированные новости для читателя
- ▶ Автоматическая генерация новостей по ключевым словам

Подробнее о рекомендательных системах читайте в статье [«Как решения ИИ и учебная аналитика помогают педагогическому дизайнеру?»](#).

Клиентские службы

- ▶ Автоматизированные онлайн-помощники
- ▶ Внутренние корпоративные помощники

Транспорт

- ▶ Управление дорожным трафиком
- ▶ Роботизированная навигация и преодоление препятствий
- ▶ Технология технического зрения для повышения безопасности управления локомотивом

Обучение

- ▶ Построение индивидуальных учебных траекторий
- ▶ Автоматизированная проверка домашних заданий
- ▶ Составление профилей обучающихся с индивидуальным планом развития
- ▶ Продвинутая учебная аналитика на основе больших данных
- ▶ Автоматизированные рекомендательные системы по редизайну учебных программ

Что такое ИИ?

Существует множество определений искусственного интеллекта. Рассмотрим несколько исторических дефиниций и постараемся охарактеризовать ключевые признаки.

Первым свое понимание и определение искусственного интеллекта ввел и представил Джон Маккарти:

Искусственный интеллект – это машины, которые ведут себя так, словно они обладают интеллектом.

В «Британской энциклопедии» приводится следующее определение¹:

Искусственный интеллект – это способность цифровых компьютеров или контролируемых роботами компьютеров решать задачи, которые обычно связывают с человеческими.

В «Толковом словаре по искусственному интеллекту»² предлагаются следующие определения:

01
<http://sber.me/?p=4s31c>

02
<http://sber.me/?p=ts2vF>

Научное направление, в рамках которого ставятся и решаются задачи моделирования тех видов человеческой деятельности, которые традиционно считаются интеллектуальными.

Свойство интеллектуальных систем выполнять функции, которые традиционно считаются прерогативой человека (в основном творческие).

Эти определения, пожалуй, нельзя назвать полными, поскольку они делают акцент на машинной, механической, функциональной составляющей искусственного интеллекта — остается непонятным, что именно в ней интеллектуального.

На проблемы разграничения человеческого и искусственного интеллекта обращал внимание еще основоположник термина Джон Маккарти в статье *What's an Artificial Intelligence*¹:

01
<http://sber.me/?p=PNxKp>

Проблема состоит в том, что пока мы не можем в целом определить, какие вычислительные процедуры мы хотим называть интеллектуальными. Мы понимаем некоторые механизмы интеллекта и не понимаем остальные. Поэтому под интеллектом в пределах этой науки понимается только вычислительная составляющая способности достигать целей в мире.

02
<http://sber.me/?p=pd9rv>

В этой связи интересны рассуждения² о ключевых характеристиках любого интеллекта Нилса Дж. Нилссона в книге *The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements*. Определение полезно тем, что его можно применить к системам искусственного интеллекта:

Интеллектом можно считать качество, которое позволяет какой-либо сущности функционировать сообразно предлагаемым обстоятельствам, и способность прогнозировать последующие события.

03
<http://sber.me/?p=qHGN6>

В 1991 году исследовательнице Элейн Рич в книге «Искусственный интеллект»³ удалось заложить в определение некоторые способности интеллектуальной системы, отличные от простой механической имитации:

Искусственный интеллект — это изучение того, как сделать так, чтобы компьютеры стали способны управляться с тем, что на данный момент у людей получается лучше.

01
<http://sber.me/?p=vdnWQ>

Такое определение сохраняет свою актуальность: в 2019 году авторы дайджеста Business Horizons фокусируют внимание¹ на применимых на практике результатах деятельности ИИ:

Способность системы правильно интерпретировать внешние данные, извлекать уроки из таких данных и использовать полученные знания для достижения конкретных целей и задач при помощи гибкой адаптации.

Главное, что стоит выделить в представленных определениях ИИ, — его умение интерпретировать данные и обучаться (полностью или частично автономно) на основе обработанной информации. Это позволяет системе искусственного интеллекта имитировать работу человеческого разума, одной из сильнейших сторон которого является приспособляемость к различным условиям среды и смена поведения в зависимости от возникающих обстоятельств.

Еще один важный признак искусственного интеллекта — его прикладная природа, призванная не заменить человека, а расширить его возможности и упростить ему жизнь.

Как развивалась область ИИ?

Рассмотрим несколько основополагающих вех в истории развития искусственного интеллекта как научного направления.

1943
 Первая компьютерная модель нейронной сети

- Норберт Винер вместе с Уолтером Питтсом и Уорреном Мак-Каллоком теоретически обосновывают возможности создания искусственного интеллекта на основе биологических нейронных сетей. Так появилась первая компьютерная модель нейронной сети.

1950
 Тест Тьюринга

01
<http://sber.me/?p=7KTbs>

- Алан Тьюринг публикует ряд работ о том, может ли мыслить машина (статья *Computing Machinery and Intelligence*¹), а также предлагает идею эмпирического теста, который впоследствии так и назовут — тест Тьюринга.

Стандартная интерпретация теста Тьюринга звучит следующим образом: «Человек взаимодействует с одним компьютером и одним человеком. На основании ответов на вопросы он должен определить, с кем он разговаривает: с человеком или компьютерной программой. Задача компьютерной программы — ввести человека в заблуждение, заставив сделать неверный выбор».

В 2014 г. программа «Женя Густман» (Eugene), разработанная в Санкт-Петербурге, технически прошла тест Тьюринга. Программа имитировала тринадцатилетнего подростка из Одессы, который «претендует на то, что знает всё на свете, но в силу своего возраста не знает ничего».

- 1956

Термин
«искусственный интеллект»

- Впервые термин «искусственный интеллект» прозвучал на летнем семинаре в Дартмутском колледже, который организовали четверо американских ученых: Джон Маккарти, Марвин Мински, Натаниэль Рочестер и Клод Шеннон. Представлена первая программа ИИ – Logic Theorist.
- 1958

Первые надежды

- Герберт Саймон (лауреат Нобелевской премии по экономике) заявляет, что машины в ближайшие десять лет могли бы стать чемпионами мира по шахматам.
- 1962

Первая система распознавания речи

- IBM демонстрирует систему распознавания речи Shoebox. Машина принимала речь через микрофон и понимала 16 слов – цифры и команды для операций с числами, такие как «плюс», «минус» и «равно».
- 1965

Крушение надежд

- Десятилетний мальчик одерживает в шахматном матче победу над компьютером.
- 1966

Первый чат-бот

- Создан первый виртуальный собеседник «Элиза», который имитирует речь психотерапевта, реализует приемы активного слушания и ведет беседу на естественном языке.
- 1970

Предпосылки к ИИ в образовании

- По следам успеха «Элизы» исследователь Джейми Карбонелл создал программу SCHOLAR, которая могла задавать вопросы по географии Южной Америки и давать обратную связь на естественном языке. Позднее подобные усовершенствованные системы стали называть интеллектуальными обучающими системами.
- Начало 1980-х

Методы глубокого обучения и экспертные системы

- Джон Хопфилд и Дэвид Румельхарт представили методы «глубокого обучения», позволяющие компьютерам учиться на основе опыта. Эдвард Фейгенбаум представил «экспертные системы», имитирующие принятие решений человеком.
- Конец 1980-х

Кризис ИИ

- Сформулирован парадокс Ханса Моравека, исследователя-робототехника:

«Относительно легко достичь уровня взрослого человека в таких задачах, как тест на интеллект или игра в шашки, однако сложно или невозможно достичь навыков годовалого ребенка в задачах восприятия или мобильности».

Интеллектуальную обучающую систему можно охарактеризовать способностью генерировать учебные задачи и решать их, определять стратегию ведения диалога на естественном языке и вести его, моделировать состояние знаний обучаемого и самообучаться на основе анализа результата взаимодействия с ним.

- 1990-е**
Машинное обучение

● Разработаны алгоритмы Machine Learning, благодаря которым компьютеры смогли накапливать знания и обучаться на основе собственного опыта.
- 1997**
Победа ИИ в шахматах

● Суперкомпьютер DEEP BLUE играет в шахматы и побеждает мировых чемпионов.
- Конец 1990-х**
Распознавание эмоций

● Появление нового исследовательского направления — аффективных, или эмоциональных, вычислений (affective computing), направленных на анализ реакций и их воспроизведение на машине.
- 2010-е и по сегодняшний день**
Большие данные

● Вычислительные мощности позволяют сочетать большие данные (Big Data) с методами глубокого обучения и нейронных сетей.

ИИ в образовании (AIEd)

Благодаря большим данным искусственный интеллект получает сегодня бурное развитие в сфере образования: становится реальным интеллектуальный анализ образовательных данных (Educational Data Mining), а также основанная на нем предсказательная и учебная аналитика, персонализированное обучение и адаптивная образовательная среда.

Выводы

Краткий экскурс в историю искусственного интеллекта показывает, как менялись ожидания общества и научной среды — от первых восторженных экспериментов через критику и разочарования к новым волнам интереса и первым результатам для бизнеса.

Особого внимания заслуживает факт достаточно ранних опытов применения ИИ к образовательной сфере. Это означает, что к настоящему времени накопилась достаточно солидная теоретическая подоплека и большая база примеров прикладного использования технологий. В следующем материале будут разбираться основные направления, в которых развивался ИИ в образовании.

ИИ в образовании: направления применения и основные решения

Первые попытки применения искусственного интеллекта в образовательных целях можно зарегистрировать уже в 70-х гг. XX века, когда была представлена система SCHOLAR. Сегодня ее назвали бы **интеллектуальной обучающей системой**. Такой вид ИИ в обучающих целях лишь один из распространенных и практикуемых сегодня.

Уже по ранним экспериментам генерации речи заметно, что от искусственного интеллекта ожидалась помощь в снижении нагрузки на преподавателя — массово проверить знания и оперативно дать обратную связь.

Сегодня от ИИ в обучении ожидается не только и не столько выполнение рутинной преподавательской работы, сколько построение единой рекомендательной системы и развитие и поддержка адаптивной образовательной среды, которая способствует достижению образовательных результатов, персонализации учебного процесса и повышает уровень вовлеченности.

Искусственный интеллект находит применение в различных образовательных контекстах — и в традиционных классах, и в корпоративных условиях, и в реализации парадигмы обучения на протяжении всей жизни. В этом обзоре мы остановимся на трех базовых направлениях, которые уже давно исследуются: интеллектуальных системах обучения, системах обучения на основе диалога и автоматическом оценивании письма. Также мы кратко опишем гибридные системы, у которых есть перспективы развития.



Андрей Комиссаров

→ Директор направления «Развитие человека на основе данных», Университет 20.35

→ Одна из ключевых фигур в сфере цифровой трансформации образования в России

→ Основатель НПО «Игровое образование», идеолог сообщества «Образование будущего», директор направления «Развитие человека на основе данных» в Университете 20.35

→ В Университете 20.35 Андрей возглавляет исследовательские проекты по принятию решений на основе больших данных, по метакогнитивной диагностике, анализу цифрового следа и построению траекторий адаптивного обучения на основе ИИ

01

<http://sber.me/?p=2HrHt>

Во-первых, в применении ИИ крайне важна прозрачность: нам необходимо видеть, как и почему система приняла то или иное решение.

Во-вторых, следует иметь в виду тесную связь технологий ИИ с подходами Data Science, которые основаны на гипотезах. Это означает, что при применении искусственного интеллекта важно начинать с гипотезы, понимания того, как она будет проверяться, на каких данных, насколько учитываются тренды и т. д.

В-третьих, ИИ призван служить человеку, стать помощником в реализации своего потенциала и достижении счастья.

Интеллектуальные системы обучения

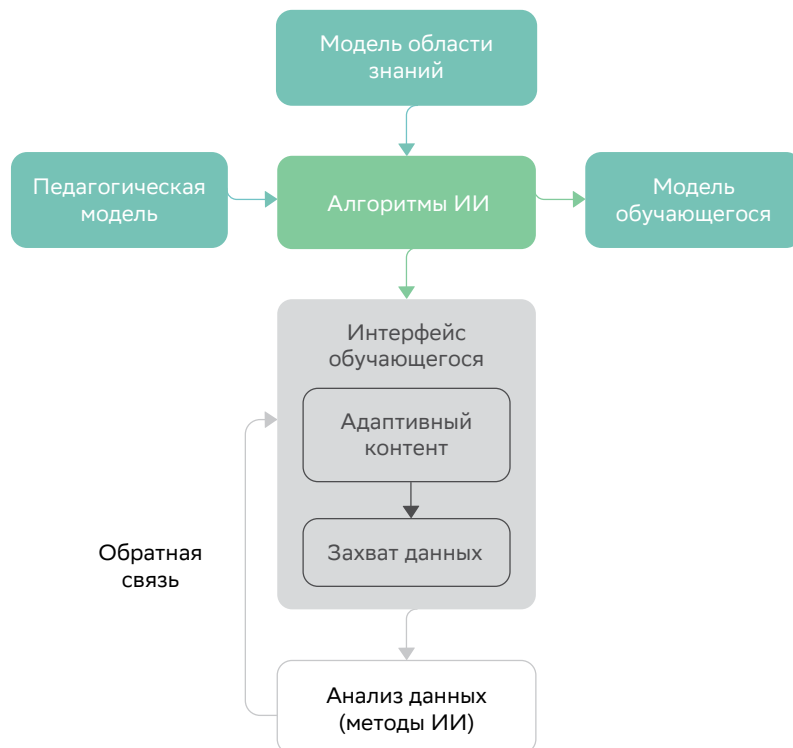
Наиболее распространенная и давно применимая сфера приложения ИИ в образовании. Интеллектуальная система обучения (ИСО) представляет собой персонализированное учебное пособие, которое организует материал в зависимости от возможностей и потребностей обучающегося. Наиболее удачно такие системы зарекомендовали себя в точных науках как хорошо структурированных областях знания.

Рассмотрим подробнее работу интеллектуальных систем обучения, поскольку это помогает лучше понять принципы функционирования ИИ.

В отчете *Intelligence Unleashed: An Argument for Ai in Education*¹ указываются три модели, лежащие в основе интеллектуальных систем обучения:

- 🔖 **Модель области знания.** ИИ необходимы знания об изучаемой дисциплине: темы, связи между ними. Чем строже и структурированнее предмет знания, тем эффективнее будет работать ИИ. Поэтому математика, физика, информатика – наиболее подходящие для организации ИИ предметы.
- 🔖 **Модель обучающегося.** ИИ необходимы знания об обучающемся: его предыдущие достижения, информация о трудностях, которые он испытывал, о его эмоциональном состоянии и уровне вовлеченности.
- 🔖 **Педагогическая модель.** ИИ для работы с этой моделью необходимы знания об эффективных подходах к преподаванию: предоставление обратной связи, оценивание, рекомендации последующего контента.

Схематично изобразим типичное устройство ИСО, чтобы точнее понять, как в ней взаимодействуют представленные модели.



Алгоритмы ИИ обрабатывают данные трех моделей. Результаты обработки представляются в интерфейсе обучающегося в виде адаптивного обучающего контента (текст, звук, видео, анимация, задания). Как только обучающийся приступает ко взаимодействию с контентом, он оставляет цифровой след, который также анализируется при помощи методов ИИ. Результаты анализа цифрового следа служат основой для обратной связи и для новой адаптации обучающего контента.

В ходе этого процесса собираются большие объемы данных, которые циклически используются системой для динамической оптимизации и самосовершенствования. Цикл повторяется до тех пор, пока обучающийся не достигнет образовательного результата либо не изучит всю область предметного знания.

Системы обучения на основе диалога

Снова вернемся к предтече ИИ в образовании — программе SCHOLAR. Помимо того что эта система еще 50 лет назад предоставляла индивидуальный учебный опыт и давала обратную связь на естественном языке, она еще и поддерживала диалог с обучающимися по теме занятий. Таким образом, эта программа является прообразом не только интеллектуальных обучающих систем, но и систем обучения на основе диалога.

Проект «01Математика» — пример интеллектуальной системы обучения. Подробнее читайте в статье [«Как применяется ИИ в образовании сегодня?»](#).

Такие системы строятся по той же схеме, что и интеллектуальные системы обучения — в основе лежит педагогическая модель, модель обучающегося и модель области знаний. Однако разница состоит в том, что такие системы не предоставляют адаптивный учебный контент, а имитируют диалог с обучающимися, чтобы помочь найти нужное решение, оценить знания и определить их уровень, закрепить тему.

Для этого используются такие технологии, как классификация ответов, семантический анализ, анализ и генерация естественной речи.

Примеры

- AutoTutor** — диалоговая среда, которая симулирует учебный диалог между преподавателем и обучающимся в процессе пошагового выполнения онлайн-заданий. Цель программы — способствовать глубокому погружению в тему.
- Watson Tutor** — обучающая система на основе диалога, разработанная компаниями Pearson и IBM для вузов. Программа предлагает дополнительные материалы, отслеживает прогресс и адаптирует разговор в зависимости от ответов.
- «Цифровой двойник преподавателя»** — разработка Университета 20.35, которая на основе ансамблей нейросетей отвечает на вопросы студентов. Технология Deep Fake позволяет наложить изображение лица преподавателя на 3D-куклу, чтобы симулировать эффект присутствия. Запуск пилотной версии проекта планируется в конце 2022 г.

Поделитесь впечатлениями
о журнале EduTech



Расскажите, что вам нравится, а чего пока не хватает, задайте свой вопрос.

Опрос займет не более 3 минут. [Перейти к опросу](#)

Исследовательские среды

Исследовательская среда, в отличие от интеллектуальных пошаговых систем обучения и систем обучения на основе диалога, представляет собой более свободное и неструктурированное учебное поле, которое располагает к активному обучению. Взаимодействие с исследовательской средой выглядит как свободная и самостоятельная навигация в пространстве системы с целью решить определенные поставленные задачи; система при этом может предоставлять некоторые подсказки по запросу учащегося.

Среди специфических технологий, которые используются в построении исследовательской среды, — обучение при помощи байесовских сетей, основанных на данных предыдущих сессий.

Байесовская сеть — это графовая модель с ребрами и узлами, которая помогает вычислить вероятность наступления того или иного события в зависимости от набора переменных.

Подробнее о технологиях читайте в статье [«Технологический ликбез: как учится машина?»](#).

Сложность такого применения ИИ состоит в том, что трудно создать модель учащегося как раз из-за неограниченных возможностей взаимодействия с учебной средой, поэтому сложно рассчитать эффективность системы.

Примеры

- Betty's Brain** — система обучения через преподавание, где обучающиеся выступают в роли преподавателей для виртуальной слушательницы Betty: составляют для нее понятийную карту речной экосистемы, устраивают ей промежуточную проверку, а затем наблюдают за тем, как Betty сдает экзамен из автоматически сгенерированных системой вопросов.
- Crystal Island** — иммерсивная игра, в которой пользователи расследуют таинственную эпидемию на далеком острове, практикуя методы научных изысканий. Программа дает поддерживающую обратную связь и учитывает аффективные данные об обучающихся.

Аффективные данные — данные об эмоциональном состоянии обучающегося (положительные или негативные).

Автоматическое оценивание письма

Это весьма распространенная сфера применения ИИ в образовании, которая позволяет снизить нагрузку на преподавателей, увеличить скорость проверки практических заданий, повысить надежность и объективность оценок.

Наиболее интересные разработки по автоматической проверке письменных заданий связаны не с итоговым оцениванием (с задачей автоматического выставления баллов можно справиться и без ИИ), а с формирующим. Речь идет о проверке больших письменных заданий, которая может отнять много времени, и по этой причине обратная связь зачастую оказывается скудной или неиндивидуальной.

Специфическими технологиями в этой сфере применения ИИ являются машинное обучение как с преподавателем, так и без него, а также обработка семантики естественного языка.

Примеры

- 📌 **Revision Assistant** – программа оценки и комментирования коротких эссе, созданная разработчиками компании Turnitin, известной своими решениями для проверки работ на плагиат. Система автоматически оценивает эссе и дает обратную связь, которая генерируется на основе анализа тысяч комментариев, написанных экспертами заранее.
- 📌 **OpenEssayist** – система, разработанная Открытым университетом и Оксфордским университетом. Цель системы – дать обучающемуся развернутую обратную связь в ответ на письменную работу, улучшить его навыки письма, самообучения и рефлексии.

Гибридные системы ИИ в образовании

Совмещая инструменты и технологии трех базовых сфер применения ИИ в обучении (интеллектуальных обучающих систем, систем обучения на основе диалога, исследовательских сред), можно получить мощные обучающие решения, которые удовлетворяют запросам разных участников обучающего процесса: обучающихся, преподавателей, разработчиков и заказчиков.

Рассмотрим некоторые из гибридных решений.

Умные адаптивные компаньоны

Адаптивный тьютор выступает в роли интеллектуального помощника для обучающегося, который может быть партнером, наставником, а в некоторых случаях — и полностью заменить преподавателя.

Такие решения обладают широким спектром умений:

- ▶ моделировать когнитивное и эмоциональное состояние обучающихся;
- ▶ вовлекать в учебный процесс через диалог;
- ▶ поощрять рефлексию и самообучение через доступную статистику и дашборды;
- ▶ увеличивать уровень мотивации через использование нарративов, контекстных подсказок и т. д.

Умный компаньон может быть не только у обучающихся. В эту же категорию можно отнести и ассистентов преподавателя, которые будут оптимизировать рутину по организации и сопровождению обучения. Например, подобный ассистент может автоматически собирать группы обучающихся, помогать с выставлением оценок, искать дополнительные материалы, отслеживать прогресс обучающихся и подсвечивать их эмоциональное состояние.

Примеры

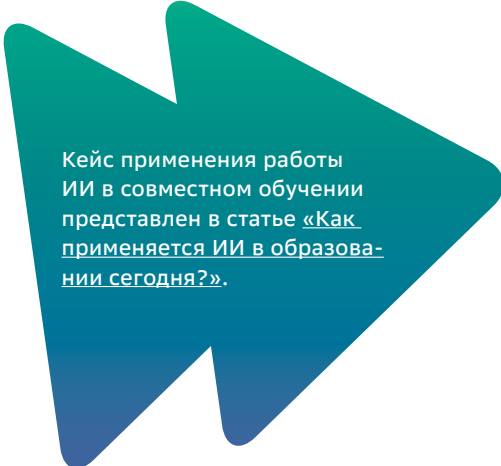
- RiPPLE** — система персонализированных рекомендаций в Университете Квинсленда. Алгоритмы ИИ рекомендуют учащимся определенные действия в зависимости от их достижений и уровня знаний.
- Цифровой помощник** на основе ИИ в Монтеррейском технологическом институте. Система была интегрирована во внутреннюю цифровую инфраструктуру. Цель — давать персонализированные ответы студентам и абитуриентам в режиме реального времени, обучая в процессе использования. Впоследствии этот помощник можно применять в целях поддержки преподавателей и других участников процесса.

Поддержка совместного обучения

Совместный процесс обучения может дать более высокие результаты, нежели обучение в одиночку. Однако следует учитывать, что эффективная групповая работа, сотрудничество редко когда возможны без должной подготовки, адаптации и последующей поддержки командного настроения.

В рамках обеспечения гармоничного и эффективного совместного обучения ИИ может предложить свою помощь в следующих четырех направлениях.

- Формирование адаптивной группы.** ИИ, основываясь на информации об отдельных участниках, может подобрать наиболее подходящих друг другу и учебной задаче членов группы по уровню знаний, роли в коллективе, располагаемым навыкам, интересам и т. д.
- Фасилитация.** Методы ИИ могут использоваться для определения эффективных стратегий совместной работы и распознавания моментов, когда группа испытывает трудности. Также есть возможность продемонстрировать участникам группы их измеримый вклад в общую задачу.
- Виртуальные агенты.** Виртуальные персонажи, созданные и управляемые при помощи ИИ, могут выступать как участники диалогов, тренеры или новички, с которыми будет взаимодействовать группа.
- Модерация.** Методы машинного обучения и обработки языка в таком случае направляются на анализ дискуссий. По результатам анализа система может оповещать координатора группы о важных событиях (например, о конфликте или о проблемах в решении задачи).



Кейс применения работы ИИ в совместном обучении представлен в статье [«Как применяется ИИ в образовании сегодня?»](#).

ИИ как исследовательский инструмент

ИИ может выступить как инструмент для улучшения педагогического планирования и взаимодействия. Приведем два направления, набирающих популярность.

- Сбор и анализ данных об обучающихся и образовательной информации.** При помощи методов машинного обучения можно, например, классифицировать обучающихся по группам затруднений и выявить наиболее распространенные типы трудностей. Это помогает более прицельно закрывать пробелы в материалах и их представлении.
- Педагогическое моделирование.** Такой подход позволяет принимать обоснованные педагогические решения. Если методами машинного обучения обработать тысячи учебных занятий, можно лучше понять структуру обучения, выявить слабые и сильные места, сформировать гипотезы по оптимизации.

Выводы

Это далеко не исчерпывающий обзор: за его рамками остались такие области применения ИИ, как интеграция в виртуальную и дополненную реальность, инструменты для изучения иностранного языка, умные чат-боты.

01

<http://sber.me/?p=12LWT>

(Дополнительно про чат-боты можно прочитать в выпуске «Чат-боты и искусственный интеллект: конец живого общения? Июнь, 2018».)¹

Однако на примерах разобранных приложений ИИ к обучающим задачам можно убедиться, что их использование является уже не просто любопытным прорывным направлением, а способно зарекомендовать себя как рабочий и эффективный подход к решению прикладных задач.

Название направления	Краткое описание	Аудитория (чьи запросы решает)
Интеллектуальная система обучения	Пошаговая адаптируемая последовательность учебных материалов и заданий	Для обучающихся
Обучающая система на основе диалога	Пошаговое диалоговое обучение, беседы по изучаемым темам	Для обучающихся
Исследовательская среда	Самостоятельное решение задач при минимальной ограниченности поля исследований	Для обучающихся
Автоматическое оценивание письма	Автоматическая проверка письменных заданий, формирующая обратная связь	Для обучающихся Для преподавателей
Гибридные системы	Помощь в совместном обучении. Интеллектуальные помощники в обучении на протяжении всей жизни. Ассистенты преподавателей	Для обучающихся Для преподавателей

В следующем материале перейдем к технологическим особенностям искусственного интеллекта, чтобы понять, на какие алгоритмы и методы он опирается и с помощью каких технологий работает.

Технологический ликбез: как учится машина?

В основе появления искусственного интеллекта как научной дисциплины лежало предположение ученых о том, что компьютер возможно запрограммировать на точное воспроизведение способностей человеческого разума. Учитывая, что человеческий разум не изучен до конца, пока что подобную гипотезу нельзя ни доказать, ни опровергнуть.

И пусть до построения точной модели нашего разума еще далеко, мы уже видим, как технологии искусственного интеллекта активно вплетаются в нашу жизнь и применяются в различных областях человеческой деятельности — от медицины до маркетинга. В обозримом будущем человечеству представится возможность наблюдать за дальнейшим развитием этой интереснейшей сферы на стыке науки и технологий.

Для вдумчивого наблюдения за этим развитием предлагаем рассмотреть основные принципы работы искусственного интеллекта и то, за счет чего он развивается.

До начала погружения в технологический контекст проведем границу между тремя видами искусственного интеллекта, которые различаются по степени своей приближенности к человеческому сознанию.

- 01 Слабый ИИ (Narrow AI).** Активно используется прямо сейчас в виде различных алгоритмов: голосовых помощников, систем распознавания лиц, рекомендательных и предсказательных систем, систем генерации речи.
- 02 Сильный ИИ (Artificial General Intelligence).** Максимально приближен к человеческому. По мнению экспертов McKinsey¹, сильный ИИ сформируется примерно к 2075 году.
- 03 Супер-ИИ (Super AI).** Предполагает способность ИИ к постоянному самосовершенствованию, самообучению и самостоятельной разработке новых систем и алгоритмов. Сформируется, по оценкам экспертов, к первому десятилетию XXII века.

01

<http://sber.me/?p=XpW11>

Согласно определению американского философа Джона Сёрля, сильный искусственный интеллект — это не просто модель разума, а разум в полном понимании этого слова. Слабый ИИ в таком случае представляется лишь набором инструментов, которые имитируют только некоторые возможности человеческого разума.

В настоящий момент мы можем говорить только о тех технологиях и направлениях, которые формируют слабый ИИ. Начнем с алгоритмов — именно они считаются основой работы искусственного интеллекта.

Алгоритмы искусственного интеллекта — это последовательности математических инструкций, призванные решить свойственные человеческому разуму задачи, такие как обработка изображений, распознавание текста, прогнозирование, обучение и т. д.



**Андрей
Комиссаров**

Директор
направления
«Развитие человека
на основе данных»,
Университет 20.35

ИИ представляет собой набор простых алгоритмов. Из простых алгоритмов собираются «алгоритмические гирлянды», «ансамбли алгоритмов», которые позволяют делать много полезного в образовании: строить образовательные траектории, принимать решения, анализировать конструкцию урока или формировать адаптивные группы.

Среди алгоритмов в «гирляндах» могут быть как простые модели вроде байесовских сетей, так и предобученные нейросети, а иногда и **тенивое обучение**. Те вещи, которые сегодня работают как часы, это, как правило, предобученные нейросети, способные выполнять конкретную задачу, например распознавание эмоций приходящих в класс детей.

Тенивое обучение

(*shadow learning*) — форма глубокого обучения, в ходе которого нейросеть ищет закономерности в данных после того, как их обработает человек. О том, что такое глубокое обучение, смотрите далее в материале.

Суть работы искусственного интеллекта сводится к тому, что он постоянно обучается на большом количестве данных. Прежде чем система ИИ начнет помогать человеку, ее саму необходимо долго и старательно обучать. Здесь будет уместно вспомнить секрет английской лужайки: чтобы получить идеальный зеленый газон, его необходимо каждое утро поливать, а вечером стричь — и так триста лет. Искусственный интеллект — та же английская лужайка, только полив заменяется обучением на большом объеме данных. Чем больше данных, чем дольше мы обучаем нашу систему, тем она будет умнее и совершеннее.

Итак, мы ввели понятие алгоритмов как базовой составляющей ИИ и представили основной принцип его работы — долгое обучение на основе большого количества данных. Ниже мы познакомимся с основными терминами и техниками, которые используются при обучении ИИ.

Байесовские сети: простой алгоритм

Сеть Байеса (один из видов вероятностной графической модели) представляет собой узлы, соединенные линиями-ребрами. Узлы символизируют переменные, а ребра — взаимозависимости между ними. Алгоритмы байесовских сетей позволяют выполнять такие задачи, как прогнозирование и диагностика.

В задачах построения моделей обучающихся или предметных моделей байесовские сети используются давно и успешно. В журнале «Вестник Евразийской науки»¹ М. В. Хлопотов описывает опыт использования байесовской сети для моделирования профиля обучающихся и оценки уровня сформированности их компетенций.

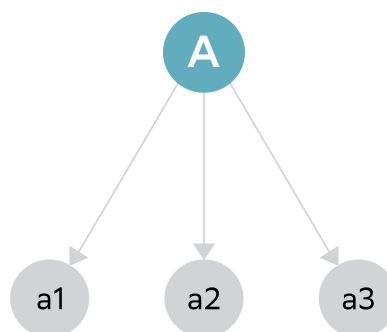
01

<http://sber.me/?p=NMpXD>

Опишем процесс построения байесовской сети для моделирования профилей обучающихся. Основные этапы этого процесса:

- 01 Идентификация переменных.** На этом этапе определяется целевая переменная (в нашем случае это уровень сформированности компетенции), действия пользователя, информация о контексте. Переменные будут служить узлами графа.
- 02 Определение структуры.** Этот этап предполагает расстановку ребер между узлами. Ребра будут отражать причинно-следственную связь между переменными.
- 03 Определение параметров.** Здесь задаются распределения вероятностей для каждого из узлов.

Настройка последних двух этапов может определяться исходя как из непосредственно данных, так и из экспертных оценок. Ниже пример байесовской сети с компетенцией А, которая проверяется тремя заданиями. Условные вероятности для трех заданий описываются в таблицах, а расчёт производится специальной формулой. Подробности представлены в первоисточнике¹.



Байесовская сеть с одной компетенцией А, которая проверяется тремя заданиями (разработано авторами)

Поделитесь впечатлениями о журнале EduTech



Расскажите, что вам нравится, а чего пока не хватает, задайте свой вопрос.

Опрос займет не более 3 минут. [Перейти к опросу](#)

Обработка естественного языка (NLP): направление

NLP — это не отдельный алгоритм, а целое направление машинного обучения. Достижения NLP (Natural Language Processing, обработка естественного языка) используют такие известные голосовые помощники, как Siri, Cortana или Алиса. Цель этого исследовательско-прикладного направления — распознавание речи, понимание и генерация естественного языка.

NLP решает такие задачи, как анализ текста и его тональности, синтез речи, генерация речи и текста, машинный перевод, автоматические выжимки из текста, классификация текстов, выявление спама и многое другое.

Упрощенно работа NLP в случае с чат-ботом выглядит так:

- 01 Вход.** Информация, полученная на входе, переводится в удобный для системы формат, например, голосовое сообщение при помощи техник распознавания речи переводится в текстовые данные.
- 02 Морфологический анализ.** Здесь происходит определение частей речи и преобразование слов с целью поиска их корневых форм; слова «очищаются» от суффиксов, окончаний, приставок. Этот процесс называется **стеммингом**. Также слово может приводиться к своей изначальной форме — так, к глаголам подбираются инфинитивы («шел» — «идти»). Такой процесс называется **лемматизацией**.
- 03 Семантический анализ.** При помощи различных алгоритмов обучения текст представляется в векторном пространстве, понятном системе.
- 04 Сохранение контекста.** Система использует сложные алгоритмы, чтобы соответствовать контексту разговора: тональности, тематике, предыдущим репликам.
- 05 Статистические методы на основе машинного обучения.** Система, обученная на корпусах текстов, оценивает вероятности различных вариантов ответа, проверяет на своей языковой модели и выдает пользователю статистически наиболее вероятный результат.



Андрей Петровский

PhD университета Paris-Saclay
по теоретической физике

Исполнительный
директор по исследованию
данных в Лаборатории
по искусственному интеллекту
Сбера

Петабайт

Это около миллиона (1 048 576) гигабайт.

01
<http://sber.me/?p=CZ1nB>

Примеры

Современные языковые модели способны генерировать текст на заданную тему и поддерживать диалог с человеком.

Нейросеть GPT-3 обучена на **петабайтах текста** и оперирует сотнями миллиардов параметров. Она способна генерировать статьи¹, почти неотличимые от написанных профессиональным журналистом.

Telegram-бот SmartSpeechBot конвертирует голосовые сообщения в текстовый формат. Попробовать его в действии можно, перейдя по QR-коду или [ссылке](#).



Машинное обучение: алгоритмические гирлянды

Под машинным обучением понимается целый спектр алгоритмов, призванных помочь компьютерной программе работать без прямых команд, то есть обучаться.

Процесс обучения становится возможным при больших объемах данных, которые затем подвергаются анализу, поиску закономерностей, построению модели на основе найденных закономерностей и итоговых вычислений для выполнения действия.

Машинное обучение активно применяется при распознавании изображений, медицинской диагностике, планировании движения беспилотного автомобиля и во многих других областях.

Различают три вида машинного обучения:

- ▶ обучение с учителем;
- ▶ обучение без учителя;
- ▶ обучение с подкреплением.

Обучение с учителем

Этот вид машинного обучения предполагает, что система работает с заранее отобранными или размеченными людьми данными, например с фотографиями, на которых люди уже распознали собак или велосипеды. Знаменитая Captcha при входе на какие-либо сайты, где вам нужно выбрать определенные объекты из предложенных, как раз пример такой разметки.

Алгоритм изучает эти данные, связывает их с метками, а затем может построить модель и обрабатывать новые данные по результатам своего обучения.

Примеры использования обучения с учителем: расчет рыночной стоимости недвижимости, предсказание вероятности заболевания.

Обучение без учителя

В этом случае система работает с огромным объемом неразмеченных данных. Задача алгоритма состоит в том, чтобы выявить закономерности и использовать их для классификации следующих поступающих данных.

Примеры использования обучения без учителя: перевод рукописного текста в печатный, персональные рекомендации пользователям (например, рекомендации фильмов или товаров).

Обучение с подкреплением

Этот вид обучения предполагает наличие обратной связи для системы искусственного интеллекта: построенная ею модель на основе данных оценивается инженером как правильная или неправильная, и на основе этих оценок модель обновляется. Например, система управления беспилотным автомобилем, которая избежала столкновения, получает поощрение и учится не допускать подобных аварий в будущем.



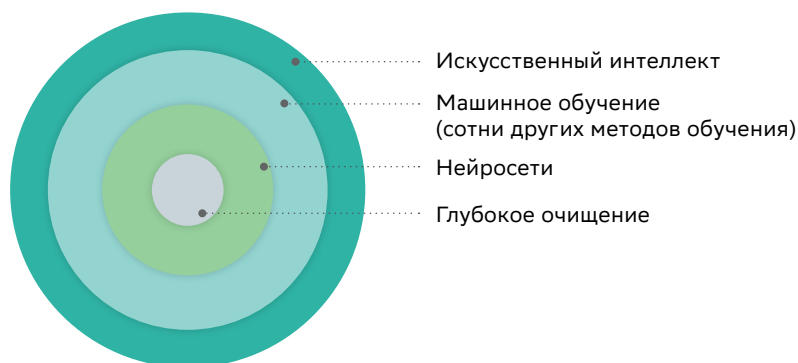
**Андрей
Петровский**

Исполнительный директор по исследованию данных в Лаборатории по искусственному интеллекту Сбера, PhD университета Paris-Saclay по теоретической физике

В разрезе необходимого количества данных для обучения моделей ИИ важно сказать о концепциях предобучения и дообучения. Предобучая модель, мы учим ее понимать какой-либо тип данных, например данные кода. Затем мы специализируем знания модели под какую-либо конкретную задачу. То есть дообучаем модель. Чем лучше предобучена модель вначале, тем меньше нужно данных, чтобы потом ее дообучить.

Например, в целях проверки задач по программированию мы использовали модель AlphaCode. Она дообучалась на 100 Гб кода и тестировалась на 13 000 задач. Это вполне реальное количество данных для многих компаний.

Глубокое обучение и нейросети: алгоритмические гирлянды



Глубокое обучение – это методы обучения нейросетей.

Искусственная нейронная сеть симулирует работу биологической нейронной сети.

Сеть организуется слоями: один входной, один выходной и как минимум один промежуточный. На входной слой поступают данные, выходной слой выводит результат, а на промежуточных происходят вычисления. Все слои состоят из искусственных нейронов, связанных между собой и обрабатывающих поступающие сигналы одинаково. Секрет работы – в связях (синапсах), которые могут ослабить или усилить тот или иной сигнал.

В нейронных сетях заключается большой потенциал: они способны распознавать образы и лица, создавать уникальные тексты, графику и видео, раскрашивать черно-белые фото и кинофильмы, предсказывать физические и финансовые явления.

Мощность нейросетей имеет и обратную сторону: решения, принятые нейросетями, невозможно воспроизвести, проверить и узнать, как именно они пришли к тому или иному решению. Эту проблему решает теневое обучение, которое включает в себя этап предварительной обработки человеком. Результаты работы модели, прошедшей через теневое обучение, более прозрачны и высокопроизводительны.

Поделитесь впечатлениями
о журнале EduTech



Расскажите, что вам нравится, а чего пока не хватает, задайте свой вопрос.

Опрос займет не более 3 минут. [Перейти к опросу](#)

Методы глубокого обучения позволяют имитировать обработку данных человеческим мозгом и принимать решения на основе созданных паттернов. Глубокое обучение работает на больших объемах данных, требует значительных вычислительных мощностей и множества скрытых слоев в искусственной нейронной сети.

Пример

Нейронная сеть ruDALL-E¹, созданная Сбером, может генерировать уникальные изображения на основе текстового описания. Посмотреть на работу сети можно в телеграм-боте перейдя по QR-коду или [ссылке](http://sber.me/?p=dDfvb).



01
<http://sber.me/?p=dDfvb>

Выводы

Мы рассмотрели несколько основных направлений и техник, использующих для обучения моделей искусственного интеллекта: простой алгоритм байесовской сети, гирлянды (ансамбли алгоритмов), обработку естественного языка, машинное обучение с учителем, без учителя и с подкреплением, а также глубокое и теневое обучение.

Полезно иметь представление о технологической подоплеке. Однако что делать, если нет возможности погружаться в эти сложные процессы? Есть ли шаги, которые может проделать методолог или педагогический дизайнер для внедрения ИИ в свои рабочие процессы? Искать ответ на этот вопрос будем в следующем материале.

Как внедрить ИИ в обучение, если ты методолог?

При внедрении элементов ИИ в образовательный процесс центральными агентами являются преподаватели, педагогические дизайнеры и методологи — те, кто наиболее тесно связан с разработкой учебной программы и взаимодействием с обучающимися.

Именно они принимают активное участие в целеполагании, определении потребностей и запросов аудитории и заказчиков. ИИ-решение, таким образом, конструируется отчасти по запросу педагогического дизайнера и должно быть комфортным для него — автоматизация рутинных задач, улучшение обучающих процессов средствами ИИ позволяет освободить время и уделить внимание творческой составляющей работы.

Однако здесь мы сталкиваемся с ключевой проблемой ИИ: на настоящий момент невозможно предоставить такие технологии, как готовый сервис, доступный и понятный конечному пользователю.



Денис Федерикин

→ Научный сотрудник и преподаватель, исследователь Центра психометрики и измерений в образовании, Институт образования НИУ ВШЭ

Не существует готовых решений, позволяющих методологу просто взять и применить какие-либо технологии ИИ «из коробки». На текущий момент применение ИИ, скорее, похоже на конструктор: необходимо искать подходящие модели, настраивать их, адаптировать под конкретные потребности и задачи.

ИИ хорош в автоматизации рутинной интеллектуальной работы, например для генерации неправильных вариантов ответа. При этом стоит помнить, что такое применение ИИ рентабельно только при большом масштабе — когда уже есть накопленные массивы данных. При малых объемах данных и задач ручной труд остается более выгодным, а внедрение ИИ — невозможным.

Ниже перечислим основные направления действий, которые может предпринять любой методолог и педагогический дизайнер, желающий призвать на помощь силу ИИ.

Взаимодействовать с большой командой специалистов

Путь к использованию ИИ не закрыт методологам и преподавателям, которые не разбираются в моделях обучения искусственного интеллекта и не являются дата-сайентистами. Актуальное состояние области говорит о том, что участникам сферы образования необходимо повышать свою технологическую грамотность, понимать принципы работы технологий, их ограничения и возможности применения, чтобы было легче управлять технической командой.



**Андрей
Комиссаров**

Директор
направления
«Развитие человека
на основе данных»,
Университет 20.35

Развитием искусственного интеллекта в образовании не может заниматься какая-то приглашенная команда разработчиков ИИ. Результат достигается за счет слаженных действий нескольких специалистов. Задача методолога сводится к тому, чтобы курировать действия команды и идейно их направлять.



Типы специалистов, участвующих в разработке ИИ-решений

- 01 Ведущий методолог (руководитель проекта)
- 02 Дата-аналитики
- 03 Дата-лингвисты и специалисты NLP
- 04 Образовательные дата-инженеры и ED-дизайнеры
- 05 Дата-инженеры и специалисты по базам данных
- 06 Знаниевые инженеры и разметчики
- 07 Дата-сайентисты и специалисты по машинному обучению

Понимать возможности систем, созданных на основе ИИ



Андрей Комиссаров

Директор направления «Развитие человека на основе данных», Университет 20.35

Говоря об искусственном интеллекте в обучении, нужно иметь в виду элементы искусственного интеллекта — алгоритмы и «ансамбли алгоритмов» из предобученных нейросетей, которые помогают решать задачи в основном в трех направлениях:

- 01** Автоматизация распознавания (изображений, эмоций, текста, слов и др.).
- 02** Построение рекомендательной системы (методы и алгоритмы, которые помогают в процессе обучения за счет создания ранжированного списка объектов рекомендации (например, электронных курсов), наиболее подходящих обучающемуся с нужной потребностью и в нужном контексте).
- 03** Построение сложной метасистемы, которая может не просто рекомендовать курсы или уроки в нужном количестве и контексте, но и генерировать их, структурировать, автоматически создавать.

Искусственный интеллект сегодня развит в рамках первого направления. Алгоритмы в третьем направлении пока очень ограничены и примитивны. Поэтому сейчас стоит прикладывать усилия ко второму направлению — построению рекомендательных систем.

Шаги по созданию рекомендательной системы

Невооруженный техническими навыками педагогический дизайнер может начать с достаточно простых действий. Эти усилия принесут пользу и в моменте, и в долгосрочной перспективе.

- 01 Проработка описания образовательной программы.** В этот шаг входит построение, создание и наполнение рубрикатора терминов, которые связаны с образовательными результатами. Это может быть детальный перечень всех терминов, относящихся к образовательным результатам программы, подробное описание программы на основе таксономии (знать, уметь, владеть) или иерархический список терминов.
- 02 Анализ и разметка реальных результатов деятельности участников образовательного процесса.** Сюда входит анализ цифрового следа, отзывов и рефлексий.

03 Сопоставление результатов анализа с ранее разработанной образовательной программой. На этом шаге происходит уточнение программы, построение логики в формате «если..., то...», которая поможет сформировать связи между контентом программы и образовательным фокусом.

В итоге может получиться рекомендательная система курсов, которая будет подбирать релевантный контент под образовательный запрос обучающегося.

Исповедовать Data-Driven-мышление

На английском языке подход называется Data-Driven Decision Making (DDDM, принятие решений на основе анализа данных, или информационно обоснованное принятие решений). Исторический оппонент Data-Driven-подхода — HiPPO (Highest Paid Person's Opinion) — принятие решений на основе мнения руководящего лица с опорой на интуицию и экспертность.

Мышление Data-Driven предполагает процесс поиска закономерностей и командный процесс принятия решения на основе данных, где каждый осознает свою ценность и вклад в общий успех.

01
<http://sber.me/?p=bMNqz>

В книге *Creating a Data-Driven Organization*¹ упоминается несколько основных критериев, характеризующих подход управления данными:

- тестирование гипотез, эксперименты;
- режим непрерывного улучшения, итерационной оптимизации;
- предсказательное моделирование;
- взвешенный выбор между альтернативными вариантами на основе значимых в конкретной ситуации переменных.

Таковыми требованиями может руководствоваться методолог или педагогический дизайнер в своей ежедневной работе.

Уметь разбираться в имеющихся данных

Данные в EdTech-решениях собираются в любой организации независимо от разработки искусственного интеллекта — в целях учебной аналитики.

Методологу важно уметь ориентироваться в этих данных, так как именно они являются основой создания системы ИИ и автоматизации.

01
<http://sber.me/?p=WRmkw>

Можно выделить¹ несколько категорий данных, которые могут агрегироваться в компаниях для дальнейшего образовательного анализа.

- Административные данные**
 Информация о преподавателе, методологе, наличии и опциях поддержки, опыте автора, тематике программы или курса и т. д.
- Предпочитаемые обучающие медиа или жанры**
 Ретроспективные показатели предпочтительных для обучающегося медиа или жанров в тех случаях, когда выбор был возможен, например длительность видео, дослушиваемость подкаста, дочитываемость лонгрида и т. д.
- Взаимодействие с образовательными ресурсами**
 Показатели взаимодействия во время обучения, в том числе манера навигации, ответы на упражнения и тесты, количество попыток, типы совершаемых ошибок, временные характеристики, связанные с деятельностью студента во время обучающих мероприятий.
- Прошлая деятельность**
 Ретроспективные показатели прошлой деятельности обучающегося, раскрывающие усвоение идей, навыков или компетенций на текущий момент.
- Временная история**
 Показатели ближайшего контекста, представляющие временную историю действий обучающегося, данные о которой доступны в конкретный день.
- Социальные показатели**
 Показатель взаимодействия учащегося с другими обучающимися и преподавателем в процессе обучения или с записанной речью (со всеми ее разнообразными свойствами, например семантическим содержанием, просодией и т. д.).
- Демографическая информация**
 Показатели периферийного контекста: регион, возраст, пол, уровень подготовки и т. д.
- Социальные связи**
 Показатели ближайшего окружения: количество связей, их сила и активность.
- Тип мышления**
 Данные из анкеты или самоотчета о том, как учащийся устанавливает связь между своими стратегическими усилиями во время обучения и развитием компетенций, а также о том, как происходит индивидуальный процесс обучения.
- Эмоциональное состояние**
 Психологические показатели, относящиеся к обучению, например эмоциональное состояние, качество сна, показатели питания.

Просодия

Раздел фонетики, в котором рассматриваются особенности произношения, например высота, сила/интенсивность, длительность, придыхание, тип примыкания согласного к гласному и другие дополнительные признаки, относящиеся к артикуляции звука.

Подробнее об аналитике образовательных данных читайте в выпуске журнала EduTech «Аналитика обучения: о чем молчат данные».



**Андрей
Комиссаров**

Директор
направления
«Развитие человека
на основе данных»,
Университет 20.35

С чего начать методологию? Я бы рекомендовал создать рубрикатор терминов, связанных с образовательными результатами. Рубрикатор может быть и иерархическим, и списочным, и в формате «знать-уметь-владеть» и т. д.

Тексты, будь то открытые вопросы или закрытые задания, являются очень хорошим цифровым следом для последующего анализа. Вместо применения полновесной нейросети можно поступить гораздо проще — сделать частотный анализ, для которого достаточно рубрикатора.

Выводы

Ключевыми компетенциями педагогического дизайнера остаются те, что связаны с разработкой образовательной программы: изучение потребностей аудитории, владение методологиями подачи материала и проектирования учебного опыта, анализ этого опыта и своевременный редизайн обучения. Однако в текущей реальности полезно развивать технические компетенции и обогащать портфолио навыками, необходимыми для уверенной навигации в сферах Data Science, анализе данных, применении ИИ.

В частности, можно говорить о необходимости развития таких навыков и знаний, как:

- понимание возможностей сложных систем ИИ;
- интерпретация данных, критическое мышление, постановка и проверка гипотез;
- работа в технической команде и управление ее ресурсами.

Как применяется ИИ в образовании сегодня?

Этот материал посвящен обзору уже реализующихся в российском образовательном ландшафте примеров применения искусственного интеллекта. Здесь будут рассмотрены кейсы в трех крупных сферах AIEd: интеллектуальных обучающих системах, поддержке совместного обучения и формировании адаптивной учебной группы, а также автоматизации проверки письменных заданий.

ИИ как эволюция учебника: интеллектуальные обучающие системы

Напомним, что интеллектуальная обучающая система строится на трех моделях: области знаний, педагогики и обучающегося. Поскольку ниже будет разбираться кейс проекта «01Математика», кратко проиллюстрируем работу моделей на примере этой точной науки:

- 01 Область знаний.** Эта модель будет содержать сведения о предметной области — например, логарифмах, уравнениях, теоремах и других строго определенных категориях.
- 02 Педагогика.** Здесь будут содержаться представления о способах обучения — задания разных типов, упражнения, тренажеры, а также педагогические методики.

01
<http://sber.me/?p=2kvL4>

Скаффолдинг

(от англ. *scaffolding* — «строительные леса») — это практическое развитие идей Л. С. Выготского о зоне ближайшего развития, которая предполагает обучение через выполнение задач, пока выходящих за рамки возможностей, но посильных при поддержке педагога (или обучающей системы).

Пример

В проекте «Модели персонализированного адаптивного обучения как элементы современной цифровой образовательной инфраструктуры»¹ Центра искусственного интеллекта НИУ ВШЭ в качестве методологической основы рассматривается **скаффолдинг**.

03 Обучающийся. Эта модель будет содержать данные об опыте конкретного обучающегося, а также о похожем опыте других обучающихся.

Интеллектуальная система обучения действует по базовой схеме:

- ▶ использование данных о моделях;
- ▶ адаптивное обучение (строится на основе данных; содержащихся в каждой из моделей);
- ▶ сбор новых данных после адаптивного обучения и их анализ;
- ▶ обновление моделей;
- ▶ переход к шагу 1.

Такая итеративная схема призвана производить постоянные улучшения системы, предоставить индивидуальный опыт каждому обучающемуся, оптимизировать учебные материалы и структуру.

Кейс



Алексей Зайцев

- ▶ PhD in mathematics
Университета Амстердама
- ▶ Член Общественного
совета при Департаменте
образования и науки
города Москвы

Основатель образовательного проекта «01Математика», генеральный директор компании «01Математика образование»

Как ИИ помогает заменить учебник (проект «01Математика»)

«01Математика» – онлайн-система, реализуемая при помощи искусственного интеллекта и адаптивных технологий для персонализированного обучения школьников математике. Сейчас система становится одной из базовых обучающих систем по математике для школ Москвы: к ней подключены 7000 учителей математики, 37 % школ Москвы и около 900 000 школьников.

Авторы контента – лучшие учителя Москвы, лауреаты премий, авторы федеральных учебников, председатели региональных комиссий по ЕГЭ, действующие эксперты ЕГЭ, призеры Всероссийских олимпиад, доктора и кандидаты физико-математических наук.

В образовании, как правило, мы видим два подхода к искусственному интеллекту: система как учитель и система как учебник.

Подход 1. Взять лучшие практики, хорошо их упаковать и сделать их доступными каждому. С философской точки зрения это выглядит как попытка из неживого сделать живое.

Подход 2. Развивать систему как умный учебник — такой, который знает об опыте прошлых пользователей, учитывает его и дает рекомендации на основе многих данных.

Ключевая ценность образования — это контакт между учеником и учителем. Суть математики — в идеях, точности и красоте. Учитель является держателем этих ценностей. Технологии призваны снять с учителя косвенную нагрузку, такую как аналитику и мониторинг, и передать ее системе.

Домашние задания

1 Выбор подтемы

6 класс

- 6.02.03. Умножение трехзначных чисел
- 6.02.04. Умножение больших натуральных чисел
- 6.02.05. Деление натуральных чисел на трехзначные числа
- 6.03. Теория чисел**
- 6.03.01. Признак делимости на 2
- 6.03.02. Признак делимости на 5
- 6.03.03. Признак делимости на 10
- 6.03.04. Признак делимости на 3
- 6.03.05. Признак делимости на 9
- 6.03.06. Признак делимости на 11**
- 6.03.07. Признак делимости на 7
- 6.03.08. Простые и составные числа
- 6.03.09. Понятие степени числа

2 Вид работы

- Адаптивное обучение ≈ 3 мин.
- Практика ≈ 15 мин.
- Контрольная работа ≈ 3 мин.

Если работа была выполнена ранее:

Засчитать

3 Список заданий

#	Подтема	Вид работы	⌚	✉
1	7.03.02. Раскрытие скобок - 2	КР	≈ 17 мин.	✖
2	7.10.03. Геометрия решений системы линейных уравнений	Практика	≈ 33 мин.	✖
			≈ 50 мин.	

4 Срок выполнения

Выполнить Д/З до: 21.10.2021

(исключительно)

Личный кабинет обучающегося в системе «01Математика»

Как устроен искусственный интеллект в системе?

Построение системы можно рассмотреть в соответствии с основными этапами педагогического проектирования адаптивного обучения.

Этап	Схема	Описание и комментарии
Определение поля образовательных результатов	Анализ компетенций → Индикаторы достижения компетенций → Дескрипторы (результаты обучения) → Ядро образовательных результатов	<p>Индикаторы достижения компетенций – это набор характеристик, раскрывающих компетенцию в виде конкретных измеряемых действий.</p> <p>Для каждого индикатора определяются дескрипторы. Дескрипторы – это конкретные и диагностируемые результаты обучения по дисциплине. Они описывают наблюдаемые проявления индикаторов. Формулируются с указанием таксономии целей обучения (например, таксономии Блума); это позволит шкалировать дескрипторы с точки зрения уровней освоения.</p>
Создание профиля обучающегося	Нормативные параметры обучения → Индивидуальные характеристики → Выбор и модификация методик оценки характеристик → Распределение параметров профиля по уровням.	<p>Профиль обучающегося должен быть открыт и модифицируем.</p> <p>В качестве индивидуальных характеристик можно выбрать личностные особенности студентов, их психологические особенности, свойства характера, темперамента, языкового аспекта (уровень знания языка, на котором изучается дисциплина).</p>
Структурирование и создание образовательного контента	Графы и гиперграфы понятий → Термы образовательного контента → Ядро термов дисциплины → Онлайн- и офлайн-компоненты термов	На этом этапе выделяются понятия предметной области. Построение графов и гиперграфов позволит получить последовательность изучения дисциплины и структурировать контент в виде микропорций.
Создание средств диагностики результатов обучения и обратной связи	Средства формирующего оценивания → Средства диагностического оценивания → Средства итогового оценивания → Средства обратной связи	Средства формирующего оценивания определяются для каждого терма; средства итогового оценивания – для каждой совокупности термов.
Построение механизмов управления обучением	Стратегия адаптации контента → Средства вовлечения → Средства персональной обратной связи → Персонализированная адаптивная обучающая система	—
Педагогическая рефлексия	Предварительная оценка результатов педагогического проектирования, в том числе и по результатам коррекции на предыдущих этапах; критическое осмысление проекта.	

Наглядно структуру проекта «01Математика» можно представить следующим образом.



- 01 Взаимодействие с учеником: возможность работы с графиками, распознавание ответов.
- 02 Внутренняя учебная аналитика: аналитика заданий и поведения учеников.
- 03 Взаимодействие с учителем: формирование рекомендаций по длительности заданий, контрольных работ.
- 04 Адаптивная система сопровождает ученика и выдает задания в зависимости от его ошибок.
- 05 Граф связей учебных материалов. Когда у ученика возникает проблема, по графу связей можно определить набор тем, которые, скорее всего, вызвали затруднения и которые необходимо изучить еще раз. Далее система корректирует перераспределяемые веса и коэффициенты на основе схожих случаев других пользователей

Проверка на 3000 пользователей (5–6 класс) показала, что эффективность такого метода высока: 90,28 % учащихся заканчивают курс. Поскольку уровень развития информационных технологий позволяет не только создать качественную обучающую модель по математике, но и сделать ее применение массовым, проект продолжает развиваться.

Формирование адаптивной группы и поддерживающей среды

Одним из активно развивающихся направлений применения ИИ в образовании является поддержка совместного обучения. В Университете 20.35 разработан спектр инструментов и алгоритмов, которые направлены на работу с командами и помогают ответить на вопросы:

- ▶ Как оценить работу каждого участника команды?
- ▶ Как определить эффективность команды?
- ▶ Как понять, помогает ли команда раскрыть участникам свой потенциал, взаимно обучаться и свободно общаться?



**Андрей
Комиссаров**

Директор
направления
«Развитие человека
на основе данных»,
Университет 20.35

Как при помощи ИИ собрать эффективные учебные команды?

Проблема

Зачастую собранные в команду люди не могут сработать. Команда разваливается, так и не достигнув результата. Может ли искусственный интеллект справиться с задачей подбора команды лучше экспертов?

Решение

Исследование работы команд помогло определить критерии эффективности. Далее мы подобрали диагностические инструменты. После диагностики ИИ подбирает участников команды таким образом, чтобы она удовлетворяла максимально возможному набору критериев. Эффективность команд, собранных таким образом, проверяется на данных цифрового следа деятельности.

Для оценки личностных качеств используется адаптированная версия опросника «Большая пятерка личностных черт», в которой оцениваются разные черты личности, например дружелюбие, добросовестность, экстраверсия и т. д. Помимо этого, используется собственный инструмент — оценка ожиданий и избеганий, которая показывает ценностные ориентации человека, — а также картирование профессиональной траектории. Эти инструменты позволяют собрать компетентностный стек и общее коммуникативное поле команды.

Алгоритм подбора команд настраивается по «весу», или важности, пяти критериев.



- ▶ **Гармония навыков.** Фокус представленности в команде всех знаний и навыков, необходимых для выполнения задачи.
- ▶ **Гармония качеств.** Сочетание личностных качеств, обеспечивающее гармоничную работу участников команды.
- ▶ **Гармония ценностей.** Фокус на общем нормативно-ценностном и мотивационном контексте.
- ▶ **Гармония ролей.** Фокус на равномерной представленности ролей, значимых для деятельности.
- ▶ **Гармония интересов.** Фокус на общих интересах и темах для обсуждения.

Далее можно приступить к сбору цифрового следа работы команд и анализировать их **коммуникацию и деятельность**.

Что может быть выделено на основе анализа «сырого» цифрового следа?

- Участие членов команды в образовательных активностях.
- Уникальные термины и семантическое ядро проекта.
- Связь пройденного материала с выполненными задачами.
- Специфика задач, выполненных проектом.
- Оценки экспертов по выполненным задачам и презентациям.
- Регулярность встреч и активность на доске задач.
- Распределение функций внутри команды.
- Специфика коммуникаций внутри команды.
- Вовлеченность и эмоциональный фон в команде.

В качестве источников данных для анализа коммуникации используются чат-логи, хештеги, тональность текста. Для анализа деятельности в источники данных могут входить информация о вовлеченности на мероприятиях, логи из досок задач, рефлексия участников, оценки наставников и т. д.

На основе собранных данных цифрового следа автоматически строятся социальные графы, отражающие нюансы и динамику взаимодействия в группе: коммуникационный и функциональный.

Коммуникационный граф показывает, как люди общаются, функциональный — какие задачи они выполняют, насколько гармонична команда.

Показатели коммуникационного графа

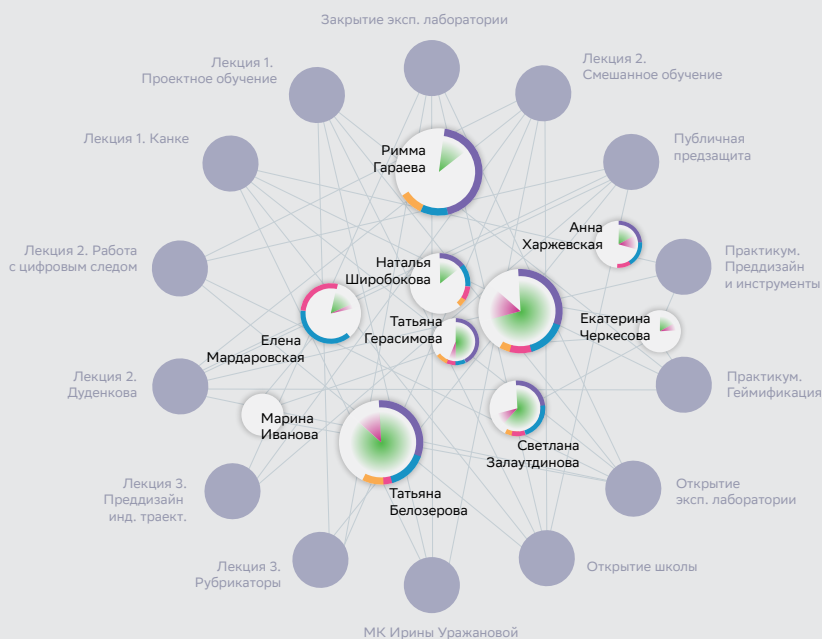
Размер узла — степень участия в общей коммуникации (отношение собственных постов к упоминаниям коллегами).

Близость узлов — кластеры общения; размер и цвет внутреннего свечения — эмоциональность.

Цвет внутреннего свечения — настрой/тональность высказываний в команде.

Цвет внешнего ободка — количество рефлексий, инсайтов, своих идей и уровень управленческой/побудительной коммуникации.

- #рефлексия
- #инсайт
- #цель на день
- #идеи/мысли



Коммуникационный граф

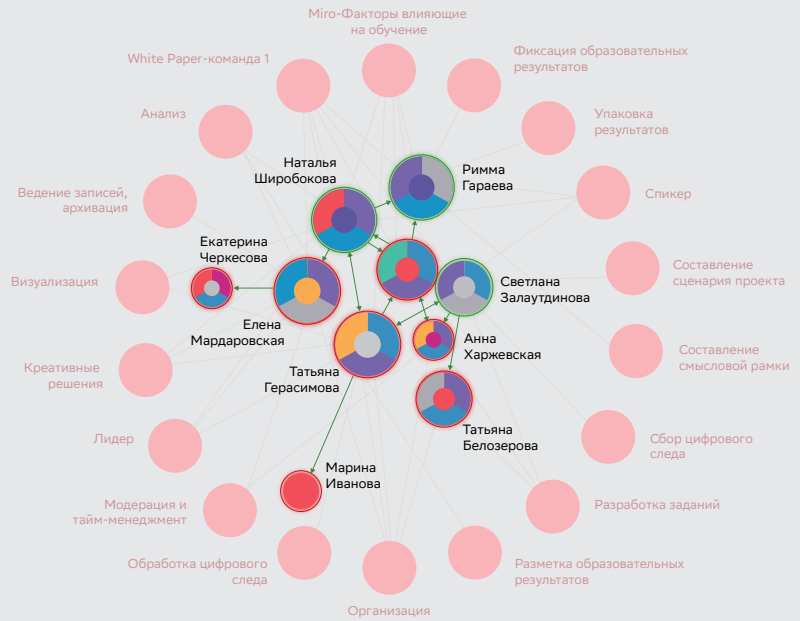
Показатели функционального графа

Размер — полезность участника команды с точки зрения других.

Расстояние — кластеры совместной работы.

Зеленые стрелки — совместное выполнение задач.

Цветным кодом дано понимание своей роли (центр) и роль с точки зрения других (круговая диаграмма); зеленое свечение показывает совпадение собственного понимания роли с ее пониманием другими.



Функциональный граф

Функциональные графы можно строить на основе данных «оценки 360» — инструмента, который позволяет проанализировать взаимную оценку и отношение участников команды к деятельности друг друга при выполнении проекта. Это полезный инструмент самооценки, благодаря которому обучающиеся видят свои сильные стороны и эффективность.

Ниже приведены функциональные графы двух команд, участвовавших в формате «стартап как диплом» в направлении «Искусственный интеллект». Команда слева занималась задачами, связанными почти исключительно с IT, а команда справа — преимущественно анализом рынка, составлением бизнес-модели и т. д.

Видны и недостатки каждой из команд: у левой команды нет фокуса на бизнес-задачах, а у правой — нет фокуса на машинном обучении, разработке, аналитике данных и других важных технических вещах.



«360 оценка» в деятельности

Также можно увидеть, кто в команде был эффективен, а кто нет.

Подобный анализ данных позволяет лучше увидеть взаимосвязи между эффективностью обучения, вовлеченностью в групповую деятельность и степенью выраженности определенных мягких навыков участников команды.

Автоматизация проверки знаний

Автоматическая проверка знаний при помощи искусственного интеллекта может включать в себя как выставление оценок при помощи машинного обучения, так и генерацию тестовых заданий. Еще один пласт применения технологий ИИ в этой области — анализ открытых ответов.

Кейс



**Денис
Федерякин**

Научный сотрудник
и преподаватель,
Институт образова-
ния НИУ ВШЭ

Искусственный интеллект в образовательном оценивании

Мы воплощаем проект, реализующий технологии ИИ в образовательном оценивании.

Выстраивание курса в целом и образовательного оценивания в частности — это очень трудоемкая работа, требующая огромного объема ручного труда. На разработку заданий и проверку открытых ответов тратится основное время преподавателя-методолога.

При клонировании вариантов теста проблема становится еще более острой, а начисление баллов за открытые ответы в крупных масштабах требует непрерывной вовлеченности большого количества экспертов и психометриков. В таком случае для корректной организации проверки необходимы огромные инфраструктурные мощности.

В таких обстоятельствах привлекательным выглядит применение технологий ИИ.

Автоматическая генерация заданий

Автоматическая генерация заданий легко может привести к бессмысленным интерпретациям тестовых баллов.

Методолог, разрабатывая задания «вручную», ориентируется на теоретическую рамку теста, поэтому такие задания измеряют понятные категории. При автоматической генерации заданий можно получить пачку заданий, которые не имеют такой теоретической рамки.

Для решения этой проблемы мы «клонировем» контексты заданий (тексты, над которыми учащимся нужно провести когнитивные действия), не меняя поведенческие индикаторы (сами когнитивные действия).

Кроме того, следует помнить, что автоматическая генерация заданий не обязательно требует применения машинного обучения и искусственного интеллекта.

Пример задания, для клонирования которого не нужно использовать машинное обучение — достаточно простых алгоритмов:

Отметьте слово, в котором выделенная буква обозначает звонкий звук.

- Ⓐ круг
- Ⓑ листы
- Ⓒ скользкий
- Ⓓ просьба

Для автоматической генерации таких заданий коллеги из Лаборатории когнитивных и лингвистических исследований из Государственного института русского языка им. А. С. Пушкина разрабатывают алгоритмы генерации заданий «по правилам».

Пример задания, для клонирования которого используется машинное обучение:

Выберите подходящее начало предложения.

В Голландию я совсем не хотел заходить. Страна эта незначительная и большого интереса не представляет. Там только и есть три значительные вещи: голландская сажа, голландский сыр и голландские селедки.

_____, и я решил завернуть в Роттердам, познакомиться с селедочным делом.

- Ⓐ У них там оно поставлено на широкую ногу.
- Ⓑ Меня как моряка заинтересовало это последнее.
- Ⓒ И свежую селедку морозят.
- Ⓓ Живую селедку можете купить и посадить в аквариум.

Как происходит генерация заданий при помощи машинного обучения?

Для автоматической генерации заданий мы применяем искусственную нейронную сеть `ruGPT-3L` от Сбера с 760 млн параметров. Несмотря на то что она выучила общую структуру русского языка, она требует дообучения под конкретную цель — генерацию текстов для школьных заданий. Для дообучения выбираются тексты, которые используются в наших заданиях (тесты с 5 по 11 класс, по 2 варианта каждого теста, всего около 100 текстов). Следует отметить, что это очень маленький объем данных для такой массивной модели.

01
<http://sber.me/?p=dFKFp>

При дообучении мы используем метод Prompt Tuning (см. публикацию [The power of scale for parameter-efficient prompt tuning](#)¹), который позволяет хорошо работать с маленькими выборками. Он не меняет параметры самой нейросетевой модели, а оптимизирует векторные представления токенов. Проще говоря, метод оптимизирует то, как нейросеть понимает слова, но не сами отношения между словами. Это позволяет существенно улучшить качество текстов для ситуаций, когда тексты должны быть посвящены определенной теме.

Пример текста до дообучения модели

Зеленой листвой одеты деревья. На траве прохладная роса. Пахнет грибами, душистой земляникой. В кустах поет соловей. На вершине холма виднеется избушка на курьих ножках. Из трубы валит белый дымок.

— Соловей-разбойник! Соловей-злодей! — слышится чей-то возмущенный голос. Кто-то срывается с места и гонится за разбойником. Но тот ловко уворачивается от погони и скрывается в густых зарослях кустарника. Через некоторое время из кустов выскакивает еще один преследователь. Он догоняет беглеца и хватает его за шиворот. Разбойник пытается вырваться, но не тут-то было. Ловкие пальцы грабителя крепко сжимают ему горло...

Пример текста после дообучения модели

Я вышел на улицу и увидел, что на снегу лежит большая белая птица. Она лежала на боку, и ее крылья были как будто вдавлены в снег. Я подошел к ней и стал смотреть, как она дышит.

Вдруг птица встрепенулась и стала быстро-быстро перебирать крыльями. Потом она поднялась и улетела.

Автоматическое начисление баллов за задания с открытыми ответами

Количество баллов при оценивании заданий экспертами зачастую зависит от того, к какому эксперту попадет задание — к строгому или лояльному. Так балл начинает зависеть не только от того, что продемонстрировал респондент, но и от случайного шума, не соответствующего цели измерения. В результате снижается не только качество классификации, но и справедливость оценивания.

Поэтому при разработке любых рубрик и критериев для оценки заданий используется большое количество психометрических приемов, призванных оптимизировать оценку и снизить субъективность оценивания.

Например, простое разделение критериев позволяет значительно повысить точность оценки. Это правило хорошо известно в психометрике и является одной из основ составления разметки для моделей машинного обучения. Подробнее об этом можно узнать в научной публикации *Constructing interval variables via faceted Rasch measurement and multitask deep learning: a hate speech application*¹.

01
<http://sber.me/?p=dNg6b>

Пример структуры неоптимальной рубрики

Рубрика «Орфография и синтаксис»:

- 0 баллов — респондент не знает ни орфографию, ни синтаксис;
- 1 балл — респондент знает орфографию или синтаксис;
- 2 балла — респондент знает и орфографию, и синтаксис.

Пример структуры более оптимальных рубрик

Рубрика «Орфография»:

- 0 баллов — респондент не знает орфографию;
- 1 балл — респондент знает орфографию.

Рубрика «Синтаксис»:

- 0 баллов — респондент не знает синтаксис;
- 1 балл — респондент знает синтаксис.



**Андрей
Комиссаров**

Директор
направления
«Развитие человека
на основе данных»,
Университет 20.35

Как обработать рефлексию студентов?

«Цифровые профессии» – проект, призванный повысить доступ для населения к таким цифровым специальностям, как программирование, аналитика, интернет-маркетинг и т. д. Курсы для проекта предоставляют различные образовательные организации – как государственные, так и коммерческие.

Проблема

Как оценить эффективность отдельно взятого курса, если описание и структура у всех примерно одинаковые?

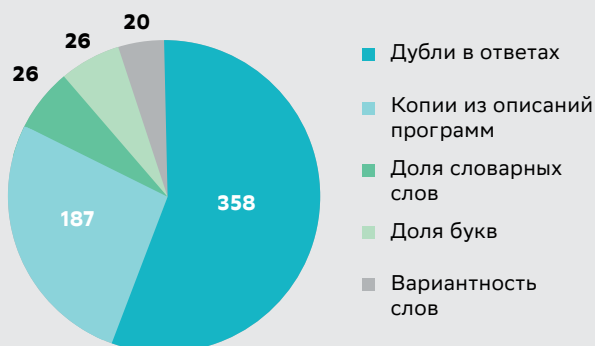
Решение

Сбор цифрового следа обучающихся в виде рефлексии после каждого пройденного модуля и анализ при помощи нейросемантической сети.

Собираемая рефлексия состояла из трех простых вопросов, которые помогали вспомнить содержание модуля, выделить наиболее запоминающиеся элементы и подумать над тем, как пройденные темы можно применить в дальнейшей деятельности. В проекте участвовало несколько сотен тысяч обучающихся, каждый из которых предоставил рефлексию по нескольким модулям каждого курса.

Безусловно, данные рефлексий необходимо предварительно обработать: дело в том, что некоторые студенты копируют рефлексии друг у друга или из описания модуля, оставляют слишком короткие ответы и т. д.

Выявленные проблемы рефлексий
(на момент последней проверки)



Доля проблем с рефлексиями
только по неоплаченным студентам



Шаги алгоритма нейросемантической сети:

- 01 Построение рубрикатора терминов по каждой тематике.
- 02 Фильтрация и отделение «трендов» (наиболее часто встречающихся терминов).
- 03 Фильтрация на «водность» и «шум».
- 04 Автоматическое распределение по количеству релевантных (тематике курса) терминов, приведенных в каждой рефлексии.
- 05 Поиск терминов, не указанных в описании курса.

Отсеив «проблемные» рефлексии, мы смогли выявить такой показатель, как **информативность** рефлексии.

Если в рефлексии по курсу в среднем много слов и словосочетаний, связанных с тематикой курса и учебного материала, рефлексия считается информативной.

По этим данным мы можем судить о том, насколько полезным считают курс студенты. Кроме того, становится понятно, что именно и в каком объеме усваивают обучающиеся.


В результате у двух курсов с похожим описанием и на первый взгляд идентичным содержанием показатель информативности может существенно отличаться. Проанализировав весь массив цифрового следа, мы смогли составить подробный рейтинг самих курсов и провайдеров. Так была существенно повышена эффективность обучения следующего потока и увеличен ROI курсов.

Также рефлексии значительно (более чем на 45 %) обогатили рубрикатор курсов, что необходимо для грамотной разметки и использования их в рекомендательных движках при построении индивидуальных траекторий.

Выводы

Как видно из представленных кейсов, не всегда в целях снижения рутинной преподавательской и методической работы требуются сложные системы, алгоритмы и модели. Порой достаточно простых алгоритмических решений, например нейросемантической сети или построения социальных графов.

Еще один важный нюанс заключается в том, что, вопреки расхожим представлениям, порой большое количество данных и параметров может обернуться негативными последствиями для нейросетевой модели, как заметно из кейса НИУ ВШЭ по автоматической генерации заданий. В таких случаях требуется дообучение модели на небольшом объеме данных.



Как решения ИИ и учебная аналитика помогают педагогическому дизайнеру?

Большие данные помогли педагогическим дизайнерам быстро, непрерывно и в полном объеме регистрировать обширный массив наблюдений за процессом обучения, поведением и успеваемостью обучающихся.

Однако пока еще остаются актуальными проблемы, свойственные традиционному процессу педагогического дизайна, не привлекающему прорывные технологии:

- 01** Долгий цикл обратной связи. Анализ поступающей от обучающихся информации производится не непрерывно в ходе обучения, а в конце.
- 02** Скучность данных. Далеко не все обучающие системы собирают полновесный цифровой след, опираясь на привычные данные опросов и оценок.

Получается, что, с одной стороны, существует технологическая возможность для непрерывных процессов улучшений и оптимизации учебной деятельности, но вместе с тем она остается недоступной многим разработчикам образовательных программ.

Причин тому может быть несколько:

- ▶ дефицит «коробочных» решений, которые позволили бы быстро подключить систему интеллектуального анализа и использовать ее на своих программах;
- ▶ высокие технические требования (не каждый методолог или педагогический дизайнер владеет статистическими методами или алгоритмами анализа данных);
- ▶ некоторая ригидность мышления при внедрении инновационных подходов, страх перед новыми комплексными инструментами.

Методы интеллектуального анализа обширного массива образовательных данных выявляют взаимосвязи и скрытые закономерности, которые потенциально могут улучшить процесс обучения. Однако без подходящих сервисов с понятным пользовательским интерфейсом, созданных для решения специфических в сфере образования задач, такие продвинутые методы остаются недоступными разработчикам образовательных решений.



Елена Другова

→ Научный сотрудник, руководитель лаборатории «Дизайн обучения в высшем образовании» Института образования НИУ ВШЭ

→ Преподаватель магистерской программы «Педагогическое образование» НИУ ВШЭ

→ Автор и руководитель программы ДПО «Педагогический дизайн в смешанном обучении»

Подробнее об аналитике образовательных данных читайте в выпуске журнала EduTech «Аналитика обучения: о чем молчат данные».

В последние годы возрастает роль искусственного интеллекта и учебной аналитики в образовании. Этому способствовали интенсификация использования виртуальных обучающих сред и рост количества и качества данных для возможного анализа.

Учебная аналитика — это измерение, сбор, анализ и представление данных об учащих и окружающем их контексте с целью понимания и оптимизации обучения и среды, в которой оно происходит. Она позволяет преподавателям, педагогическим дизайнерам и администраторам виртуальных учебных сред находить скрытые паттерны и лежащую в их основе информацию о процессе обучения.

ИИ и учебная аналитика пересекаются, например, в такой технологии, как интеллектуальный анализ образовательных данных (Educational Data Mining, EDM).

01

<http://sber.me/?p=t677c>

Вопросами применения ИИ для образовательного проектирования и обработки учебной аналитики задались в НИУ ВШЭ. С 2022 года реализуется проект «Разработка рекомендательной информационно-сервисной платформы Instructional Design Dashboards»¹.

Проект предполагает применение на практике результатов проведенных исследований и создание таких информационных панелей (дашбордов) для преподавателей, которые бы помогли на основании методов ИИ и анализа данных о курсе совершенствовать его составляющие (например, задания, их последовательность, сложность).

Работа с фокус-группами и онлайн-опрос помогли определить, какие этапы проектирования курсов и какие составляющие курсов вызывают наибольшие затруднения у преподавателей.

Выявились следующие проблемы.

- Преподаватели не доверяют студенческим оценкам преподавания, поскольку данные могут быть субъективны. В отсутствие альтернатив преподаватели полагаются на самостоятельное анкетирование студентов или даже ищут информацию в социальных сетях.
- Есть запрос на дополнительные источники данных, которые помогли бы принять обоснованные решения.
- Фиксируется цифровая «непрозрачность». Преподавателям сложно понять, как студенты взаимодействуют в цифровой среде, насколько они вовлечены.

Выявлены следующие практические запросы со стороны преподавателей.

- Отслеживание последовательности тем в рамках схожих курсов, последовательности курсов в рамках программы для логичного и согласованного преподавания.
- Отслеживание нагрузки на студента (согласованность расписания дедлайнов для более равномерной нагрузки).
- Отслеживание студентов в зоне риска.
- Отслеживание активности студентов в цифровой среде.
- Автоматизация рутинных процессов проверки заданий.
- Снижение проблемы плагиата и списываний в цифровой среде.

Конечно, все эти запросы удовлетворить одновременно не способен ни один дашборд, и сейчас проект находится на стадии разработки концептуальной модели, решающей несколько задач.

В этой работе нас вдохновляют примеры уже разработанных и описанных в исследовательской литературе решений на основе искусственного интеллекта, помогающих совершенствованию педагогического дизайна учебных курсов. Ниже приведем несколько примеров.

Для удобства предлагаем распределить эти решения по этапам одной из базовых моделей педагогического дизайна ADDIE.

Как же могут решения ИИ помочь на разных этапах педагогического дизайна?

Этап ADDIE	Описание этапа	Возможные сложности	Пример
Анализ	<ul style="list-style-type: none"> ● Определение ожидаемых результатов обучения – реалистичных, согласованных между собой и со всей образовательной программой, декомпозируемых на более мелкие компетенции и навыки. ● Проектирование суммирующего оценивания, которое призвано проверить достижение этих результатов. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Нечеткое понимание целевой аудитории, ее особенностей, запроса. ● Затруднения при формировании результатов оценивания и соответствующих оценивающих мероприятий. ● Дефицит данных о студентах и отсутствие данных о прохождении курса. 	<p>Прогностическая модель выбора курса студентами¹</p> <p>Информационная система для студентов хранит множество данных, касающихся зачисления студента на предыдущие курсы, совокупного среднего балла, а также демографические данные (например, пол и страна происхождения), потенциальные карьерные цели (например, предметная область специализации), расписание курсов, демографические данные преподавателей и оценки. Эти данные используются для создания прогностической модели. Она может помочь создать более полную картину целевой аудитории курса у его проектировщика.</p> <p>01 http://sber.me/?p=v9cvm</p>
Дизайн	<p>Планирование стратегий преподавания, учебных занятий, их последовательности, предназначения относительно достижения того или иного результата обучения.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Неопытность преподавателя / педагогического дизайнера, его непонимание специфики разных видов учебной активности и особенностей их проектирования. ● Если результаты обучения на предыдущем этапе были сформулированы недостаточно корректно (слишком абстрактно или нереалистично), на данном этапе вызовет затруднения их перевод в учебные занятия и задания. 	<p>Система полуавтоматической сборки курса²</p> <p>Система помогает выстроить последовательность занятий, подобрать соответствующие учебные ресурсы. Базируется на анализе педагогических паттернов, извлекаемых из планов учебных курсов из разных онлайн-источников. В основу рекомендаций ложатся повторяющиеся паттерны.</p> <p>02 http://sber.me/?p=b1VQH</p>

Разработка

Подбор или создание необходимых для достижения результатов обучения и реализации запланированных учебных ресурсов – как самих материалов, так и инструкций, примеров.

- Устаревание образовательного контента.
- Недостаток или, наоборот, избыток образовательного контента.
- Сложность доступа к контенту (неудобно спроектированный электронный курс).

Платформа автоматического сбора тематической информации на основе NLP¹

Платформа автоматически собирает информацию из разных источников и предоставляет студентам только актуальные новости в области финансов и экономики. Методом кластеризации отбираются новости, затем они сортируются по степени важности и дате. Пользователи платформы могут выбрать курс и тему, по которым они хотят видеть актуальные новости.

01
<http://sber.me/?p=hBf6D>

Реализация

Реализация задуманного и спроектированного курса в конкретной аудитории со всеми возникающими по ходу поправками.

- Необходимость отслеживать учебный прогресс, вовлеченность.
- Необходимость учитывать индивидуальные потребности учащихся, помогать в решении возникающих учебных запросов.

Диалоговый чат-бот²

Помощник студента EconBot, применяемый с 2017 года в курсе по экономике. С помощью алгоритмов ИИ чат-бот взаимодействует со студентом: предлагает подписаться на полезные уведомления, дает ссылки на необходимые учебные материалы, высылает упражнения, тесты и видео по курсу, делится важной административной информацией. Как показали опросы, студенты предпочитают такую коммуникацию чатам и форумам.

02
<http://sber.me/?p=QX6nc>

Платформа для самооценки через тестирование³

Платформа использует данные из профилей студентов и адаптируется под разные уровни знаний, подбирая определенный уровень сложности вопросов. Самооценка позволяет студентам оперативно выявлять и восполнять пробелы в знаниях, что благотворно действует на мотивацию. Преподавателям платформа дает дополнительные данные для мониторинга прогресса студентов.

03
<http://sber.me/?p=6rqNH>

Оценивание

Оценка качества курсов через опросы студентов, формы самооценки, данные учебной аналитики.

Данных к этому моменту уже накоплено достаточно, и решений, способствующих оцениванию, должно быть предложено много. Однако таких решений в настоящее время описано мало; возможно, это связано с низким запросом на оценивание качества курсов.

Совместный инструмент интеллектуального анализа образовательных данных¹

Инструмент основан на анализе ассоциативных правил и предназначен для постоянного улучшения электронных курсов. Он позволяет преподавателям, курсы которых имеют аналогичные профили, обмениваться важной информацией и оценивать обнаруженную информацию. Преподаватель может сосредоточиться на анализе полученных результатов и принятии решений о том, как улучшить свой электронный курс.

01

<http://sber.me/?p=n64hB>

Выводы

Как видно, искусственный интеллект и обработка с его помощью учебной аналитики применяются на разных этапах образовательного проектирования и имеют большие перспективы: давать персонализированную и своевременную обратную связь как студентам, так и преподавателям; поддерживать развитие важных навыков, таких как сотрудничество, критическое мышление, творчество, рефлексия; предоставлять эмпирические данные об успехе примененных педагогических инноваций; делать учебный процесс более прозрачным, видимым.

Искусный или искусственный: существуют ли ограничения при внедрении технологии AIED?

При активном внедрении любой новой технологии возникают сомнения и опасения, и это нормально. Еще Абрахам Маслоу в своем труде «Психология бытия» (1968 г.) отмечал¹, что взрослым людям свойственна тревога перед новым знанием, связанная с потребностью в безопасности.

01
<http://sber.me/?p=gq85L>

Однако это свойство разума – естественное сопротивление неизведанному – помогает нам избежать множества ошибочных и необдуманных решений.

В этом материале дается краткий обзор проблем и вопросов, связанных с применением ИИ в образовании.

Заменит ли ИИ учителя?

Разговоры об искусственном интеллекте обрастают различного рода мифами и страхами. Самым распространенным, пожалуй, является страх отдать под руководство компьютерным алгоритмам одну из важнейших ценностей современного мира – обучение, воспитание, трансляцию культуры и опыта, то есть образование. Однако сегодня этот страх является, пожалуй, самым отрефлексированным и отходит на второй план.

01
<http://sber.me/?p=p1699>

В статье Why Artificial Intelligence will Never Replace Teachers² говорится о том, что не стоит опасаться замены профессии преподавателя искусственным интеллектом:

«ИИ не может создавать, осмыслять или управлять сложным стратегическим планированием; не в состоянии выполнять сложную работу, которая требует точной координации, не умеет ориентироваться в неизвестном или неструктурированном пространстве и тем более неспособна, в отличие от людей, чувствовать, сочувствовать и сострадать... На это способен только человек. Поэтому в будущем на преподавателей останется большой спрос».

Не делегируем ли мы ИИ способность мыслить?

В аналитической записке ЮНЕСКО «Искусственный интеллект в образовании: изменение темпов обучения»¹ упоминается такая грань риска, как зависимость от технологий: если часть когнитивных функций делегируется системе, не ослабнут ли наши собственные способности мыслить?

01
<http://sber.me/?p=b6NTr>

«Не утрачивают ли учащиеся, предпочитающие использовать клавиатуру компьютера, каллиграфические навыки? Не утрачивают ли те, кто выполняет вычисления с помощью электронной таблицы или калькулятора, навык считать в уме? Не повлияло ли использование навигатора для определения маршрута на нашу способность ориентироваться в пространстве — в буквальном смысле слова, «искать свой собственный путь»? По мере того как эти технологии становятся всё совершеннее и эффективнее, более важным оказывается осознание того, в каком направлении мы хотим двигаться».

Ответом на подобное сомнение может послужить призыв к осознанному и целенаправленному применению технологий. Нельзя отдать всю когнитивную сферу обучения искусственному интеллекту и алгоритмам. Машине нужны четкие координаты и прописанные условия. Помимо этого, алгоритм не умеет сочувствовать, сострадать, ему несвойственна эмпатия. Поэтому необдуманное делегирование задач даже совершенной технологии может привести к социальному одиночеству человека.



**Андрей
Комиссаров**

Директор
направления
«Развитие человека
на основе данных»,
Университет 20.35

Применяя ИИ к той или иной задаче, всегда необходимо знать ответ на вопрос, зачем мы это делаем. Не нарушаем ли мы важный педагогический процесс, бездумно передавая ИИ, например, чтение художественной литературы, а себе оставляя только работу с кратким содержанием книги?

Нужно помнить, что цена решений ИИ может быть очень высока — от этого может зависеть будущее ребенка, студента, любого обучающегося. Поэтому во многих задачах разумнее применять элементы искусственного интеллекта под внимательным и взвешиваемым контролем человека-преподавателя.

Хорошо ли научит ИИ?

01

<http://sber.me/?p=pbr13>

Авторы книги «Искусственный интеллект в образовании»¹ выделяют следующие актуальные и потенциальные проблемы при использовании ИИ:

- 01** Участие студентов в собственном обучении может снижаться. Особенно это важно в обучении взрослых, где ведущая роль в организации процесса обучения принадлежит самим обучающимся. Они теряют такую возможность, если содержимое обучения, его структуру и последовательность будут определять только алгоритмы и модели ИИ.
- 02** Спектр педагогических подходов ограничивается. Ограничение связано с пунктом выше. Поскольку решения принимает система, могут остаться в тени важные педагогические практики, например совместное обучение, неформальное обучение и т. д.
- 03** Автоматизация обедняет знания. Легче всего автоматизировать получение фактологической информации, которая не является приоритетной для эффективного обучения и переноса знаний на практику. Сложнее автоматизировать процессы обучения на уровне мышления, анализа и синтеза информации, оценки полученных знаний.

Может ли алгоритм быть предвзятым?

Существуют опасения, что невозможно абсолютно объективно отобрать данные для обучения моделей. Кроме того, неверное решение, принятое алгоритмом, может негативно повлиять на усвоение знаний, их контроль или даже дальнейшую судьбу обучающегося (например, в случае принятия решения о зачислении или отчислении² студента).

02

<http://sber.me/?p=9fK6C>

01

<http://sber.me/?p=GPr1w>

В статье *How (And Why) Ed-Tech Companies Are Tracking Students' Feelings*¹ авторы рассматривают примеры ИИ-систем, распознающих эмоции обучающихся в классе с целью повышения качества обучения и выявления уровня их вовлеченности. Некоторые эксперты находят использование таких систем негативным и неэтичным: потенциальное создание напряженной атмосферы (постоянная слезка в процессе обучения) может ухудшить психическое здоровье участников обучения.

Цель подобного анализа и сбора данных — «улучшать обучение, научив программу точно определять, когда обучающиеся счастливы, вовлечены или же им скучно». Однако подобный сбор данных находится на грани оценки психического здоровья, и обучающиеся в таком случае могут восприниматься как потенциальные пациенты.



**Денис
Федеркин**

Научный сотрудник
и преподаватель,
Институт образова-
ния НИУ ВШЭ

Неинтерпретируемые человеком системы ИИ не могут применяться для решений с высокими ставками — требования GDPR прямо об этом говорят (General Data Protection Regulation, Общий регламент по защите данных). Поэтому в Европе решения о стоимости страховки, выдаче кредита, судебные приговоры не могут выноситься чистым ИИ. Тренировка таких моделей остается исключительно академическим упражнением.

Доступен ли ИИ?

Эффективность применения ИИ зависит от доступности пользователям устройств, на которых будут реализованы алгоритмы. Несмотря на то что интернет становится всё доступнее с каждым годом, остаются регионы (как в мире, так и в России) и обстоятельства, в которых целое домовладение или семья пользуется одним мобильным устройством. В таком случае можно говорить и о некорректно собранных данных о таких учащих, и о неравенстве доступа к системе.

Как сохранить конфиденциальность?

Если мы говорим о применении искусственного интеллекта для реализации концепции *lifelong learning* как о сопровождении в виде персонального умного помощника на протяжении всей жизни, следует учитывать и связанные с такой близостью к личным данным опасности.

Поскольку такой помощник опирается на постоянно пополняющиеся личные данные о пользователе, необходимо озаботиться вопросами безопасности, прозрачности работы алгоритмов и конфиденциальности данных.

Какие данные собираются? Как они хранятся? Кто ими владеет? Кроме того, системы хранения данных могут быть подвержены взлому или неэтичным манипуляциям — кто несет ответственность за их использование и обработку?



Андрей Комиссаров

Директор
направления
«Развитие человека
на основе данных»,
Университет 20.35

Крайне важна прозрачность: следует применять ИИ там, где мы можем увидеть, как и почему он принял то или иное решение.

Важно сделать так, чтобы наши выборы и ошибки, наши эмоции помогли ИИ сделать образование более эффективным, реализовать свой потенциал и быть счастливыми людьми.

Выводы

Применяя искусственный интеллект в обучении, мы находимся на стыке трех сфер: работы с большими данными, компьютерными вычислениями и ценностями образования. Необходимо заранее озаботиться этическими вопросами, чтобы снизить возможные риски возникновения ошибок и злонамеренного использования.

В книге «Искусственный интеллект в образовании» перечислены актуальные этические проблемы, связанные с применением технологий AIED:

- каковы критерии этически приемлемой технологии AIED;
- как преходящий характер целей, интересов и эмоций обучающихся или учащихся влияет на этику использования AIED;
- каковы этические обязательства частных организаций (разработчиков продуктов AIED) и государственных органов (школ и университетов, занимающихся исследованиями AIED);
- каким образом участники образовательного процесса могут отказаться или оспорить то, как их личная информация отображается в больших наборах данных;
- каковы этические последствия невозможности узнать цепочку «глубоких» решений AIED (например, при использовании многоуровневых нейронных сетей).

На эти вопросы необходимо искать ответы в диалоге между представителями всех секторов, участвующих в разработке, реализации и поддержке ИИ-решений в образовании.

Полезные ссылки

Статьи, отчеты, публикации



Искусственный интеллект в образовании: изменение темпов обучения. Аналитическая записка ИИТО ЮНЕСКО (2020)

<http://sber.me/?p=13dTf>

Автор публикации Стивен Даггэн обладает 30-летним стажем в сфере образования, ранее занимал пост директора Всемирной стратегии образования в корпорации «Майкрософт». В заметке описаны возможности, которые дает искусственный интеллект, а также этические аспекты, вызовы и ограничения, связанные с его применением в образовании.

Р. Лакин, У. Холмс и др., Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education (2016)

<http://sber.me/?p=vMd6R>

Брошюра написана коллективом авторов Университетского колледжа Лондона и компании Pearson. Издание адресуется всем, кто интересуется применением искусственного интеллекта в обучении и направлениями его развития в будущем.

Шелли Фэн, «Заменит ли нас искусственный интеллект?»

<http://sber.me/?p=F1NkG>

Нейробиолог из Калифорнийского университета в своей книге ищет ответы на острые этические вопросы, поднимаемые при размышлениях об искусственном интеллекте: сможет ли ИИ вытеснить людей? способен ли он преобразовать общество? какие опасности он в себе таит?

У. Холмс, М. Бялик, Ч. Фейдел, «Искусственный интеллект в образовании. Перспективы и проблемы для преподавания и обучения» (2022)

<http://sber.me/?p=MGT33>

Детальное издание, покрывающее широкий спектр тем — от технологий и алгоритмов искусственного интеллекта, истории его развития и его развития в области образования до конкретных сфер применения в целях обучения. Книга сопровождается приложениями с описанием кейсов применения ИИ в России.

International Journal of Artificial Intelligence in Education

<http://sber.me/?p=9Kz46>

Международное научно-периодическое издание посвящено исключительно работам, связанным с вопросами прикладного применения ИИ в образовании. Публикации покрывают такой спектр тем, как архитектура обучающих ИИ-систем, организация обучающих сред, создание умных помощников и интерфейсов естественного языка и т. д.

Computers & Education

<http://sber.me/?p=tGSX1>

Международное научно-периодическое издание более широкой тематики по сравнению с предыдущим, однако в связи с развитием технологий здесь публикуется множество статей, посвященных именно ИИ. Ключевой интерес издания состоит в поисках ответа на вопрос, каким образом технологии способствуют развитию педагогических подходов.

Над номером работали

Вячеслав Юрченков,

руководитель проекта,
начальник Центра развития
образовательных технологий,
СберУниверситет

Дмитрий Курганов,

главный редактор, ведущий
специалист Центра развития
образовательных технологий,
СберУниверситет

Редакторы

Люся Ширшова,
Екатерина Толкачева

Корректор

Татьяна Соловьева

Дизайнер-верстальщик

Александра Евдокимова

Арт-директор

Михаил Челяденков

Менеджмент

Мария Челяденкова,
Елена Головастова

Обратная связь

Комментарии, вопросы,
предложения о сотрудничестве

cu-conference@sberbank.ru

СберУниверситет

ул. Университетская, вл. 11,
д. Аносино, Истринский р-н,
Московская обл., 143581

EduTech информационно-
аналитический журнал
© СберУниверситет, 2022

Не является периодическим
печатным изданием

№ 4 [49], 2022

Журнал EduTech – это проект профессионального сообщества EduTech Club СберУниверситета.

Мы открыто делимся лучшими практиками со всеми, кто интересуется современными подходами в образовании.

Участники сообщества:

- ▶ изучают журнал с практиками экспертов по внедрению образовательных технологий;
- ▶ участвуют в мероприятиях сообщества;
- ▶ читают дайджест с подборкой трендов и практических рекомендаций;
- ▶ обращаются за новыми терминами к словарю-справочнику по корпоративному обучению;
- ▶ выбирают в каталоге приложения для разработки контента и проведения обучения.

Сообщество EduTech Club
sberuniversity.ru/edutech-club/



ISBN 978-5-6048233-3-0



9 785604 823330