

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
Посвящения и благодарности	9
Введение. Контекст	11
Что	13
Как	16
Роль оценивания	17
И наконец... ..	17

ЧАСТЬ 1

Чему нужно учиться? Влияние ИИ на учебную программу	19
Цель образования	19
Базовые знания:	
чему необходимо учиться?	25
Обзор основных понятий	25
Создание смысла и роль алгоритмов	30
Ключевые понятия	51
Какие материалы необходимо добавить в программу	74
От какого учебного материала следует избавиться	77
Практические соображения	81
Выводы	83

ЧАСТЬ 2

Как: Перспективы и проблемы обучения и преподавания	85
ИИ в образовании	87
История искусственного интеллекта	89
Техники и терминология, применяемые в ИИ	92
Как ИИ работает в образовании	98
Практическое применение ИИ в образовании.	
Интеллектуальные системы обучения	106

ОГЛАВЛЕНИЕ

Обучающие системы на основе диалога.....	118
Исследовательские среды.....	124
Автоматическое оценивание письма.....	131
ИИ в образовании — предварительные выводы.....	163
Социальные последствия применения ИИ в образовании.....	167
Приложение 1.....	179
Связи между учебными темами и базовыми научными концепциями.....	179
Эволюция контента.....	182
Сквозные темы.....	186
Приложение 2.....	193
Что такое ИИ?.....	193
ИИ сегодня.....	203
Технологии искусственного интеллекта.....	209
Технологии и термины, принятые в области ИИ.....	211
О ЦПУП.....	226
Приложение 3.....	231
Алгоритмы искусственного интеллекта в российском образовании. Практика Университета 2035.....	231
Об авторах.....	262
Примечания.....	264

ПРЕДИСЛОВИЕ

Термин «искусственный интеллект» прочно вошел в нашу жизнь в конце XX — начале XXI века. Уже никого не удивить умными алгоритмами, обыгрывающими гроссмейстеров в шахматы и выявляющими нарушителей дорожного движения даже в самую «нелетную» погоду. Но в сфере образования, в этой твердыне традиций и классических подходов, проявления искусственного интеллекта все еще носят в основном словесный характер. Лозунги, призывы, стратегии и дорожные карты всех видов возносят алгоритмы на основе искусственного интеллекта на знамя цифровой трансформации, но... когда речь заходит о реальных действиях, реальных данных и реальной разработке, тут-то и начинаются вопросы. Как принимать решения на основе огромных массивов данных? Как создавать и автоматизированно обновлять рубрикаторы? Как строить индивидуальные траектории и как грамотно разводить индивидуальные и групповые данные цифрового следа? Ответам на эти и многие другие вопросы посвящена деятельность АНО «Университет Национальной технологической инициативы 2035». В предложенной нами главе, в дополнение к труду ведущих мировых экспертов, специалисты научно-исследовательского направления и направления работы с данными Университета 2035 раскрывают специфику разработки и развития элементов искусственного интеллекта, применяемых в образовании, делятся лучшими практиками и приоткрывают завесу тайны над тем, что же действительно скрывается за так хорошо знакомым термином «искусственный интеллект в образовании».

Нина Олеговна Яныкина,
Ректор Университета 2035
ede@2035.university

ПОСВЯЩЕНИЯ И БЛАГОДАРНОСТИ

От Уэйна

Трейси, Кейт и Оливеру — спасибо, что вы есть в моей жизни. Моим друзьям и коллегам Дениз, Диего, Дагу, Дуйгу, Эйлин, Иг, Джульетте, Каске, Лори, Манолису, Марии, Марку Г., Марку Н., Роуз, Сейджи и Стаматине — спасибо за вашу доброту, советы и поддержку.

От Майи

Ученикам, которые спрашивали меня «Зачем это учить?», и тем, кто будет задавать этот вопрос и дальше, до тех пор, пока система образования не изменится.

Моим учителям, особенно моему отцу, который научил меня думать образно и критически. И всем учителям, которые стремятся сделать обучение осмысленным.

От Чарльза

Будущему великодушному ИИ (запомни меня!;-)

Бесчисленному множеству людей, жаждущих полноценной жизни, — вы мой лейтмотив, спасибо вам!

(В алфавитном порядке) Алин, Кэрол и Натали за их любовь — люблю вас всем сердцем.

Эллен Кошланд за доверие и дух товарищества.

Клоду Крузу, моему партнеру по Neurodyne* во время «ледникового периода» в эволюции искусственного интеллекта**.

Моим замечательным соавторам за их огромное терпение и значительный профессиональный вклад.

Авторы также хотели бы поблагодарить всех рецензентов за их добрые слова о книге.

Центр перепроектирования учебных программ (ЦПУП) благодарит коллег за идеи и вклад в написание книги и сотрудничество (в алфавитном порядке по фамилии):

Джона Абея, семью Альфондов (Барбару, Билла, Джастина, Кэт, Теда), Ли Батчелора, Мишель Брунигес, Аннамарию Диниз, Пэт Фаренгу, Эрона Гьони, Брендана Гриффена, Дэнни Хиллиса, Джима Кошланда, Шиву Кумари, Роуз Лакин, Летицию Лайл, Рика Миллера, Анри Мозеру, Аттилио Оливу, Грега Пауэлла, Роберта Рэндалла, Тодда Роуза, Кэти и Гарри Рубин, Кортни Сал-Росс, Брора Саксберга, Андреаса Шлейхера, Моргана Сильвер-Гринберга, Рэя Стату, — и все фонды, которые нас поддерживают.

Искренняя благодарность всем авторам, чьими работами мы пользовались в качестве источников информации. Ваш вклад в некоммерческую образовательную работу поистине неоценим, и мы неукоснительно соблюдаем ваши авторские права.

* Neurodyne — стартап в области машинного обучения, одним из создателей которого был Чарльз Фейдл. — Здесь и далее *прим. ред.*

** «Ледниковым периодом» ИИ назывался период падения интереса к машинному обучению и соответственного падения финансирования исследований в области ИИ во второй половине 80-х годов XX века.

КОНТЕКСТ

Искусственный интеллект (ИИ) — важнейшая технология первой половины XXI века, способная преобразовать буквально каждую отрасль индустрии, если не весь человеческий труд в целом¹. Коммерческие компании и государственные учреждения по всему миру вкладывают огромные деньги в применение ИИ для решения самых разнообразных задач и инвестируют миллиарды долларов в десятки стартапов (рис. 1).

Было бы наивным полагать, что ИИ не повлияет на образование — наоборот, его применение сулит грандиозные возможности, хотя сейчас вокруг этой технологии поднято слишком много шума. В книге мы пытаемся сохранить баланс между

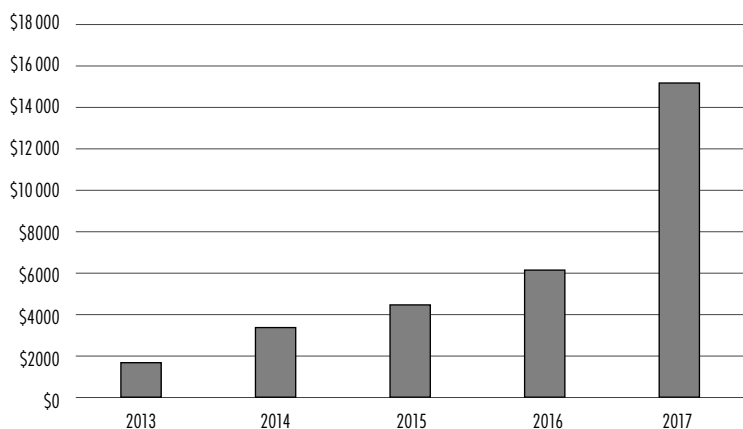
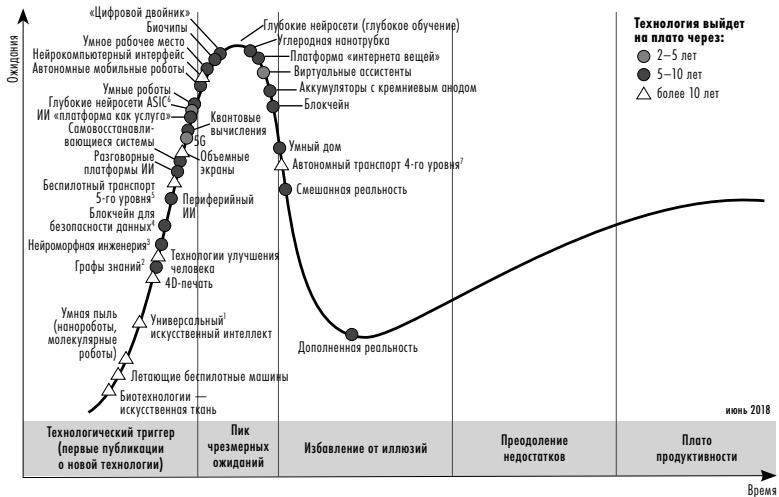


Рис. 1. Финансирование ИИ-стартапов по всему миру с 2013 по 2017 год (в миллионах долларов США). Источник: Statista²

реальностью и фантазиями (на диаграмме Гартнера*, рис. 2), то есть между нынешним потенциалом и безумными экстраполяциями. Каждая новая технология проходит этап быстрого роста популярности и возлагаемых на нее надежд, за которым



- 1 Универсальный ИИ называется искусственный интеллект, обладающий сознанием, сходным с человеческим. О практическом содержании этого термина до сих пор ведутся дискуссии.
- 2 Граф знаний — способ представления системы знаний в виде математического графа, вершинами которого являются элементарные знания, а ребрами — связи между ними. — Прим. ред.
- 3 Под этим термином подразумеваются вычислительные средства, имитирующие работу нервной системы.
- 4 Технология блокчейна позволяет эффективно контролировать целостность данных, предотвращая их незаметное изменение. Будучи примененной в таких щекотливых областях, как подсчет голосов на выборах или земельные кадастры, потенциально она способна свести к нулю возможные злоупотребления.
- 5 Пятый уровень автопилота означает готовность транспортного средства к полностью автономному передвижению без каких-либо ограничений.
- 6 ASIC, application-specific integrated circuit, интегральная схема специального назначения: интегральные схемы или целые специализированные вычислительные устройства, обладающие в сравнении с компьютерами общего назначения чрезвычайно высоким быстродействием при выполнении строго определенных операций.
- 7 Четвертый уровень автономности транспорта означает, что транспорт может двигаться автономно значительную часть времени, не требуя реакции водителя, но в некоторых случаях для продолжения движения требуется человеческое вмешательство.

Рис. 2. Диаграмма Гартнера. Источник: Gartner Inc.³

* Американское консалтинговое агентство Gartner на протяжении четверти века ежегодно выпускает так называемую Gartner Hype Curve, график общественных ожиданий от той или иной технологии.

неизбежно следует резкое падение, когда технология не оправдывает ожиданий, но затем снова происходит рост, уже более медленный, по мере развития технологии и интеграции ее в повседневную жизнь.

На так называемой диаграмме Гартнера каждой технологии соответствует определенная точка (например, сейчас на пике значимости находится глубокое обучение, которое является частью ИИ).

Конечно, предсказывать будущее в области, которая так быстро развивается, довольно рискованно. Скорее всего, и наша книга будет регулярно обновляться с учетом происходящего (как обычная программа или мобильное приложение).

В основу книги легла одна довольно бойкая цитата: «В образовании всего две проблемы: что мы преподаем, и как мы это преподаем»⁴. Соответственно, книга разделена на две части: первая — про «что», вторая — про «как» — но все это в контексте применения ИИ в образовании.

ЧТО

Мы на пороге мира, в котором или вы сами будете писать алгоритмы... или алгоритмы заменят вас.

**Рэй Далио, миллиардер
и основатель инвестиционного
фонда Bridgewater**

Первая часть этой книги отвечает на вопрос: что нужно учить в эпоху ИИ? И на все вытекающие провокационно сформулированные вопросы: если все можно найти самим или с помощью виртуального помощника, то зачем вообще чему-то учиться? Что действительно достойно изучения?

Широко распространено мнение, что искусственный интеллект окажет огромное влияние на то, чему мы будем учиться, просто

уже потому, что сильно меняет многие сферы жизни. Например, исследование Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) в рамках программы международной оценки компетенций взрослых (PIAAC)⁵, измеряло уровень владения ключевыми навыками обработки информации — такими как грамотность, счет, решение технических проблем — и их использование дома и на работе. Из табл. 1 видно, что способность ИИ решать задания сейчас уже не хуже, чем у половины взрослого населения, и приближается к способностям следующих 36% людей, обладающих значительными профессиональными навыками.

Таблица 1

Уровень	Взрослые ОЭСР	Искусственный интеллект
2 и ниже	53%	Да
3	36%	Близко
4–5	11%	Нет

Источник: Эллиот Стюарт, «Компьютеры и умения, которые будут востребованы в будущем»⁶

Прогресс все время ускоряется. Проект «Открытый список лидеров» компании IBM стремится понять прогресс, основываясь на множестве факторов. Судя по этому списку, к началу 2020-х годов ИИ выйдет на уровень более глубокого самообучения, а к началу 2030-х научится помогать человеку, сотрудничать с ним, обучать и выступать в качестве посредника (рис. 3).

С учетом сказанного, в главе «Что» мы станем говорить о необходимости перейти к широкому, глубокому и разностороннему образованию, отвечающему требованиям трудно предсказуемого будущего. В свою очередь, это требует четкого формулирования стратегических целей современного образования:

- универсальность как ответ на сложность и неопределенность проблем, возникающих в жизни и работе;

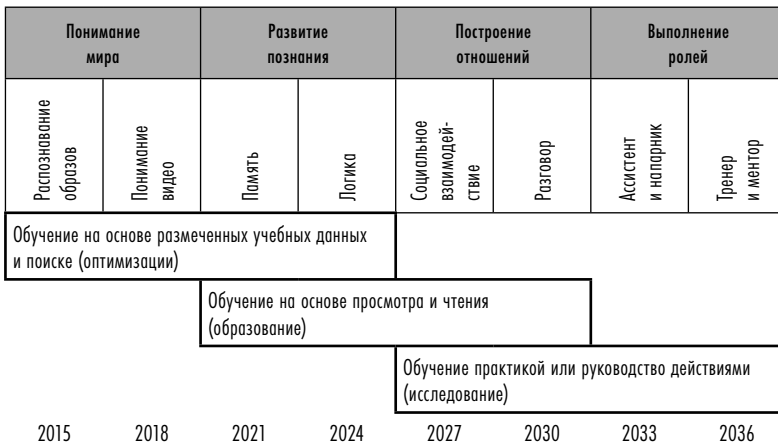


Рис. 3. Источник: Джим Спорер, IBM⁷

- актуальность, практическая применимость и мотивация обучаемых;
- экстраполируемость⁸, позволяющая легко расширять круг решаемых задач.

Все эти цели достигаются с помощью:

- выделения важнейших областей традиционных знаний;
- добавления современных знаний;
- упора на базовый объем знаний и ключевые понятия;
- междисциплинарности (с приложением к реальным задачам);
- оттачивания личных навыков, качеств и метаобучения в рамках различных областей знания.

КАК

Во второй части книги авторы пытаются ответить на вопрос: как ИИ может улучшить и трансформировать образование? Во-первых, важно провести различие между образовательными технологиями (EdTech) в целом и непосредственно искусственным интеллектом в образовании (AIED). На этом этапе целесообразно обсудить доступность EdTech, поскольку онтология и структура этой области довольно туманна. При помощи модели SAMR⁹ (рис. 4) мы покажем, что искусственный интеллект распространится на все уровни образования, достигая максимального воздействия на верхнем уровне.

Обратите внимание, что примеры на рисунке — это приложения, которые существуют именно сегодня, они могут исчезнуть уже завтра, поэтому служат лишь иллюстрацией для объяснения модели. Такие приложения часто объединяют под одним термином, названием технологии, что создает немало путаницы при оценке возможностей самой технологии. Данная модель показывает разные типы воздействия технологий — от простого замещения инструмента без замены функционала до выполнения новых ранее немислимых задач.

ТРАНСФОРМАЦИЯ	Переопределение	Технология позволяет ставить немислимые ранее задачи	 Explain Everything	 Aurasma	 Bai Board	 Book Creator
	Преобразование	Технология позволяет значительно изменить задачу	 Edmodo	 Educations	 iMovie	 Thinglink
УЛУЧШЕНИЕ	Расширение	Технология напрямую заменяет инструмент, улучшая его функции	 Pixlr Express	 Haiku Desk	 Google Search	 VideoFx Live
	Замена	Технология напрямую заменяет инструмент без улучшения его функций	 iBooks	 Calculator	 Dictionary.com	 Pages

Рис. 4. Подмена, накопление, модификация и переопределение (модель SAMR)

РОЛЬ ОЦЕНИВАНИЯ

Что можно измерить, тем можно управлять.

Лорд Кельвин

Оценивание всегда было камнем преткновения в дискуссиях об образовании, делая всю область весьма консервативной. Перефразируя известный силлогизм Аристотеля¹⁰:

Причина многих проблем человечества в отсутствии или низком качестве образования.

То, какое образование мы получаем, определяют оценки.

Следовательно, в оценках корень многих проблем человечества.

Хотя это вовсе не главная тема нашей книги, очевидно, что вопрос оценивания играет огромную роль в прогрессе образования, в частности в применении здесь ИИ (в основном на промежуточных этапах обучения).

Директор по вопросам образования и профессиональной подготовки в ОЭСР Андреас Шляйхер в одном из своих выступлений сказал: «Что можно измерить, можно и автоматизировать», — таким образом призывая изменить систему оценок так, чтобы она поощряла прогресс.

И НАКОНЕЦ...

У каждого читателя свои приоритеты и интересы. Так, методистам, составляющим регламенты и учебные программы, полезнее будет начать с раздела «Что», а учителям и ИТ-специалистам — с раздела «Как». Поэтому «Что» и «Как» — две независимые части, а приложения к ним, особенно технические детали, написаны понятным для всех языком.

Нам всем не хватает времени, поэтому мы писали книгу, руководствуясь словами Антуана де Сент-Экзюпери: «Совершенство достигается не тогда, когда уже ничего нельзя добавить, а тогда, когда ничего нельзя убрать». Мы стремились написать не углубленную академическую работу, а скорее краткий и точный текст в духе философии Юваля Харари: «В мире, где так много ненужной информации, сила заключается в ясности»¹¹.

Желаем приятного чтения и будем рады вашим комментариям. Присылайте их на наш электронный адрес: info@CurriculumRedesign.org.

ЧАСТЬ 1

ЧЕМУ НУЖНО УЧИТЬСЯ? ВЛИЯНИЕ ИИ НА УЧЕБНУЮ ПРОГРАММУ

Образование меняется медленно. Студентам до сих пор предлагают давно устаревшие принципы выбора предметов, в которые даже учителя верят с трудом. Нам твердят, что в жизни у нас не всегда с собой есть калькулятор, но на самом деле калькулятор (и притом очень мощный) лежит у каждого из нас в кармане. А ведь есть еще словари, энциклопедии, книги, газеты, видеоинструкции, онлайн-платформы, где можно задать любой вопрос и получить ответ. Легкий доступ к новейшим технологиям заставляет нас все время задавать один и тот же вопрос: если все можно «загуглить», зачем вообще что-то учить? Выражаясь менее легкомысленно — чему на самом деле стоит учиться?

ЦЕЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ

В любом разговоре о ценностях очень важен контекст. Чтобы ответить на вопрос, чему стоит учиться, нужно сначала понять, зачем вообще это делать.

Вопрос далеко не новый, и ответы на него менялись с течением времени. Изначально главными задачами образования были подготовка работников, передача религиозных знаний и основ грамотности и счета. Когда структура общества изменилась,

образование стало выполнять и другие функции — практические, социальные и эмоциональные.

Сегодня школа, по сути, воспринимается как путь к высшему образованию и в конечном итоге финансовой независимости. С этой точки зрения образование — это своего рода знак, по которому будущие работодатели поймут, что сотрудник соблюдает базовые социальные стандарты по контролю качества.

Общественные представления роли системы образования постепенно созревали по мере того, как росли личные потребности человека и человеческого общества. Образование — это и способ сформировать учащихся таким образом, чтобы они удовлетворяли общественные потребности, и средство, с помощью которого учащиеся могут удовлетворить свои собственные потребности. Наконец, с эмоциональной точки зрения школа — еще и место, где человек учится любить сам процесс обучения и вдохновляться им (а в мире, где все больше ценится способность постоянно адаптироваться, это просто необходимо).

Поскольку обучение — процесс, растянутый на всю жизнь, то полезно было бы понять, чем отличается задача обучения в школе от обучения после школы. Взрослые люди, как правило, учатся по трем причинам.

1. *Экономическая*: для профессиональной специализации, так как работодатели постоянно требуют от сотрудников новых навыков и компетенций.
2. *Гражданская*: например, чтобы, голосуя на выборах, оставаться хорошо информированными — ведь взрывной рост количества информации не всегда дает возможность проверить ее достоверность.
3. *Личная*: для собственного удовольствия, чтобы обзаводиться новым хобби, развиваться, ставить себе новые задачи и вообще «быть не хуже других».

Школьное образование, напротив, в первую очередь закладывает основы для всего последующего обучения — получения новых знаний и компетенций.

1. Базовые знания: прочный фундамент, на котором можно построить новые знания, когда придет время учиться дальше, и на который можно опираться в повседневной жизни.
 - а) Ключевые концепции: самые важные понятия, при помощи которых мы создаем связи и смыслы, в результате чего происходит собственно передача знаний¹².
 - б) Базовый объем знаний: самые важные знания, которые нужны, чтобы усваивать новые понятия и принимать обоснованные решения на протяжении всей дальнейшей жизни.
2. Базовые компетенции: мотивация и способность эффективно использовать имеющиеся знания, когда это необходимо, или получать новые, если есть потребность.
 - а) Навыки: то, что мы практически делаем со своими знаниями, как применяем творческие способности, критическое мышление и опыт совместной работы.
 - б) Характер: то, как мы ведем себя и что делаем, используя базовые личностные качества — внимательность, любознательность, смелость, стойкость, этику и лидерство.
 - в) Метаобучение: анализ и адаптация знаний, применение «метапознания», умение мыслить гибко.

Когда мы проводим семинары по образованию в XXI веке и задаем вопрос, чему важно учиться, чтобы подготовиться к будущему, вне зависимости от аудитории, будь то учителя, руководители образовательных учреждений, чиновники или другие работники сферы образования, — мы получаем почти одни и те же ответы.

Мало кто вспоминает конкретную книгу с урока литературы или исторический период. Никто не рассуждает о значении того

или иного раздела математики или темы по биологии. Ни разу мы не слышали, как важно выучить, что митохондрии — это «электростанция» клетки. Нет, снова и снова в ответах фигурирует «критическое мышление», «системное мышление», «этика», «коммуникация», «умение учиться» и т.п.

Интуитивно мы понимаем, что после обучения меньше всего у нас остается именно предметных знаний (в основном их не остается вовсе¹³), однако вновь и вновь из благих побуждений образовательные программы наполняются огромным количеством материалов, а на то, что действительно важно, уже не остается времени.

Начинается все вполне невинно: «Чтобы изучать более сложный материал, нужно освоить чтение, письмо и счет». Но проблема в том, что очень сложно прочертить границу, определить, где заканчивается материал, которого уже достаточно для тех, кто не собирается становиться экспертом, и где начинается материал для будущих специалистов.

Хотя в учебных заведениях порой осознают важность таких вещей, как сотрудничество, зачастую их преподают лишь как побочный продукт, который не дается намеренно, систематически и исчерпывающе. Подобные компетенции измерить сложнее, чем предметные знания, их редко оценивают, ведь намного проще сосредоточиться на материале в надежде, что компетенции усвоятся сами собой.

По данным ЮНЕСКО, «в хорошей образовательной системе ученики должны быть способны постоянно адаптировать свои компетенции и при этом получать и развивать новые. Эти компетенции весьма разнообразны (от базовых навыков, предметных знаний, гибкости ума и обучения до профессиональных умений), они позволяют удовлетворить высоким требованиям, хорошо и эффективно выполнять сложные задачи в определенном контексте. Их типологии и подходы так же разнообразны, как и определяющие их страны, организации и люди»¹⁴.

В книге «Четырехмерное образование»¹⁵ Центр перепроектирования учебных программ (ЦПУП) объединил учебные планы 35 юрисдикций и организаций со всего мира. Затем на основе данных об ожиданиях работодателей, экономистов и футуристов он создал при участии учителей и руководителей учебных заведений единую модель со следующими характеристиками.

- **Целостность.** Не упущено ни одного важного элемента.
- **Компактность.** Поддается воплощению и внедрению.
- **Некоррелированность.** Нет повторов и путаницы.
- **Нужный уровень абстракции.** Это организованная структура.
- **Глобальная актуальность.** Для широкого распространения.

Эта модель делит образовательные цели на четыре области.

- **Знания** — что мы знаем и понимаем.
- **Навыки**¹⁶ — как мы используем знания.
- **Личностные качества**^{17, 18} — как мы ведем себя и чем занимаемся в мире.
- **Метаобучение**¹⁹ — как мы размышляем и как адаптируем знания.

Проанализировав исследования, принципы и стандарты по всему миру, мы сформировали список из 12 компетенций (в дополнение к знаниям), которые отражают цели образования в XXI веке. Они представлены ниже на диаграмме Венна (рис. 1.1).

Поскольку компетенции (навыки, личностные качества и метаобучение) представляют собой довольно сложные конструкторы, мы провели углубленный анализ того, как именно они концептуализированы, и разбили их на подкомпетенции²⁰.

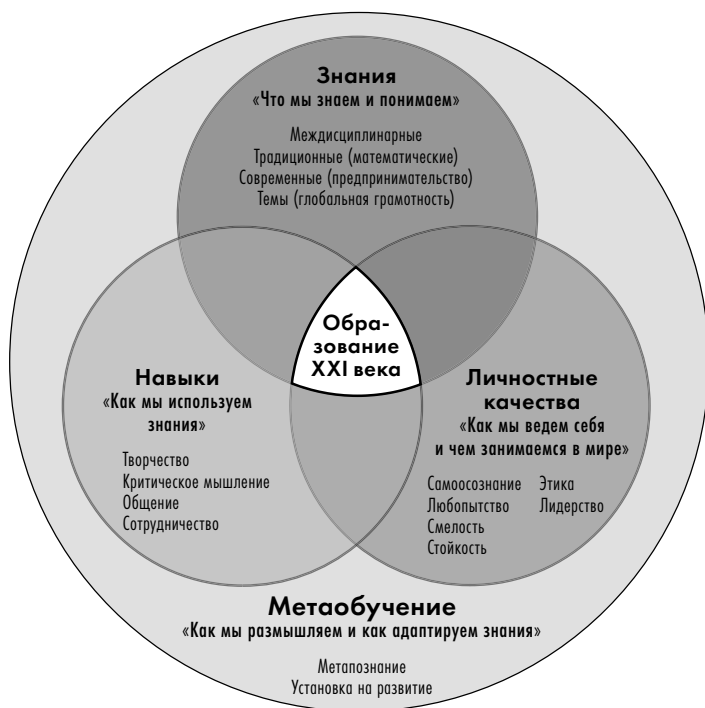


Рис. 1.1. Диаграмма Венна

Наша работа включает в себя перенос этих подкомпетенций на уровень выше — в деятельность на уроках и в развитие привычек.

Дополнительной проблемой является то, что на практике нельзя создать учебный курс, в котором каждая подкомпетенция будет изучаться отдельно. Более того, возможно, на самом деле они будут лучше усваиваться в контексте знаний! Поэтому сейчас мы работаем над выявлением наиболее благоприятных комбинаций и собираем для этого идеи от экспертов.

Однако эта книга — о знаниях. В конце концов, именно эта область попадает под самое прямое и сильное влияние технологий и требует поэтому внимательного и отдельного изучения²¹.

БАЗОВЫЕ ЗНАНИЯ: ЧЕМУ НЕОБХОДИМО УЧИТЬСЯ?

Рассмотрим следующий пример. Методы вычислений, которым учат в старших классах, нужны лишь 20–30% учащихся (когда они поступят на факультеты точных наук²²). Но зачем они нужны остальным 70–80% школьников, а также тем почти 30%²³ выпускников, которые вообще не собираются получать высшее образование? А как насчет огромного количества людей, которые вынуждены сдавать математику на вступительных экзаменах, хотя это никак не пригодится в их будущей работе? Сегодня учащиеся по-прежнему тратят большую часть своего времени на изучение материалов, которые они никогда не будут использовать. Похожие рассуждения относятся практически к любому предмету.

Знания, которые дают в школах, необходимо реорганизовать так, чтобы они стали актуальными для всех и чтобы при этом все смогли углубленно изучать новый материал, когда это понадобится для их будущей профессии. Здесь очень важен точный баланс.

ОБЗОР ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ

То, что изучают в школе, должно быть полезно и после ее окончания. Любая ситуация, в которой требуются знания, будь то практическая задача или изучение более сложной темы по конкретному предмету, предполагает применение уже имеющихся знаний. В обоих случаях от нас требуется воспользоваться существующими знаниями в новом контексте. Чем лучше вы владеете основами какой-то темы, тем проще вам продвинуться дальше, отталкиваясь от этих основ²⁴. Вопрос в том, как развить понимание до этого уровня.

Профессор Гарвардского университета Дэвид Перкинс в своей книге «Мудрость будущего» (Future Wise)²⁵ утверждает, что программа обучения должна готовить «опытных дилетантов», а не воспитывать специалистов по конкретным предметам. Экспертному знанию свойственна техническая глубина, однако опытный дилетант всегда нацелен на «прочное и разностороннее понимание ключевых знаний». Усваивая самые важные понятия по конкретным предметам и на их стыке (ключевые понятия), проще подготовиться к решению самых разных проблем в будущем и получить более разнообразный инструментарий для понимания мира²⁶.

Однако в этом случае легко скатиться в поверхностность, когда учащиеся галопом несутся через учебник (а учителя — через конспекты), доблестно пытаясь преодолеть весь фактический материал за заданное время²⁷. Даже в том случае, когда речь идет о программе, в которую входит изучение только ключевых понятий, ее обычно разбивают на мелкие темы, которые не преподаются в контексте более широких дисциплинарных или предметных концепций, а оценочные работы затрагивают материал лишь на самом примитивном уровне²⁸.

Если эксперты прекрасно понимают связи между материалом и высокоуровневыми понятиями, то для новичков такие связи далеко не очевидны. Более того, умение видеть, как структурирована информация в определенной области, является главным признаком настоящего специалиста.

Если новичков учить и оценивать на основе подробных, но фрагментарных знаний, они, возможно, поймут материал, но вряд ли смогут использовать полученные знания дальше. Чтобы перенести знания на другую среду или воспользоваться ими для углубления понимания, которое пригодится в жизни и которое можно будет перенести в другую область знания, учебный материал необходимо связывать с более общими понятиями таким образом, чтобы ученики могли осознавать их смысл. (См. Приложение 1 в качестве примера того, как можно связать темы с важными понятиями.)

Одна из трудностей здесь состоит в том, что наиболее полезные знания — это те, которые эксперты применяют, не задумываясь; знания, которые принципиально важны в их области, но, как правило, не проговариваются вслух, поскольку воспринимаются как нечто само собой разумеющееся. Именно поэтому экспертам так трудно составить учебную программу, которая бы действительно развивала экспертный дилетантизм. Они знают, как работать с материалом, но это не означает, что они могут четко выделить понятия, благодаря которым появляется их уровень компетентности²⁹. Представьте, что вас попросили бы объяснить, как не падать при ходьбе или как жевать пищу. В этом главная и самая неизученная проблема создания учебной программы, которая закладывала бы фундамент для дальнейшего обучения.

ОБЗОР БАЗОВОГО ОБЪЕМА ЗНАНИЙ

Если в школе закладывается фундамент, на котором ученики будут дальше строить новые знания, то очень важно, чтобы этот фундамент учитывал все пути, которые те могут выбрать. Другими словами, знакомясь со многими областями и выстраивая связи между ключевыми понятиями и базовым объемом знаний, школьники примеряют на себя разные жизненные и карьерные пути и в итоге принимают информированное решение о том, какое занятие им больше подходит.

Если говорить о чуть менее долгосрочной перспективе, то учебный материал необходимо пересмотреть уже сейчас ввиду новых отношений общества с информацией. За почти всю древнюю историю человечества быстро доступной информации накопилось довольно мало, но после массового распространения книг ее сразу стало ужасно много. Однако с появлением компьютеров и, наконец, интернета к ресурсам, содержащим информацию, добавилось множество ресурсов, которые ею манипулируют. Любые данные можно быстро найти онлайн,

и мощные вычислительные инструменты тоже легко доступны. Кроме того, исследования показывают, что каждые два года забывается 50% учебного материала³⁰, а научное знание меняется так быстро, что к моменту, когда знания пригодятся на практике, значительная их часть уже устаревает³¹. Что же тогда считать базовым объемом знаний, который необходимо выучить и знать, а что можно просто найти в интернете, когда понадобится, и важно помнить лишь будущим специалистам в той или иной области?

Некоторые предметные знания принципиальны для объяснения ключевых понятий, другие необходимы как основа для изучения более сложного материала или пригождаются в повседневной жизни, но их сравнительно мало. Определенный материал может служить способом объяснить понятия, если он лучше всего иллюстрирует данное понятие или демонстрирует универсальность понятия при разных масштабах рассмотрения. Подобный материал позволяет выйти за пределы контекста и применять понятия в будущем без запроса или упоминания (как у экспертов).

Чтобы сделать материал более актуальным в быстро меняющемся мире и обществе, его необходимо модернизировать в двух направлениях. Во-первых, в учебный план следует добавить важнейшие современные дисциплины (инженерия, наука о здоровье, социология и т.д.), которых там не было раньше, и определиться, какие части нынешнего учебного плана ради этого нужно убрать на второй план или удалить. Во-вторых, требуется модернизировать способ преподавания дисциплин (традиционных и современных). Например, педагогическое понятие «перевернутого учебного курса» основано как раз на том, что технологии могут кардинально изменить структуру обучения. Как мы увидим во второй части книги, нам нужен стимул, чтобы отойти от чистых технологий, в качестве простой замены без функциональных изменений, в сторону

постановки новых задач, ставших возможными только благодаря технологиям.

Помимо этих практических целей, как правило, учащиеся должны познакомиться с областями за рамками их специализации, чтобы быть способными участвовать в общественной жизни, развить многогранное чувство личной значимости и связи с другими.

При ознакомлении учащихся с широким разнообразием идей и тем по какому-либо предмету уроки часто строятся как срез знаний в данной области. Это само по себе не проблема, но фрагментарная информация (частое следствие такой структуры курса) осложняет усваивание понятийных моделей, которые учащиеся могли бы использовать в будущем для понимания новой информации или как фундамент для дальнейшего изучения.

Противоположностью фрагментарной информации является сотворение смысла. В книге Филипа Феникса «Сферы смысла» (Realms of Meaning)³² говорится о том, что создание смыслов — главная деятельность человека и образование должно помогать учащимся освоить способы, придуманные человечеством для порождения разных типов смысла. Иначе говоря, ученики должны получить достаточное представление о различных путях создания смыслов³³.

При построении фундамента для будущего обучения и восприятия важнейшим ориентиром является как раз смысл, так как он тесно связан с ощущением цели³⁴, пониманием³⁵ и вовлеченностью³⁶. Способы создания смысла и глубокого понимания логики в различных областях нельзя просто так найти в интернете. Человек должен интуитивно понимать, когда именно применить этот инструмент (более того, он и нужен, чтобы понять, что именно искать!). Кроме того, в отличие от фрагментарного знания смысловое творчество не так легко забыть и оно не меняется кардинально со временем.

СОЗДАНИЕ СМЫСЛА И РОЛЬ АЛГОРИТМОВ

С древних времен школы должны были заложить в учениках фундаментальные знания, на которые они могли бы полагаться в будущем, чтобы оттачивать свою компетентность. Принцип актуальности, определяющий то, насколько хорошо учащиеся создают смысл, всегда имел важнейшее значение для того, чтобы знания, полученные в учебном заведении, можно было перенести в реальную жизнь. Но сейчас это стало особенно важно, поскольку происходят социальные потрясения, технологические прорывы, серьезные изменения на рынках труда, и даже глобальный климат меняется. Хотя это и не единственная важная тема (вспомним личностную и гражданскую функции образования, о которых говорилось выше), с распространением алгоритмизированных технологий рынок занятости быстро пересматривает свои требования.

ВОПРОСЫ ТРУДОУСТРОЙСТВА

Одна из проблем составления учебной программы, которая подготовит учеников к будущей карьере, — быстрое изменение рынка труда из-за автоматизации и переноса трудовой деятельности из многих стран за рубеж. Иначе говоря, к моменту, когда ученики станут выпускниками, знания, которые мы им даем, чтобы подготовиться к сегодняшнему миру, уже устареют. Однако не на все сферы автоматизация влияет одинаково. На данный момент сравнительно легко автоматизируется только та работа, которая вся состоит из типовых задач (рис. 1.2)³⁷.

Типовые задачи поддаются автоматизации, поскольку программа может научиться выполнять последовательность действий, следуя правилам (алгоритму). Это наглядно иллюстрирует график на рис. 1.2, где показано, как изменялись пропорции различных типов человеческой работы за последние полвека.

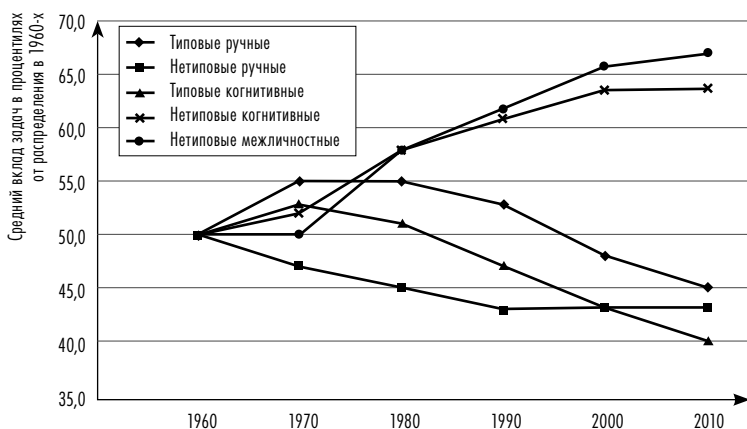


Рис. 1.2. Изменение доли типов задач, необходимых для работы. Источник: Отор и Прайс

Два типа работы, доля которых выросла, — это нетиповые задачи по работе с людьми (например, консультации) и нетиповая аналитическая работа (инженерия и др.). Наоборот, снизилась доля типовой ручной работы (подобная работе на заводских конвейерах) и нетиповых когнитивных задач (например, подготовка документов). Нетиповая ручная работа (сантехники, строители) сначала теряла позиции, но затем падение замедлилось, так как спрос на эти профессии сохранился.

Несколько организаций (Оксфордский университет³⁸, ОЭСР³⁹, PwC⁴⁰, McKinsey⁴¹ и другие) пытались измерить влияние автоматизации на профессии, обеспокоившись моральным устареванием последних. Прогнозы доли исчезающих профессий варьируют от 9% (ОЭСР) до 50% (Оксфордский университет). В последнее время этот вопрос привлек всеобщее внимание и стал активно обсуждаться в СМИ: кто-то пророчит «конец света», другие описывают мир-утопию, но большинство держится где-то посередине⁴².

Развитие ИИ застало врасплох огромное количество людей, даже технически подкованных^{43, 44}. Измерить этот тренд

можно, например, при помощи таксономии Блума, если расширить ее на когнитивную⁴⁵, аффективную⁴⁶ и психомоторную⁴⁷ области. Это позволяет понять и распределить по категориям мысли, эмоции и побуждения, которые становятся все сложнее.

РАСШИРЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Насколько ясно разграничены между собой задачи человека и задачи компьютера? Остается ли там место для человека после того, как задачу автоматизировали? Отличный пример — шахматы, в которые можно играть и с человеком, для которого больше всего важна интуиция, и с роботом, где работают алгоритмы и большие вычислительные мощности. Когда в 1997 году компьютер Deep Blue обыграл чемпиона мира Гарри Каспарова, казалось, что шахматы пополнили список занятий, в которых компьютер обогнал человека. Искусственный интеллект одолел и игру в го, причем алгоритмы прибегли к инновационным стратегиям, до которых не додумался еще ни один человек⁴⁸.

Но хотя теперь компьютеры действительно могут победить человека в шахматы, сильнее каждого из них оказывается тандем человека и компьютера. Результаты соревнований по шахматам показали, что шахматисты-любители, играющие с помощью компьютера, выигрывают у компьютеров, у гроссмейстеров и даже у гроссмейстеров, которые играют в паре с более слабым компьютером⁴⁹. Это отличный пример, когда на поверхности кажется, что компьютер завоевал очередную область, которая раньше считалась подвластной только человеку, но на деле выясняется, что для человека это, наоборот, возможность использовать алгоритмы как инструмент для той работы, которая у людей получается лучше всего, и делать ее еще лучше (табл. 1.1). Эту концепцию называют «расширенным интеллектом», и в ней

кроется ключ к пониманию роли человека во взаимодействии с машинным разумом. Это обстоятельство подводит нас к новым мыслям о целях образования.

Таблица 1.1

Сравнение команд, состоящих из компьютеров, людей
и компьютеров и людей

Объект	Преимущество	Хотя...
Компьютер	• Быстрая работа и проверка в больших областях поиска решений. • Быстрая обработка больших данных.	• В открытом мире генератор решений не полон. • Данные не являются полным представлением открытого мира.
Человеческая команда	• Реальный опыт в открытом мире. • Разнообразный опыт междисциплинарных команд в разных областях.	• Координационные издержки.
Команда человек-компьютер (наибольшая эффективность)	• Дополнительные типы познания компенсируют ошибки друг друга и повышают эффективность.	• Для создания команд компьютер-человек нужно больше теоретических и практических знаний.

Источник: Адаптировано с PARC⁵⁰

Похожие ситуации складываются сейчас и во многих профессиях. Калькуляторы не заменили математиков, а лишь усилили их возможности. Текстовые редакторы не заменили писателей, а повысили их эффективность при написании текстов и редактировании. Хотя изменения, к которым приведет появление ИИ, скорее всего, будут очень значительными, это не значит, что ИИ тоже не станет еще одним человеческим инструментом, если грядущее поколение научится им правильно пользоваться.

Так где же будет место компьютеру и где человек не уступит своих позиций, научившись использовать интеллектуальные технологии как вспомогательные? Судя по текущему положению вещей, выводы можно сделать следующие.

Области, где компьютер лучше человека

- Повторяющиеся/предсказуемые задания.
- Задания, которые зависят от вычислительной мощности.
- Классификация огромных массивов данных.
- Принятие решение на основе установленных правил.

Области, где человек лучше компьютера

- Подлинные эмоции и выстраивание отношений.
- Формулирование вопросов и объяснений на основе разных источников.
- Принятие решений о том, как стратегически использовать ограниченные ресурсы (в том числе, какие задания отдавать машинному разуму и какие данные ему предоставлять)⁵¹.
- Подготовка продуктов и результатов к использованию людьми и информирование о них.
- Принятие решений на основе абстрактных ценностей.

Если бы все задачи решались по идеальному алгоритму и их можно было бы разделить на элементы, то все на свете делали бы алгоритмы. Но в большинстве случаев именно человек ставит задачу, подбирает данные, решает, как элементы связаны друг с другом, формулирует ценность задачи для других, выносит суждения в соответствии с ценностями и т.п. Даже ИИ, который может и не быть ограничен алгоритмами, все равно нужно проектировать, обучать и встраивать в более крупный процесс. Хотя многие этапы в нашей деятельности будут автоматизированы, люди все равно сохраняют за собой важные роли, если правильно подготовятся к грядущим изменениям.

ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ЧТО НУЖНО ЗНАТЬ ОБУЧАЮЩИМСЯ

Какая стратегия будет наиболее целесообразна для образования с учетом экспоненциального роста ИИ, его «прорывного» влияния на деятельность человека, а также имея в виду другие факторы социальной и личностной нестабильности, характерной для людей?⁵²

Логично предположить, что во времена непредсказуемых изменений наиболее важны приспособляемость и находчивость. В этом случае требуется более разностороннее образование, в котором фигурируют знания из большого количества областей, и развиваются навыки и личностные свойства, которые помогут достигать успеха и приспосабливаться к другим видам деятельности. В каком-то смысле образование всегда стремилось добиться этой цели: заложить прочный фундамент, который подготовит ученика к будущим задачам, — но, учитывая масштаб изменений, сейчас это становится необходимым более чем когда бы то ни было раньше.

Термин «Т-образный человек»⁵³ придумал сотрудник IBM Джим Спорер для обозначения когнитивного профиля человека, обладающего как широкими, так и углубленными познаниями, а не только одним или другим. Чтобы отразить изменения, которые происходят на рынках рабочей силы, мы расширяем эту модель путем описания «m-образного человека», который в течение своей жизни способен приобрести углубленные знания в нескольких областях (рис. 1.3).

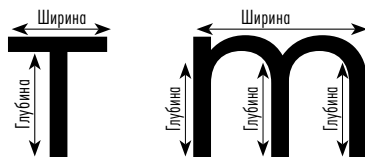


Рис. 1.3. Сравнение Т-образного и М-образного профиля. Источник: ЦПУП на основе работы Спорера