

УДК 373.51+004.8

DOI 10.25688/2072-9014.2019.49.3.04

О.М. Корчажкина

Искусственный интеллект в программе средней школы: введение в проблему

В статье рассматриваются объективные предпосылки и обстоятельства развития технологий искусственного интеллекта, вызванные четвертой промышленной революцией. Обсуждается проблема включения основных теоретических и практических разделов искусственного интеллекта в содержание общего образования. Сделан обзор отечественных и зарубежных пособий по искусственному интеллекту для студентов вузов и научных работников.

Ключевые слова: четвертая промышленная революция; искусственный интеллект; инженерно-технические кадры; школьное образование; литература по искусственному интеллекту.

Введение

Искусственный интеллект (ИИ) и сопряженные с ним проблемы становятся в последнее время объектом все более пристального внимания научных кругов, бизнес-сообществ, управленческих структур различного уровня, представителей сферы образования и IT-компаний.

Относящиеся к области ИИ проблемы начинаются уже с самого определения его сущности, которая настолько многогранна, что ни одно известное из научной или научно-популярной литературы толкование не в силах объединить или объять его разноплановые стороны. Эта неоднозначность обусловлена тем, что любой круг специалистов, так или иначе связанных с ИИ, выделяет в его природе ту первооснову, которая отвечает за наиболее актуальный для них план содержания, что и объясняет разницу в подходах. Ниже приведена лишь малая часть из всего многообразия определений ИИ¹.

¹ Некоторые из приведенных формулировок не являются определениями в классическом понимании, поскольку указывают на функциональные особенности, позитивные или негативные характеристики ИИ, а ряд из них, очевидно, требует пояснения. Кроме того, есть определения, которые отражают однотипные стороны ИИ. В целом можно согласиться с утверждением, что «лоскутность» в трактовке понятия «искусственный интеллект» порождает все проблемы, связанные с его возможностью расширить и даже превзойти аналитические возможности человека. Это объясняется отсутствием ясного научного описания предмета: «Во-первых, нет конкретного определения ИИ. Во-вторых, нет однозначного понимания, что такое интеллект. В-третьих, нет главного — фундаментальной теории ИИ. В итоге отсутствует четкая архитектура цели. Есть только версии, не работающая парадигма ИИ, шаблонность

Искусственный интеллект — это:

- машинное обучение, которому подвержены все области человеческой деятельности, где человечество используется как ресурс;
- любой машинный код, способный принимать сколь угодно сложную последовательность решений в динамичной среде;
- обученные нейронные сети, которые принимают данные, основанные на множестве человеческих решений, и выдают решение, аналогичное человеческому;
- заменитель интеллекта в любом функциональном наборе, развивающийся методом эволюции — путем обучения в ходе обработки больших массивов данных;
- раздел науки, изучающий представление естественной когнитивной системы человека в виде рабочей модели вне его биологической оболочки;
- способность устройства выполнять функции, доступные только человеку;
- научное направление, исследующее понимание и связанные с ним задачи;
- имитатор естественной когнитивной системы человека как познающего субъекта, сложившейся в ходе его интеллектуального становления и развития в виде строя знаний об окружающей действительности, за счет которых формируется в его сознании целостная картина мира;
- искусственное воспроизведение способа мышления нейронных сетей человеческого мозга с помощью кибермеханизмов глубокого обучения;
- прецедентная субстанция, свободная от творческих, нестандартных действий, неспособная выдвигать идеи вне накопленной базы данных или находить принципиально новые подходы к решению проблем, если они выходят за рамки уже накопленного человеческого опыта;
- виртуальная система управления человеческим поведением на основе *Big Data*, то есть накопленного и оцифрованного человеческого опыта;
- система современных прорывных технологий, основанных на воспроизводстве поведенческих решений за счет имитации работы человеческого мозга и способная обеспечить дальнейший научно-технологический прогресс² путем налаживания синергетических связей между НБИКС-технологиями³;

эволюции проблемы, то есть только в технологической плоскости, и удручающая цикличность тушиков». URL: <https://neuronus.com/stat/1341-iskusstvennyj-intellekt-kontsepsiya-razvitiya-i-vnedreniya-iskusstvennogo-intellekta-iskusstvennoj-analitiki.html> (дата обращения: 22.05.2019).

² Термин *научно-технологический прогресс* (вместо *научно-технический прогресс*) появился в декабре 1991 года, когда был упразднен Государственный комитет СССР по науке и технике и тогда же он был преобразован (и переименован) в Государственный комитет РФ по науке и технологиям.

³ НБИКС-технологии (NBICS) — система конвергентных технологий, объединенных областями нано-, био- инфо-, когнитивных и социогуманитарных технологий.

- новый тип инженерии знаний, целью которого является разработка баз знаний и создание экспертных систем для обеспечения принципиально иных способов человеко-машинного взаимодействия, создающих условия для развития и реализации неисчерпаемых возможностей человеческого мозга за счет освобождения его от выполнения рутинных операций;
- автоматизированный математический инструмент прецедентного ситуативного анализа и прогнозирования работы сложных систем в различных областях знаний на основе оценки позитивных решений и возможных рисков, сконцентрированных в специализированных базах исходных данных;
- новый тип индустрии, основанной на фундаментальных научных открытиях, интегрированных в ведущие отрасли промышленности⁴.

В последнее время наблюдается повышенный интерес к использованию потенциала ИИ как системы передовых и перспективных технологий и к возникающим при этом проблемам ее развития и внедрения. Это внимание вызвано технологической трансформацией инструментальных способов получения фундаментального научного знания и управления возможностями его промышленного и социокультурного применения. Поэтому наиболее актуальными определениями ИИ нам представляются те из приведенного выше перечня характеристик, которые связаны с ролью ИИ, касающейся его технологической и знаниевой составляющих⁵.

В русле этих тенденций перед Правительством Российской Федерации в кооперации с ведущими российскими IT-компаниями была поставлена задача к июню 2019 г. выработать Национальную концепцию развития ИИ, которая смогла бы учесть ряд *объективных обстоятельств*, а именно:

- современную технологическую революцию, называемую четвертой промышленной революцией [15], которая обусловила появление

⁴ К таким отраслям отнесены: большие данные и машинное обучение, нейротехнологии, технологии беспроводной связи, интеллектуальные робототехнические системы, инженерные биологические системы, интеллектуальные энергетические системы, системы связи и дистанционного зондирования Земли (космические системы), электронная инженерия: умный дом, беспилотные авиационные системы, автономные транспортные системы, ядерные технологии, современные структуры и материалы, робототехнические системы, нанотехнологии, новые материалы и сенсоры, 3D-прототипирование, инженерный дизайн, сетевое и системное администрирование, технопредпринимательство, виртуальная и дополненная реальность, финансовые технологии, интеллектуальные системы обеспечения кибербезопасности, сетевые технологии и ряд других.

⁵ Тем не менее есть специалисты, которые считают неправомерным перенесение акцента на технологическую составляющую ИИ и считают целью работ в области ИИ инструмент, решающий исключительно социальные проблемы: «Ведь вопрос социального характера “Что будет, если...?” для человека гораздо важнее технологического вопроса “Сколько будет...?”». URL: <https://neuronus.com/stat/1341-iskusstvennyj-intellekt-kontseptsiya-razvitiya-i-vnedreniya-iskusstvennogo-intellekta-iskusstvennoj-analitiki.html> (дата обращения: 22.05.2019).

и слияние НБИКС-технологий в комплексную научно-технологическую область знания и в единую систему конвергентных технологий [1];

- нехватку инженерно-технических кадров (в 2018 г. в России отмечен дефицит 850 тыс. работников инженерного профиля, что приводит к необходимости создания и модернизации к 2020 г. 2,5 млн рабочих мест);
- существенные изменения в образовательной политике государства, идущие в сторону признания приоритета инженерно-технологического образования с целью формирования научно-технического потенциала РФ (как пример — возрождение института главных (генеральных) конструкторов)⁶.

К настоящему времени в ответ на актуальные вызовы четвертой промышленной революции по инициативе президента и Правительства РФ приняты следующие нормативные акты и постановления:

- Указ Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642 «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» (URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41449>);
- Постановление Правительства РФ от 18 апреля 2016 г. № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы» как долгосрочной комплексной программы по созданию к 2035 г. условий для реализации передовых решений с целью обеспечения национальной безопасности, повышения качества жизни граждан, развития отраслей нового технологического уклада и лидерства российских компаний на новых мировых высокотехнологичных рынках (URL: <https://asi.ru/nti/>; <http://nti2035.ru/nti/>);
- Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р. об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>; <http://static.government.ru/media/files/3b1AsVA1v3VziZip5VzAY8RtcLEbdCct.pdf>);
- Проект «Концепции развития технологического образования в системе общего образования Российской Федерации» (URL: https://drive.google.com/file/d/1mSjECKQI2X1PRDJk-xMi_Wwqd0VRLx1x/view), общественная экспертиза нескольких вариантов которого продолжается с ноября 2016 г. по настоящее время (URL: <http://www.xn—80ahcnjqdebvpg7a.xn—plai/index.php?id=36>).

Кроме того, президент страны В.В. Путин дал поручение правительству РФ совместно с корпорациями Сбербанк, «Ростех», «Яндекс», Mail.ru Group, Rambler Group и МТС разработать к 25 февраля 2019 г. план (дорожную карту) по направлению «Нейротехнологии и искусственный интеллект»

⁶ *Московский А.М.* Генеральный конструктор — явление особое. URL: <http://www.oborona.ru/includes/periodics/conceptions/2015/0827/134616516/detail.shtml> (дата обращения: 22.05.2019).

(URL: <https://www.rbc.ru/economics/01/02/2019/5c5341d29a79476c9609a7dd>), а к июню 2019 г. представить для обсуждения Концепцию развития ИИ в России⁷.

Таким образом, с ориентацией на объективные характеристики постиндустриального общества как общества фундаментального научного знания, развивающегося в парадигме внедрения передовых технологий, в том числе и технологий ИИ, в ведущие отрасли промышленности, в России на законодательном уровне созданы и продолжают создаваться предпосылки, позволяющие рассматривать вопрос о подготовке нового поколения инженерно-технических кадров, способных к решению прорывных задач, обозначенных четвертой промышленной революцией.

При этом важно, чтобы знакомство учащихся, составляющих научно-технический кадровый потенциал страны, с ИИ начиналось уже со школьной скамьи. Однако включены ли материалы по ИИ в нужном объеме в содержание учебных дисциплин обязательного обучения, элективного профиля или дополнительного образования? Каким должен быть этот объем необходимых знаний и в содержании каких дисциплин он должен быть представлен? Какие существуют на российском образовательном рынке учебники и учебные пособия, отвечающие современным запросам сферы науки и промышленности? Располагают ли образовательные организации основного и дополнительного образования квалифицированными педагогическими и/или научно-техническими кадрами, способными на соответствующем уровне обеспечить овладение столь сложной тематикой, не имеющей к тому же однозначного толкования?

Некоторые из этих проблем нам предстоит обсудить в данной статье (см. сноску 1).

Анализ ситуации и постановка задачи

6 мая 2019 г. в британской газете *The Guardian* появилась статья об актуальности изучения ИИ в средней школе (URL: <https://www.theguardian.com/technology/audio/2019/may/06/googles-problem-with-ai-and-ethics-chips-with-everything-podcast>). В статье отмечается, что в скором времени ожидается бурный рост числа рабочих мест, связанных с ИИ, — к 2025 г. их число

⁷ О стратегии развития ИИ за рубежом: 4 октября 2017 г. гендиректор компании *Google* Сундар Пичаи заявил, что компания делает ставку на искусственный интеллект в технике, и рассказал о концепции *AI First*. Эта стратегия поможет переосмыслить то, как компьютеры работают: люди должны быть способны взаимодействовать с ИИ простым образом; ИИ должен быть на всех устройствах; ИИ нужна контекстность: программное обеспечение должно учитывать контекст происходящего; умные системы должны постоянно адаптироваться и улучшаться. URL: <https://yutub.kz/watch/5WRJYEA-mwY/sundar-pichai-on-what-is-googles-ai-first-strategy> (дата обращения: 22.05.2019).

превысит 2 миллиона. Это продиктовано высокими скоростями развития всех направлений ИИ и возникновением новых областей и профессий.

Поэтому мировое сообщество, осознавая востребованность подготовки специалистов, которые смогут занять эти рабочие места, поставлено перед необходимостью готовить будущих специалистов в области ИИ, начиная со школьной скамьи.

Несомненно, учащиеся средней школы — те из них, кто интересуется данным вопросом, в целом владеют сведениями об основных достижениях в области ИИ. Прежде всего, это робототехника — та сфера применения технологий ИИ, которая является наиболее доступной и привлекательной для современного подростка.

В России существует распространенная сеть курсов и кружков по робототехнике⁸, преимущественно в системе дополнительного образования [14], а также издается и постоянно обновляется учебная литература по предмету (см., например, серию учебных пособий по робототехнике Д.Г. Копосова [5]).

Практические познания школьников о поисковых системах, обучающих компьютерных программах, технологиях компьютерного зрения, распознавании образов и речи, музыкальных и речевых синтезаторах, электронных переводчиках, интернете вещей и других виртуальных игрушках находятся, как правило, на бытовом, пользовательском уровне, а теоретический багаж в этих областях ограничивается сведениями о том — и это объяснимо, — что в подобные игрушки заложены алгоритмы управления, которые запускают процессы их работы в автоматическом режиме⁹.

Тогда как при систематическом обучении, в основу которого положена ориентация на усвоение фундаментальных теоретических представлений и выработку практических решений, изучение основ и потенциала ИИ может быть предусмотрено в рамках как обязательных школьных предметов, так и элективных курсов. Это даст возможность познакомить учащихся с различными вариантами решения научно-технологических и гуманитарных проблем, получаемыми с помощью инструментов ИИ, то есть подготовить их к более детальному изучению технологий ИИ на ступени высшего образования, направлений и научных школ в этой области, что может быть востребовано в будущей профессиональной сфере.

Не лучше обстоят дела у наших зарубежных коллег. На основании детального обзора современных тенденций развития школьной информатики

⁸ Например, московское отделение компании IBM в феврале 2019 г. запустило программу «Искусственный интеллект для школьников», в рамках которой учащиеся знакомятся с устройством роботов, возможностями машинного обучения и нейронных сетей. На этих занятиях школьники учатся применять знания физики, математики, информатики и биологии для понимания перспектив развития ИИ, что поможет им в будущем освоить новые профессии. URL: <https://mel.fm/blog/lena-glazkova/58479-iskusstvenny-intellekt-detyam-pochemu-eto-vazhno/> (дата обращения: 22.05.2019).

⁹ Нельзя не согласиться с мнением, что эти разработки относятся не к области ИИ, а к области так называемой *искусственной комбинаторики*, или *псевдоискусственного интеллекта*. URL: <https://neuronus.com/stat/1341-iskusstvennyj-intellekt-kontseptsiya-razvitiya-i-vnedreniya-iskusstvenno-intellekta-iskusstvennoj-analitiki.html> (дата обращения: 22.05.2019).

в России и в странах ближнего и дальнего зарубежья, сделанного автором самой популярной линейки учебников информатики для средней школы Л.Л. Босовой [3], можно прийти к заключению о том, что вопросам ИИ не уделяется должного внимания ни в школах наших ближайших соседей, ни в школах наших западных или восточных партнеров.

В обзоре [3] удалось найти две темы, в той или иной степени близкие к аспектам ИИ, — *интеллектуальный анализ данных* и отчасти *взаимодействие человека и компьютера*, которые включены в круг задач ежегодного международного онлайн-конкурса по информатике *Vebras* (с литовского — *бобер*), проводимого с 2013 г. для всех ступеней школьного образования по информатике и охватывающего учащихся из более полусотни стран мира. Специалисты считают, что содержательные области, в рамках которых страны-участницы могут предлагать конкурсные задания, отражают «консолидированный взгляд международного профессионального сообщества на то, каким должно быть современное образование школьников в области информатики и информационных технологий» [3: с. 29]. Из представленной тематики заданий, очевидно, что ИИ в будущем содержании школьного образования по информатике места пока не отведено. Тем не менее единичные сдвиги в этой области все же можно наблюдать. Вот лишь несколько примеров. В октябре 2018 г. одна из средних школ округа Монтур в штате Пенсильвания на северо-востоке США (David E. Williams Middle School. URL: <https://davidewilliams.montourschools.com/>) объявила о начале реализации программы по ИИ для учащихся средней школы. После обсуждения вопросов «Почему в средней школе?», «Зачем учить?», «Как учить?» и многих других в программу были включены следующие разделы: этика ИИ, автономные робототехнические системы, информатика интеллектуальных систем и музыкальные интеллектуальные системы (URL: <https://www.gettingsmart.com/2019/01/an-inside-look-americas-first-public-school-ai-program/>)¹⁰.

В начале 2019 г. Центральный совет по среднему образованию Индии (CBSE — Central Board of Secondary Education) одобрил план введения предметов по ИИ в учебную программу для 8, 9 и 10-х классов в более 20 000 средних школ и поручил соответствующим органам разработать решения по созданию необходимой инфраструктуры образовательных организаций (URL: <https://www.analyticsindiamag.com/ai-enters-indian-classrooms-schools-integrating-ai-in-curriculum-after-cbse-approval/>). Программа была апробирована в одной из средних школ страны — Heritage Experiential Learning School округа Гургаон в штате Харьяна, расположенном на севере страны¹¹.

¹⁰ До этого момента бытовало мнение, что детям достаточно заниматься только робототехникой и знать о том, что существуют автономно управляемые автомобили (URL: <https://www.youtube.com/watch?v=k1CBN-z1-mg> (дата обращения: 22.05.2019)).

¹¹ Робототехника как предмет школьной программы в течение ряда лет довольно успешно реализуется на начальной ступени в индийских школах, тогда как другие ветви ИИ индийским школьникам предстоит освоить в рамках элективного курса в ближайшее время в средней и старшей школе. Причем руководству школ предстоит решать самому, насколько выполнимой является подобная задача для их образовательного учреждения, поскольку считанное число

В средних школах Китая — одной из самых продвинутых стран мира в области изучения и внедрения ИИ — со следующего учебного года предусматривается введение уроков по ИИ. Они будут проводиться по выбору учебной организации, учащихся и их родителей — в рамках школьной программы или на факультативных занятиях. Проблема учебно-методического сопровождения курса решена издательством Восточно-китайского педагогического университета, выпустившим десятитомную линейку учебников по ИИ. Система была апробирована в средних школах Шанхая и показала позитивные сдвиги в освоении учащимися знаний и идеологии ИИ в рамках курса «Базовые знания по ИИ», для которого было создано первое в стране одноименное учебное пособие (URL: <http://russian.people.com.cn/n3/2018/1128/c31521-9522703.html>).

Очевидно, что проблема обучения основам ИИ в средней школе осознается в большинстве стран мира, однако не везде имеются ресурсы для ее решения: обоснованное содержание предметной области «Искусственный интеллект», программы обучения, материально-технологическое оснащение школ, квалифицированные педагоги, учебники и учебные пособия.

Цель настоящего исследования — выработать рекомендации относительно целесообразности включения в один из курсов для средней школы (информатики или технологии) отдельных аспектов ИИ, доступных для понимания учащимися и представляющих для них определенный интерес — актуальный или отложенный. Для этого предлагается провести анализ основных содержательных линий, относящихся к области ИИ, рассмотреть их представленность в научной и учебной зарубежной и отечественной литературе, оценить необходимость и возможность изложения аналогичных материалов в учебниках для профильных классов средней школы.

Обзор учебной и научной литературы по искусственному интеллекту. Кроме упомянутой выше линейки учебников технологии Д.Г. Копосова для 5–8-х классов системы основного общего образования «Робототехника» [5–8] в настоящее время существует единственный учебник информатики углубленного уровня для профильных 11-х классов И.А. Калинина и Н.Н. Самылкиной [4], в котором есть глава «Интеллектуальные алгоритмы и искусственный интеллект». Она состоит из пяти параграфов:

§ 9. Интеллект и его моделирование (Задачи ИИ. Тест Тьюринга. Интеллектуальные системы);

§ 10. Алгебра логики (Логические операции. Законы алгебры логики);

§ 11. Знания и их представление (Онтологии и их классификации. Модели знаний);

§ 12. Экспертные системы (Состав экспертных систем. Нечеткая логика);

§ 13. Самообучающиеся технические системы (Алгоритм *APRIORI*, Алгоритм *CART*) [4: с. 95–128].

индийских школ имеет достаточные кадровые и материально-технологические ресурсы для реализации подобных программ, включающих создание простейших автоматизированных систем, изучение интернета вещей и больших данных.

Тщательно отобранный с содержательной и методической точки зрения, качественный и изложенный в доступной и соразмерной форме контент, включающий наиболее актуальные вопросы из области ИИ, делает этот учебник самым востребованным на сегодняшний день пособием для углубленного изучения информатики учащимися старшей школы.

К сожалению, нам не удалось отыскать ни в предметной области «Информатика», ни в предметной области «Технология» другие учебники или учебные пособия уровня средней школы, содержащие в каком-либо объеме информацию по ИИ, что еще раз поднимает вопрос о необходимости создания учебников для специализированного курса «Инженерные технологии» для профильных 10–11-х классов [9: с. 37], в которые можно было бы включить специальные разделы по ИИ, или отдельного учебника по ИИ. Эта задача представляется выполнимой, поскольку существует достаточно учебной литературы для студентов вузов, специалистов в области ИИ и педагогов, из которой можно было бы почерпнуть исходный материал для создания подобного курса, изложив информацию об ИИ с учетом знаний учащихся старших классов средней школы в области математики и информатики.

Среди отечественных учебников для вузов и научных публикаций можно назвать несколько наиболее удачных изданий. Прежде всего, это учебник «Основы искусственного интеллекта» Е.В. Боровской и Н.А. Давыдовой [2]. Первая глава книги знакомит читателей с содержанием научно-технологической области ИИ и направлениями ее развития; вводит понятия «данные» и «знания», описывает представление знаний в интеллектуальных системах; приводит материалы об экспертных системах (ЭС): их структуру, представление знаний в ЭС, особенности разработки и классификации ЭС, инструментальные средства и технологии разработки ЭС. Вторая глава посвящена методологии логического программирования — императивного, объектно-ориентированного, функционального, логического, нейросетевого, программирования в ограничениях и программирования на языке *Prolog*. Третья глава предлагает информацию о нейронных сетях — их структуре, применении и обучении. Четкая структурированность книги по главам, разделам и параграфам, емкие, простые заголовки и взаимосвязь между единицами учебной информации облегчают навигацию и усвоение учебного материала, что позволяет рекомендовать ее в качестве модели, образца будущего учебника по ИИ для средней школы.

В монографии А.В. Остроуха и Н.В. Сурковой «Системы искусственного интеллекта» [11] изложены концептуальные основы и методы представления знаний в системах ИИ, а также рассмотрены тенденции развития подобных систем. Книга охватывает следующие разделы:

1. Системы ИИ в инженерии знаний.
2. Методы представления знаний и решения задач в интеллектуальных системах.
3. Применение систем ИИ в профессиональной деятельности.
4. Технологии экспертных систем.

5. Нейросетевые технологии.

6. Интеллектуальные информационные системы и технологии на автомобильном транспорте (как пример применения ИИ в экономике).

Авторы рекомендуют книгу продвинутым специалистам в области ИИ, поэтому она может заинтересовать читателя своим нестандартным подходом и глубоким взглядом на проблемы ИИ. Тем не менее и учитель средней школы найдет в пособии полезную для своих учеников информацию, которую он сможет адаптировать к необходимому уровню их подготовки.

Заслуживает внимания учебник Л.Н. Ясницкого для высшей школы «Интеллектуальные системы» [16], в который также включена информация по основным направлениям ИИ: модели представления знаний, экспертные системы, классические и неклассические нейронные сети, их возможности и сферы применения, обучение нейронных сетей, прошлое, настоящее и будущее ИИ и интеллектуальных систем. Одна из глав учебника посвящена компьютерному творчеству — в музыкальной сфере, поэзии и науке. В ней представлен материал, необычный для учебных изданий, но который может быть с интересом воспринят учащимися.

«Лекции по искусственному интеллекту», прочитанные академиком Г.С. Осиповым для студентов технических вузов [10], помимо широко освещенных в других источниках разделов по ИИ, включают методы моделирования рассуждений, планирования и моделирования целенаправленного поведения, автоматизации приобретения знаний, некоторые идеи машинного обучения и реляционно-ситуационный метод анализа текстов. Широта тематики, предложенная автором, позволяет учителю выбрать те аспекты изучаемой темы, которые будут наиболее полно способствовать актуализации знаний учащихся.

Для тех читателей, которые не прочь пофилософствовать на темы ИИ, можно рекомендовать монографию А.С. Потапова «Искусственный интеллект и универсальное мышление» [12]. Автор придерживается междисциплинарного направления в развитии ИИ с опорой на исследования из области гуманитарных дисциплин — психологии, лингвистики, нейрофизиологии, философии, что необходимо для понимания проблем ИИ, если ставится задача создать с его помощью прообраз человеческого мозга. Особенно актуален такой подход, называемый антропологическим, для глубокого понимания методов поиска решения, представления знаний, машинного обучения и самоорганизующихся систем — наиболее прорывных в настоящее время направлений работы ИИ. Ценность данного издания — его доступность широкому кругу читателей.

Вообще говоря, любая поисковая система предоставит по вашему запросу информацию о более чем двух десятках изданий, посвященных различным аспектам ИИ, — от серьезных междисциплинарных теоретических изысканий и способов практического применения технологий ИИ до ИИ в комиксах, среди которых нельзя, к сожалению, найти ни одного, адресованного, как отмечалось выше, учащимся средней школы даже в качестве дополнительных учебных пособий.

Если теперь обратить свой взор на зарубежные рынки образовательной литературы по ИИ, то в англоязычной его части существует несколько фундаментальных и весьма объемных изданий, которые прежде всего можно рекомендовать учителю, владеющему английским языком, для самообразования. Однако они после соответствующей переработки могли бы также стать источниками информации для создания ряда разделов отечественного учебника по ИИ для средней школы.

Книга Нильса Нильссона «Искусственный интеллект: новый синтез» [19] написана в парадигме интеллектуального агента. В ней представлен общий обзор алгоритмов, работающих с использованием технологий ИИ, для интеллектуального анализа данных и бизнес-аналитики: машинное обучение, нейронные сети, генетическое программирование, компьютерное зрение, эвристический поиск, представление знаний, байесовские сети, стратегическое планирование. Книга не проста для восприятия, поскольку написана для тех читателей, у кого есть достаточный уровень знаний в области информатики и математики.

Джордж Люгер в книге «Искусственный интеллект: структуры и стратегии решения сложных проблем» [18] уделяет основное внимание общему представлению об ИИ, методам и стратегиям решения проблем, возникающих при проектировании и использовании нейронных сетей, генетических алгоритмов, интеллектуальных агентов, онтологий, автоматизированных рассуждений, при анализе естественного языка и машинном обучении. Книга требует от читателя не только высокого уровня теоретической подготовки в области математики и информатики, но и развитого логического мышления, а также владения аналитическими методами правдоподобных рассуждений — индукцией, дедукцией и абдукцией.

Одним из лучших зарубежных источников по проблемам ИИ считается книга Стюарта Рассела и Питера Норвига «Искусственный интеллект: современный подход» [13], в которой доходчиво излагаются понятия и приводятся примеры практического применения технологий ИИ. Книга, выдержавшая несколько изданий, заслуженно признается всемирной энциклопедией по ИИ. В 2019 г. в российском издательстве «Вильямс» вышел русский перевод книги, однако весьма ограниченным тиражом — 200 экземпляров.

Совместный труд ведущих зарубежных экспертов по ИИ под редакцией Мазина Гильберта «Искусственный интеллект для автономных сетей» [17] интересен своим междисциплинарным подходом. В издании представлены автономные сети как продукт совмещения двух уникальных технологий — Интернета и ИИ: исследуется потенциал автономной сети для преобразования ее работы, обеспечения кибербезопасности, предоставления корпоративных услуг, связи 5G и интернета вещей, мониторинга инфраструктуры и оптимизации сетевого трафика. Книга довольно сложная и не может быть рекомендована широкому кругу читателей, однако для наиболее заинтересованных педагогов она может

стать настольной книгой в области ИИ, причем информация о ряде практических аспектов его применения поддается успешной адаптации для учащихся с соответствующим уровнем подготовки.

В заключение отметим, что существует достаточный объем учебной и научной литературы разного уровня и по разным направлениям ИИ, которую можно было бы использовать при создании учебников и учебных пособий для учащихся средней школы. Однако вопрос о содержании подобных изданий пока остается открытым.

Литература

1. *Бахтиярова Е.З.* О судьбоносном значении НБИКС-технологий в развитии человечества // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. 2012. № 4 (20). Вып. 1. С. 8–11.
2. *Боровская Е.В., Давыдова Н.А.* Основы искусственного интеллекта. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2019. 127 с.
3. *Босова Л.Л.* Современные тенденции развития школьной информатики в России и за рубежом // Информатика и образование. 2019. № 1. С. 22–32.
4. *Калинин И.А., Самылкина Н.Н.* Информатика. 11 класс. Углубленный уровень. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2018. 212 с.
5. *Копосов Д.Г.* Технология. Робототехника. 5 класс: учеб. пособие. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2017. 96 с.
6. *Копосов Д.Г.* Технология. Робототехника. 6 класс: учеб. пособие. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2017. 128 с.
7. *Копосов Д.Г.* Технология. Робототехника. 7 класс: учеб. пособие. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2017. 128 с.
8. *Копосов Д.Г.* Технология. Робототехника. 8 класс: учеб. пособие. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2017. 128 с.
9. *Корчажкина О.М.* Составляющие инженерного мышления и роль ИКТ в их формировании // Информатика и образование. 2018. № 6. С. 32–38.
10. *Осинов Г.С.* Лекции по искусственному интеллекту. М.: Editorial URSS, 2018. 272 с.
11. *Остроух А.В., Суркова Н.В.* Системы искусственного интеллекта. М.: Лань, 2019. 288 с.
12. *Потапов А.С.* Искусственный интеллект и универсальное мышление. М.: Политехника, 2012. 711 с.
13. *Рассел С., Норвиг П.* Искусственный интеллект. Современный подход. М.: Вильямс, 2019. 1408 с.
14. *Технологическое образование школьников: Актуальная ситуация и пути развития.* М.: Ваш формат, 2019. 132 с.
15. *Шваб К., Дэвис Н.* Технологии Четвертой промышленной революции. М.: Эксмо, 2018. 320 с.
16. *Ясницкий Л.Н.* Интеллектуальные системы. М.: Лаборатория знаний, 2016. 224 с.
17. *Artificial Intelligence for Autonomous Networks (Chapman & Hall/CRC Artificial Intelligence and Robotics Series. 1st Edition. Edited by Mazin Gilbert). Chapman and Hall/CRC, 2018. 554 p.*

18. *Luger S.J., Norvig P.* Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd Edition). Pearson Education India, 2015. 1164 p.
19. *Nilsson N.J.* Artificial Intelligence: A New Synthesis. San Francisco, Morgan Kaufmann Publishers, 1998. 513 p.

Literatura

1. *Baxtiyarova E.Z.* O sud'bonosnom znachenii NBIKS-texnologij v razvitii chelovechestva // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofiya. Sociologiya. Politologiya. 2012. № 4 (20). Vy'p. 1. S. 8–11.
2. *Borovskaya E.V., Davy'dova N.A.* Osnovy' iskusstvennogo intellekta. M.: Binom. Laboratoriya znaniy, 2019. 127 s.
3. *Bosova L.L.* Sovremenny'e tendencii razvitiya shkol'noj informatiki v Rossii i za rubezhom // Informatika i obrazovanie. 2019. № 1. S. 22–32.
4. *Kalinin I.A., Samy'lkina N.N.* Informatika. 11 klass. Uglublenny'j uroven'. M.: Binom, Laboratoriya znaniy, 2018. 212 s.
5. *Koposov D.G.* Texnologiya. Robototexnika. 5 klass: ucheb. posobie. M.: Binom. Laboratoriya znaniy, 2017. 96 s.
6. *Koposov D.G.* Texnologiya. Robototexnika. 6 klass: ucheb. posobie. M.: Binom. Laboratoriya znaniy, 2017. 128 s.
7. *Koposov D.G.* Texnologiya. Robototexnika. 7 klass: ucheb. posobie. M.: Binom. Laboratoriya znaniy, 2017. 128 s.
8. *Koposov D.G.* Texnologiya. Robototexnika. 8 klass: ucheb. posobie. M.: Binom. Laboratoriya znaniy, 2017. 128 s.
9. *Korchazhkina O.M.* Sostavlyayushhie inzhenernogo my'shleniya i rol' IKT v ix formirovanii // Informatika i obrazovanie. 2018. № 6. S. 32–38.
10. *Osipov G.S.* Lekcii po iskusstvennomu intellektu. M.: Editorial URSS, 2018. 272 s.
11. *Ostroux A.V., Surkova N.V.* Sistemy' iskusstvennogo intellekta. M.: Lan', 2019. 288 s.
12. *Potapov A.S.* Iskusstvenny'j intellekt i universal'noe my'shlenie. M.: Politexnika, 2012. 711 s.
13. *Rassel S., Norvig P.* Iskusstvenny'j intellekt. Sovremenny'j podxod. M.: Vil'yams, 2019. 1408 s.
14. Texnologicheskoe obrazovanie shkol'nikov: Aktual'naya situaciya i puti razvitiya. M.: Vash format, 2019. 132 s.
15. *Shvab K., De'vis N.* Texnologii Chetvertoj promy'shlennoj revolyucii. M.: E'ksmo, 2018. 320 s.
16. *Yasniezkij L.N.* Intellektual'ny'e sistemy'. M.: Laboratoriya znaniy, 2016. 224 s.
17. Artificial Intelligence for Autonomous Networks (Chapman & Hall/CRC Artificial Intelligence and Robotics Series. 1st Edition. Edited by Mazin Gilbert). Chapman and Hall/CRC, 2018. 554 p.
18. *Luger S.J., Norvig P.* Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd Edition). Pearson Education India, 2015. 1164 p.
19. *Nilsson N.J.* Artificial Intelligence: A New Synthesis. San Francisco, Morgan Kaufmann Publishers, 1998. 513 p.

O.M. Korchazhkina

**Artificial Intelligence in the Program High School:
an Introduction to the Problem**

The article discusses the objective prerequisites and circumstances of the development of artificial intelligence technologies caused by the fourth industrial revolution. The problem of inclusion of the main theoretical and practical sections of artificial intelligence in the content of General education is discussed. The review of domestic and foreign manuals on artificial intelligence for University students and researchers is made.

Keywords: fourth industrial revolution; artificial intelligence; engineering and technical personnel; school education; literature on artificial intelligence.