Генезис технологий искусственного интеллекта и их развитие в образовании

Богуславский Михаил Викторович – д-р пед. наук, проф., чл.-корр. РАО, гл. науч. сотр. лаборатории сравнительного образования и истории педагогики; Институт стратегии развития образования (Москва, Россия); hist2001@mail.ru

Неборский Егор Валентинович – д-р пед. наук, доцент, проф. каф. иноязычного образования; Институт международного образования, Московский педагогический государственный университет (Москва, Россия); ev.neborskii@mpgu.su

Аннотация. *В статье представлен генезис технологий искусственного интеллекта (ИИ) и их развитие в сфере образования во второй половине XX – первой четверти XXI вв. Охарактеризованы два основных периода этого процесса развития: первый (конец 1960-х гг. – конец 2000-х гг.) – внедрение ИИ через активное обучение и стремление к «тьюторской» адаптивности; второй период (2010-е гг. – по наст. время) – развитие искусственных помощников и новые вызовы образованию. Сделаны выводы о том, что скорость развития технических решений в области ИИ заметно возросла, а усиление возможностей технологий ИИ затронет вопросы организации сферы образования.*

Ключевые слова. *Технологии искусственного интеллекта, информация, образование, цифровая революция, цифровые образовательные технологии, историко-хронологический метод, цифровизация образования, инструменты цифровой трансформации, иммерсивная обучающая среда.*

XX век ознаменован переходом из Галактики Гуттенберга в Галактику Тьюринга[1] – от печатной книги к искусственному интеллекту. Это революция способа создания, накопления и распространения информации. Изменения в этой области коснулись и сферы образования: начиная с первых попыток использования искусственного интеллекта (ИИ) при анализе ошибок студентов в выполнении работ в 1980-е гг. до совсем недавних событий с массовым распространением ChatGPT[2], когда академическое сообщество столкнулось с необходимостью адаптироваться к новой реальности и искать возможности «легального» применения чат-бота (виртуального собеседника) и пересмотра форматов проверки знаний и навыков обучающихся.

Универсального определения ИИ не существует, поскольку употребление термина касается, как минимум, двух смысловых категорий: 1) области исследований, связанных с автоматизацией интеллектуального поведения и машинным обучением; 2) свойства информационных систем и компьютерных программ выполнять сложные когнитивные задачи, которые были присущи человеку как homo sapiens. Не суще-

[1] *Алан Тьюринг* (1912–54) – английский математик, логик, криптограф, оказавший существенное влияние на развитие информатики.

[2] *ChatGPT* – большая языковая модель, использующая глубокое обучение для генерации текста и ответов на вопросы. Создана на основе технологии трансформеров, позволяющей обрабатывать большие объемы текста и понимать связи между словами и предложениями. Применяется для поиска информации, ответов на вопросы, генерации текста и др.

ствует и единого определения понятия «интеллект».

Развитие в последние годы возможностей ИИ вызвало множество алармистских заявлений об угрозе человечеству – от экзистенциальных рисков до насущных проблем в области дезинформации, дискриминации и национальной безопасности. В связи с этим даже были предприняты попытки законодательного регулирования вопроса [1]. Вместе с тем, ИИ остается одной из самых актуальных и перспективных тем не только в социальной или технической сфере, но и представляет интерес для проведения исторических исследований, выявляющих закономерности развития, всего, что могло быть упущено в повседневной практике.

Генезис искусственного интеллекта. Первые идеи разумных автоматонов (или автоматов) – кукол с механическим приводом, выполняющих действия по заданной программе – можно обнаружить в древнегреческих мифах: так, по просьбе Зевса для защиты от людей его супруги Европы Гефест создал бронзового великана Талоса. В древнекитайском тексте Ли Цзы есть предание, отражающее интерес людей, говоря современным языком, к роботизированной, искусственной жизни: в X в. до н.э. ремесленник по имени Ян Ши продемонстрировал королю Чжоу Му механического человека, который мог ходить, петь и танцевать [2]. В «Политике», написанной около 322 г. до н.э., Аристотель предполагал что если бы каждое орудие могло выполнять свойственную ему работу само, по данному ему приказанию или даже его предвосхищая, то зодчие не нуждались бы в работниках, а господам не нужны были бы рабы [3]. Сегодня это именуется роботизацией экономики и производства и уже не кажется абсолютной фантастикой.

Возникновение ИИ принято относить к первой половине XX в. Данный период охватывает 1910–50-е гг., включая события и разработки из области математики, кибернетики, теоретической информатики и инженерии, которые в итоге и собрали в некий «пазл», в целостную картину понимание природы ИИ и принципы его работы.

В 1910–13 гг. был издан трехтомник «Начала математики» Б.Рассела и А.Норта Уайтхеда, где показано, что вся элементарная математика может быть сведена к механическим рассуждениям в формальной логике. В 1912 г. Л.Торрес-и-Кеведо изобрел способный играть в шахматы автомат Эль-Ахедрециста (исп. «El Ajedrecista» – шахматист) – это устройство принято считать первой компьютерной игрой в истории техники [4].

В 1925 г. разработана математическая модель Изинга [5], которую в настоящее время рассматривают как первую искусственную рекуррентную нейронную сеть (Recurrent neural network, RNN).

В 1931 г. К.Гёдель заложил основы теоретической информатики и теории ИИ, определив фундаментальные ограничения алгоритмического доказательства теорем, вычислений и любого типа искусственного интеллекта, основанного на вычислениях.

В 1936 г. А.Тьюринг создал математическую модель абстрактной машины («Машина Тьюринга»), которая манипулировала символами на полосе ленты в соответствии с таблицей правил и была способна реализовать любой компьютерный алгоритм [6].

В 1940 г. Э.Кондон спроектировал, а Дж.Л.Тоуни и У.А. Дерром построили ниматрон – электромеханическую машину, игравшую в стратегическую игру «Ним».

В 1941 г. К.Цузе запустил цифровой электромеханический компьютер «Versuchsmodell 3» [7].

В 1943 г. У.Мак-Калок и У.Питтс опубликовали «Логическое исчисление идей, имманентных нервной деятельности» [8] – первое математическое описа-

ние искусственных нейронных сетей, моделей машинного обучения по аналогии с биологическими нейронными сетями в мозге животных. В 1944 г. вышла книга Дж.Неймана и О.Моргенштерна «Теория игр и экономического поведения» [10], оказавшая влияние и на принципы разработки непосредственно ИИ. В 1945 г. опубликовано эссе В.Буша «Как мы можем думать» о том, как компьютеры будут помогать людям во многих видах деятельности; было предсказано появление многих видов технологий, включая гипертекст, персональные компьютеры, Интернет, Всемирную паутину, распознавание речи и онлайн-энциклопедии (такие как Википедия) [9]. В 1948 г. Н.Виннер написал «Кибернетику» (переиздана с добавлениями в 1961 г.) [11], А.Тьюринг опубликовал доклад «Интеллектуальные машины», который считается первым манифестом искусственного интеллекта и предвосхищает появление коннекционизма [12].

В 1949 г. Д.Хебб разработал алгоритм обучения в нейронных сетях, а в 1950 г. А.Тьюринг опубликовал книгу «Вычислительная техника и интеллект», где предлагает свой тест в качестве меры машинного интеллекта и отвечает на все наиболее распространенные возражения против предположения о том, что «машины могут думать» [13].

В 1951 г. К.Стрейчи, разработчик первой в мире видеоигры, уже писал первые рабочие программы ИИ для работы на машине «Ферранти Марк 1» [14] (коммерчески доступного электронного цифрового компьютера общего назначения с хранимой в нем программой) для игры в шашки, а Д.Принц – для игры в шахматы. Фактически с этого года уже начинается практическое воплощение и развитие ИИ.

В результате во второй половине XX в. в рамках ИИ выделяются относительно независимые направления: распознавание образов, которое также содержит распознавание речи и рукописного ввода; моделирование знаний, включая логическое программирование и механизмы вывода информации; экспертные системы, вопросно-ответные системы и чат-боты; машинное обучение; искусственные нейронные сети и глубинное обучение; компьютерное зрение; робототехника; универсальные игровые программы.

Периодизация развития технологий ИИ в образовании в ретроспективном анализе. В качестве критериев для данной периодизации мы выбрали рост интереса к ИИ-технологиям и их проникновение в сферу образования, в том числе высшего. Исследовательским методом выступил историко-хронологический, позволивший систематизировать и распределить информацию по периодам.

Первый период (конец 1960-х гг. – конец 2000-х гг.). – внедрение ИИ через активное обучение и стремление к «тьюторской» адаптивности. Использование ИИ в учебном процессе началось в конце 1960-х гг. В 1967 г. У.Фёрзег, С.Пейперт и С.Соломон разработали язык программирования Лого для обучения в игровой форме детей дошкольного и младшего школьного возраста. В тот период компьютеры (электронно-вычислительные машины) занимали огромные площади, были дорогостоящими и потребляли колоссальное количество электроэнергии. Однако в них удалось соединить работы по искусственному интеллекту с революционными идеями Ж.Пиаже в области детской психологии. Дети в практической деятельности (т.е. в активном обучении) знакомились с языком программирования работы механического устройства, внешне напоминавшего черепашку. «Черепашка» могла передвигаться в разных направлениях благодаря командам, вводимым ребенком на компьютере, а также оставлять следы краски на полу пером, прикрепленным к ее брюху. Благодаря вариациям, дети могли получать как простые картинки, так и сложные геометриче-

ские узоры, что повышало их интерес к такой деятельности[15]. Позже, в 1970-е гг., благодаря распространению персональных компьютеров механических черепашек заменили экранные, весь опыт ребенок получал с монитора ПК, а в 1988 г. студентка С.Пейперта[3] И.Харель экспериментально подтвердила успешность применения Лого как средства обучения детей программированию и дробям [16].

В конце 1960-х гг. стали разрабатываться концепции генеративных обучающих программ, которые уже можно было отнести к технологиям ИИ. Компьютерные программы, использовавшиеся при изучении математике, информатике и геометрии ранее, были «линейными», т.е. с четко заданной последовательностью предоставления информации вне зависимости от индивидуальных характеристик ученика. Они были основаны на принципах оперантного обусловливания[4] (Б.Ф.Скиннер), воздействующих на память через подкрепление. Информация в программах нового типа могла генерироваться компьютером и выдаваться в различной последовательности в зависимости от результатов ученика. Среди первых работ по этой тематике можно отметить исследования П.Саппса [17] и Л.Ухра [18].

В 1980-х гг. появились концепции интеллектуальных систем обучения (ИСО) на стыке информатики, когнитивной психологии и исследований в области образования. ИСО использовались как некий «репетитор». Б.Блум доказал, что индивидуальное обучение, адаптированное к потребностям студента, является наиболее эффективной формой образовательного взаимодействия, по крайней мере, для большинства областей: 98% студентов, занимавшиеся с частными репетиторами, показали лучшие учебные результаты, чем обучающиеся в обычной (групповой) форме, в аудитории [19], хотя и те, и другие студенты учились в течение одного периода времени.

Именно такой индивидуализации, адаптивности к ученику и пытались достичь разработчики ИСО, налаживая обратную связь между «тьютором» программой и учеником, но обеспечить это в полной мере на тот момент было проблематично. Такие системы должны были спрогнозировать ошибки во время выполнения учебных заданий, а главное – дать рекомендации о том, как эти ошибки можно исправить [20], то есть фактически стать помощником в процессе учебы, вывести этот процесс на еще более качественный уровень. Но впоследствии стало ясно, что уровень интеллектуальных систем еще не настолько высок особенно в гуманитарных областях, так как учащиеся часто проявляли творческий подход к заданиям и собственным ошибкам.

Интеллектуальные системы обучения 1980-х гг. можно считать первой вехой в истории адаптивного обучения с помощью компьютерных систем, способных подстраиваться по индивидуальные характеристики ученика.

В конце 1980-х гг. начался цикл «*второй зимы искусственного интеллекта*». Этот термин ввели исследователи ИИ, который означает спад интереса к таким

[3] *Сеймур Пейперт* (1928–2016) – математик, программист, психолог и педагог, один из основоположников теории ИИ, создатель языка Logo (1968), инициатор предоставления бесплатных компьютеров малоимущим детям в разных странах мира в образовательных целях. Автор теории *конструкционистского обучения*, в ходе которого учащиеся делают собственные выводы, опираясь на творческие эксперименты и создания социальных объектов, а учитель выступает в роли посредника. Проанализировал возможности ИИ-технологий в учебном процессе.

[4] *Оперантное обусловливание* – теория, разработанная Б.Ф.Скиннером в середине XX в. Основывается на идее изменения поведения в зависимости от его последствий, т.е. действия, за которыми следует подкрепление, будут усилены и с большей вероятностью повторятся в будущем.

технологиям, а также потерю финансов для своих разработок. В 1987 г. произошел обвал рынка специализированного оборудования для ИИ, а настольные ПК Apple и IBM, напротив, начинали набирать популярность, а главное – производительность. Также были сокращены расходы со стороны правительств.

Однако сам ИИ в дальнейшем демонстрировал успехи: в 1995 г. программа «Чинук» играет в шашки с Д.Лафферти (31 ничья и 1 проигрыш человека); в 1996 г. программа «Дип Блю» выигрывает партию в шахматы с Г.Каспаровым (в условиях стандартной игры 40 ходов за 2 часа); в 1997 г. программа «Логистелло» обыгрывает чемпиона мира Т.Мураками со счетом 6–0 в игру «Отелло»; робот ASIMO, эволюционирующий с 2000 г. в течение десяти лет, дирижирует оркестром, разносит еду и напитки в качестве официанта, танцует и даже поддерживает беседу с людьми. Кроме того, репутацию ИИ спасло изменение стратегии разработчиков: они стали фокусироваться на конкретных решениях по узким вопросам, поддающимся математическому измерению, и активно сотрудничать с бизнесом, применяя статистику, различные данные и математический анализ.

В сфере образования технологии ИИ преимущественно использовались в том же формате, что и ранее, без существенных сдвигов.

Второй период (2010-е гг. – по наст. время). Развитие искусственных помощников и новые вызовы образованию. В начале 2010-х гг. в области разработки ИИ доминировало «глубокое (глубинное) обучение» (Deep Learning), поэтому ИИ стал развиваться с очень большой скоростью. Успех такого обучения был основан на усовершенствовании аппаратного обеспечения (более быстрые компьютеры, графические процессоры, облачные вычисления) и на доступе к большим объемам данных (включая тщательно подобранные наборы данных, такие как ImageNet).

В 2014 г. Технологический институт Джорджии запустил онлайн курс CS7637 «Искусственный интеллект, основанный на знаниях». На курсе обучались 300 человек, поэтому возникли проблемы с затратами времени на общение со студентами в чате. Педагоги-программисты под руководством А.Гоэла разработали виртуальную помощницу преподавателя, названную Джилл Уотсон, и осенью 2015 г. запустили ее в тестовом режиме, представив как члена преподавательского состава – ассистента преподавателя. Сделать это было легко, так как все общение осуществлялось через форум. Изначально таким образом планировалось снизить нагрузку на аспирантов, ассистировавшим профессору Гоэлу на курсе, чтобы им не приходилось отвечать на простые рутинные вопросы.

Студенты сначала не знали, что общаются с ИИ, но когда им об этом объявили, реакция была положительной. В ноябре 2016 г. профессор А.Гоэл выступил на конференции TEDxm SanFrancisco с докладом об использовании ИИ в организации учебного процесса. Постепенно функционал Джилл Уотсон расширялся, и она могла не только отвечать на стандартные организационные вопросы о том, как нужно наименовать файл для сдачи работы или в какой срок необходимо ее сдать, но и поддерживать небольшие беседы [21].

В то время чат-боты достаточно активно использовались в сфере банковских услуг, телефонии и IT, в сфере обслуживания, но в образовании они практически не применялись. Среди наиболее известных ранних чат-ботов – ELIZA (1966 г.) и PARRY (1972 г.), пик популярности которых пришелся на начало 2010-х гг. Очевидно, что чат-боты и виртуальные ассистенты будут все больше входить не только в повседневную жизнь чело-

века, но и в сферу образования. Значимым является тот факт, что люди (в частности, специалисты) применяют социальные правила и ожидания к ИИ, как если бы они общались с человеком (проявляют вежливость по отношению к ИИ, гендерные стереотипы и пр.). Это явление было названо «этопоэея» [22].

В 2022 г. компания OpenAI запустила «разумного» чат-бота ChatGPT, который, можно сказать, бросил вызов системе образования. Педагоги столкнулись с проблемой использования учениками данного бота для выполнения письменных заданий. И, хотя различные системы проверки работ на заимствование относительно быстро внедрили новые алгоритмы распознавания текста, сгенерированного машиной, вопрос о легализации использования чат-бота стоял серьезно.

Некоторые университеты разрешили использование чат-бота в конкретных пределах. Обсуждалась также возможность его применения в качестве персонального навигатора, для оценки эссе, быстрого погружения в новую проблему и формулировки первичных гипотез (что исследователи называют Википедией на новом технологическом уровне) [23]. Парадокс новейших технологий всегда одинаков: создавая новые возможности, они создают и новые проблемы.

В 2019 г. в Политехническом институте Ренсселера запустили учебную программу «Иммерсивный китайский язык с использованием искусственного интеллекта». Лаборатория когнитивных и иммерсивных систем института, совместно с IBM Research, начиная с 2015 г. разрабатывала новый вид учебного курса. Была сконструирована комната с 15-футовыми стенами и 360-градусной проекционной системой, на которой представлены графические изображения улиц Пекина с различными локациями (рестораны, уличные рынки, площади). По улицам ходили аватары, они реагировали на студентов, общались с ними и даже критиковали их акцент. Сценарии были разработаны в рамках проекта «Мандарин» (имеется в виду северокитайский язык) и старались максимально реально отражать потенциальные варианты развития диалогов и снизить языковой барьер, поэтому у студентов складывалось ощущение погружения [24].

Объединение виртуальной реальности, игрового дизайна и образования выходят на новый уровень своего развития. В настоящее время идет интенсивное развитие метавселенной – масштабируемой и совместимой сети 3D-виртуальных миров, которые визуализируются в реальном времени. Исследователи пророчат ей грандиозный успех уже в 2030-х гг. [25]. Конечно, образование тоже будет вовлечено в данный процесс в том или ином виде, как это стало с историей виртуального мира «Second Life» («Вторая жизнь»), когда университеты открывали целые кампусы на этой платформе в 2000-х гг. [26].

В 2022 г. произошел инцидент: инженер компании Google Б.Леймон обнаружил признаки собственного сознания у нейросети LaMDA, оценивая ее интеллект на уровне 7–8-летнего ребенка, который при этом знает физику [27]. Так впервые ИИ покусился на то главное, что определяет человека, – его разум. Объем информации, который способен проанализировать ИИ и скорость принятия решения – это характеристики, которые недоступны людям, даже гениям [28].

Однако существует точка зрения, что ИИ не вытеснит полностью педагогов, так как люди создают социальные связи, умеют импровизировать и решать нестандартные задачи, действовать интуитивно (приходить к правильным решениям, хотя не способны объяснить, как они дошли до этого решения); выражают эмпатию и создают атмосферу межличностного общения (а человек, как известно, существо бисоциальное). Не говоря уже о том,

что люди, скорее всего, вряд ли полностью доверят воспитание своих маленьких детей роботам и ИИ.

Подводя итоги, сформулируем выводы.

Во-первых, совершенно очевидно, что *скорость развития технических решений в области ИИ заметно возросла*. Причем это развитие имело скачкообразный характер: изменения, которые произошли, начиная с 2010-х гг., по совокупности в разы превышают количество изменений за всю предыдущую историю развития технологий ИИ. Следовательно, сфера образования уже в ближайшие годы будет переживать заметную трансформацию, хотя, безусловно, не изменит свою природу до неузнаваемости, поскольку в некоторых вопросах эта сфера значительно инертнее, чем технический прогресс. Чтобы технология перешла в рутинное пользование от энтузиастов программистов к педагогам непрофильных сфер, потребуется очень много времени.

Во-вторых, *усиление возможностей технологий ИИ затронет вопросы организации образовательной сферы*, доли участия в ней искусственных сущностей (подобных ассистентке Джилл Уотсон) и голосовых помощников, форматов оценки знаний и навыков учеников (как в случае с ChatGPT), целей образования – при постепенном вытеснении рутинных функций на рынке труда, вопросов этики.

В-третьих, *начинает складываться противоречивая ситуация*. С одной стороны, государства выделяют средства на исследования и разработки в области ИИ, открывая доступ к таким технологиям своим гражданам. С другой стороны, совершенно очевидно, что многие из этих технологий (например, учебная программа «Иммерсивный[5] китайский язык с использованием искусственного интеллекта») имеют, скорее, коммерческий характер. Хотя сама программа бесплатна для студентов, количество участников в ней строго ограничено, и далеко не каждое учебное заведение может позволить себе такие расходы. Кроме того, значительная доля таких технологий контролируется коммерческими компаниями-техногигантами, интересы которых могут в значительной степени входить в конфликт с интересами отдельных локальных сообществ.

Как показал ретроспективный обзор, развитие технологий ИИ меняет возможности для получения образования, в частности, через создание иммерсивных обучающих сред, «тьюторской» адаптивности и игровых элементов, а также создает ряд различных рисков, к которым относятся диспропорция в доступности подобных форматов, изменение этики и таксономии образования. Следуя логике развития технологий ИИ, те вызовы, которые обсуждались еще в XX в. и казались в определенной мере революционными или фантастическими, в ближайшие два десятилетия в большинстве случаев станут реальностью и повседневностью образования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Safe, Secure, and Trustworthy Development and Use of Artificial Intelligence. Executive Order 14110 of October 30, 2023. Available at: https://www.federalregister.gov/documents/2023/11/01/ 2023-24283/safe-secure-and-trustworthy-development-and-use-of-artificial-intelligence.

2. *Needham J.* Science and Civilisation in China, Vol. 2, History of Scientific Thought. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. 722 p.

3. *Аристотель*. Политика / Пер. С. А. Жебелева. М: АСТ, 2016. 384 с.

4. *Montfort N.* Twisty Little Passages: An Approach to Interactive Fiction. Cambridge: MIT Press, 2005. 286 p.

[5] *Иммерсивность* (от англ. immersive — «присутствие, погружение») — способ восприятия, создающий эффект погружения в искусственно созданную среду.

5. *Ising E.* Beitrag zur Theorie des Ferromagnetismus // Zeitschrift für Physik. 1925. Vol. 31. P. 253–258.

6. *Turing A.* On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem // Proceedings of the London Mathematical Society. 1937. Vol. S2-42, Issue 1. P. 230–265.

7. *McCorduck P.* Machines who think: A personal inquiry into the history and prospects of artificial intelligence. New York: W. H. Freeman, 1979. 375 p.

8. *McCulloch W., Pitts W.* A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity // Bulletin of Mathematical Biophysics. 1943. Vol. 5. P. 115–133.

9. *Vannevar B.* As we may think // The Atlantic Monthly. July, 1945. Vol. 176. P. 101–108.

10. *Neumann J., Morgenstern O.* Theory of Games and Economic Behavior. Princeton: Princeton University Press, 1944. 625 p.

11. *Wiener N.* Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine. Cambridge: MIT Press, 1961. 212 p.

12. The Essential Turing: the ideas that gave birth to the computer age. Seminal Writings in Computing, Logic, Philosophy, Artificial Intelligence, and Artificial Life plus The Secrets of Enigma / Ed. B. Copeland. Oxford: Clarendon Press, 2004. 622 p.

13. *Turing A.* Computing Machinery and Intelligence // Mind. 1950. Vol. LIX, Issue 236. P. 433–460.

14. *Lavington S.* A history of Manchester computers. London: NCC Publications, 1975. 45 p.

15. *Nwana H.* Intelligent Tutoring Systems: an overview // Artificial Intellegence Review. 1990. Vol. 4. P. 251–277.

16. *Johnstone B.* Never Mind the Laptops: Kids, Computers, and the Transformation of Learning. New York: iUniverse, 2003. 360 p.

17. *Suppes P.* Some theoretical models for mathematics learning // Journal of Research and Development in Education. 1967. Vol. 1. P. 5–22.

18. *Uhr L.* Teaching machine programs that generate problems as a function of interaction with students // Proceedings of the 24th National Conference. 1969. P. 125–134.

19. *Bloom B.* The 2 Sigma Problem: the search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring // Educational Researcher. 1984. Vol. 13. P. 4–16.

20. *Anderson J., Boyle C., Reiser B.* Intelligent tutoring systems // Science. 1985. Vol. 228(4698). P. 456–462.

21. *Eicher B., Polepeddi L., Goel A.* Jill Watson doesn't care if you're pregnant: Grounding AI ethics in empirical studies // Proceedings of the 2018 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society, AIES 2018. New Orleans, LA, USA, December, 2018. P. 88–94.

22. *Nass C., Moon Y.* Machines and Mindlessness: Social Responses to Computers // Journal of Social Issues. 2000. Vol. 56. No. 1. P. 81–103.

23. *Ивахненко Е.Н., Никольский В.С.* ChatGPT в высшем образовании и науке: угроза или ценный ресурс? // Высшее образование в России. 2023. Т. 32, № 4. С. 9–22.

24. *Neborsky E.V., Boguslavsky M.V., Ladyzhets N.S., Naumova T.A.* Digital Transformation of Higher Education: International Trends // International Scientific Conference "Digitalization of Education: History, Trends and Prospects" (DETP 2020). Amsterdam: Atlantis Press, 2020. P. 398–403.

25. *Ball M.* The Metaverse: And How It Will Revolutionize Everything. New York: Liveright, 2022. 352 p.

26. *Богуславский М.В., Неборский Е.В.* Влияние технологий виртуальной реальности на развитие образования в 2000-х гг. // Педагогический журнал Башкортостана. 2023. № 2(100). С. 107–119.

27. *Tiku N.* The Google engineer who thinks the company's AI has come to life // The Washington Post. 11 June, 2022. Available at: https://www.washingtonpost.com/technology/2022/06/11/google-ai-lamda-blakelemoine/?outputType=amp.

28. *Шестакова И.Г.* Человеческий капитал в цифровую эпоху // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2018. № 1. С. 56–63.

Дата поступления – 10.05.24

Genesis of artificial intelligence technologies and their development in education

Mikhail V. Boguslavsky – Dr. Sci. (Pedagogics), Professor, Corresponding Member RAE, Chief Researcher, Laboratory of Theoretical Pedagogy and Philosophy of Education, Institute for Education Development Strategy (Moscow, Russia); hist2001@mail.ru

Egor V. Neborsky – Dr. Sci. (Pedagogics), Docent, Professor of the Department of Foreign Language Education, Institute of International Education, Moscow Pedagogical State University (Moscow, Russia); ev.neborskii@mpgu.su

Abstract. *The article presents the genesis of artificial intelligence (AI) technologies and their development in the field of education in the second half of the twentieth and first quarter of the 21st centuries. Two main periods of this development process are characterized: the first (late 1960s - late 2000s) – the introduction of AI through active learning and the pursuit of "tutor" adaptability; the second period (2010s – present. time) – the development of artificial assistants and new challenges to education. It is concluded that the speed of development of technical solutions in the field of AI has increased significantly, and that strengthening the capabilities of AI technologies will affect the organization of the education sector.*

Key words. *Artificial intelligence technologies, information, education, digital revolution, digital educational technologies, historical and chronological method, digitalization of education, tools of digital transformation, immersive learning environment.*

REFERENCES

1. Safe, Secure, and Trustworthy Development and Use of Artificial Intelligence. Executive Order 14110 of October 30, 2023. Available at: https://www.federalregister.gov/documents/2023/11/01/ 2023-24283/safe-secure-and-trustworthy-development-and-use-of-artificial-intelligence.

2. *Needham J.* Science and Civilisation in China, Vol. 2, *History of Scientific Thought*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. 722 p.

3. *Aristotel'.* Politika / Per. S.A.Zhebeleva [Aristotle. Politics / Trans. S.A.Zhebeleva] Moscow: AST, 2016. 384 p.

4. *Montfort N.* Twisty Little Passages: An Approach to Interactive Fiction. Cambridge: MIT Press, 2005. 286 p.

5. *Ising E.* Beitrag zur Theorie des Ferromagnetismus // *Zeitschrift für Physik.* 1925. Vol. 31. P. 253–258.

6. *Turing A.* On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem // *Proceedings of the London Mathematical Society*. 1937. Vol. S2-42, Issue 1. P. 230–265.

7. *McCorduck P.* Machines who think: A personal inquiry into the history and prospects of artificial intelligence. New York: W. H. Freeman, 1979. 375 p.

8. *McCulloch W., Pitts W.* A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity // *Bulletin of Mathematical Biophysics*. 1943. Vol. 5. P. 115–133.

9. *Vannevar B.* As we may think // *The Atlantic Monthly*. July, 1945. Vol. 176. P. 101–108.

10. *Neumann J., Morgenstern O.* Theory of Games and Economic Behavior. Princeton: Princeton University Press, 1944. 625 p.

11. *Wiener N.* Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine. Cambridge: MIT Press, 1961. 212 p.

12. The Essential Turing: the ideas that gave birth to the computer age. Seminal Writings in Computing, Logic, Philosophy, Artificial Intelligence, and Artificial Life plus The Secrets of Enigma / Ed. B. Copeland. Oxford: Clarendon Press, 2004. 622 p.

13. *Turing A.* Computing Machinery and Intelligence // *Mind*. 1950. Vol. LIX, Issue 236. P. 433–460.

14. *Lavington S.* A history of Manchester computers. London: NCC Publications, 1975. 45 p.

15. *Nwana H.* Intelligent Tutoring Systems: an overview // Artificial Intellegence Review. 1990. Vol. 4. P. 251–277.

16. *Johnstone B.* Never Mind the Laptops: Kids, Computers, and the Transformation of Learning. New York: iUniverse, 2003. 360 p.

17. *Suppes P.* Some theoretical models for mathematics learning // *Journal of Research and Development in Education*. 1967. Vol. 1. P. 5–22.

18. *Uhr L.* Teaching machine programs that generate problems as a function of interaction with students // *Proceedings of the 24th National Conference*. 1969. P. 125–134.

19. *Bloom B.* The 2 Sigma Problem: the search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring // *Educational Researcher*. 1984. Vol. 13. P. 4–16.

20. *Anderson J., Boyle C., Reiser B.* Intelligent tutoring systems // Science. 1985. Vol. 228(4698). P. 456–462.

21. *Eicher B., Polepeddi L., Goel A.* Jill Watson doesn't care if you're pregnant: Grounding AI ethics in empirical studies // *Proceedings of the 2018 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society, AIES 2018.* New Orleans, LA, USA, December, 2018. P. 88–94.

22. *Nass C., Moon Y.* Machines and Mindlessness: Social Responses to Computers // *Journal of Social Issues*. 2000. Vol. 56. No. 1. P. 81–103.

23. *Ivakhnenko Ye. N., Nikol'skiy V. S.* ChatGPT v vysshem obrazovanii i nauke: ugroza ili tsennyy resurs? [ChatGPT in higher education and science: a threat or a valuable resource?]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii* [Higher education in Russia]. 2023. T. 32. No. 4. P. 9–22.

24. *Neborsky E. V., Boguslavsky M. V., Ladyzhets N. S., Naumova T. A.* Digital Transformation of Higher Education: International Trends // International Scientific Conference "Digitalization of Education: History, Trends and Prospects" (DETP 2020). Amsterdam: Atlantis Press, 2020. P. 398–403.

25. *Ball M.* The Metaverse: And How It Will Revolutionize Everything. New York: Liveright, 2022. 352 p.

26. *Boguslavsky M.V., Neborsky E.V.* Vliyaniye tekhnologiy virtual'noy real'nosti na razvitiye obrazovaniya v 2000-kh gg. [The influence of virtual reality technologies on the development of education in the 2000s]. *Pedagogicheskiy zhurnal Bashkortostana* [Pedagogical Journal of Bashkortostan]. 2023. No. 2 (100). P. 107–119.

27. *Tiku N.* The Google engineer who thinks the company's AI has come to life // *The Washington Post*. 11 June, 2022. Available at: https://www.washingtonpost.com/technology/2022/06/11/google-ai-lamda-blakelemoine/?outputType=amp.

28. *Shestakova I.G.* Chelovecheskiy kapital v tsifrovuyu epokhu [Human capital in the digital era]. *Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya: Ekonomika i ekologicheskiy menedzhment* [Scientific journal of NRU ITMO. Series: Economics and environmental management]. 2018. No. 1. P. 56–63.

Submitted – March 11, 2024