



DOI 10.22363/2313-2329-2020-28-3-505-521

УДК 004.8

Научная статья

Мировой рынок систем и технологий искусственного интеллекта: становление и тенденции развития

В.М. Матюшок, В.А. Красавина, С.В. Матюшок

Российский университет дружбы народов
Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

Аннотация. С каждым днем все больше и больше компаний делают ставку на искусственный интеллект (ИИ), начиная с небольших стартапов и заканчивая крупными компаниями, среди которых выделяются не только ИТ-гиганты Google, Microsoft, Facebook, IBM, но и те, которые, казалось бы, далеки от этой темы: например, General Motors и Boeing создали совместную лабораторию для исследований ИИ. Становится очевидным, что технологии ИИ – это настоящий мейнстрим нашего времени. В статье рассматривается мировой рынок систем и технологий искусственного интеллекта, описываются становление данного рынка, основные тенденции и сегменты в его развитии. Цель исследования – выявить динамику, особенности и тенденции мирового рынка систем и технологий искусственного интеллекта. Для этого использовались методология системного анализа, диалектический метод научного познания, методы исторического, логического и сравнительного анализа. В результате систематизировано понятие искусственного интеллекта, раскрыта динамика мирового рынка систем и технологий искусственного интеллекта (в том числе в региональном разрезе). Определена взаимосвязь его динамики с резким скачком в производительности алгоритмов обработки информации, который стал возможным благодаря быстрым компьютерам на основе графических процессоров, лавинообразному росту данных и появлению почти неограниченных возможностей для их хранения и технологий доступа к ним. Показано, что мировой рынок технологий искусственного интеллекта находится в фазе завышенных ожиданий с достаточно высоким уровнем риска для инвесторов. Выявлены основные тенденции и сегменты в развитии мирового рынка систем и технологий искусственного интеллекта, среди которых технологии глубокого обучения (англ. deep learning), конвергенция технологий ИИ с другими технологиями, такими как аналитика, ERP, Интернет вещей, блокчейн и даже квантовые вычисления, дающая наибольший эффект, разработка систем когнитивного интеллекта и создание когнитивного компьютера. Показано, что бизнес-лидеры считают ИИ фундаментальным и абсолютно необходимым для развития будущих бизнес-возможностей. Доказано, что бурное развитие систем и технологий ИИ – это не просто очередная технологическая инновация, а технологическая платформа четвертой промышленной революции, с которой связываются надежды на ускорение экономического роста мировой экономики, повышение конкурентоспособности стран и компаний.

Ключевые слова: искусственный интеллект, мировой рынок, цифровизация, четвертая промышленная революция, конвергенция технологий

© Матюшок В.М., Красавина В.А., Матюшок С.В., 2020



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Введение

Понятие *искусственного интеллекта* (ИИ) (от англ. artificial intelligence, AI) возникло в конце 40-х – начале 50-х годов прошлого века, когда основоположник информатики английский математик А. Тьюринг в статье «Вычислительные машины и разум» выдвинул положение о том, что наступит время, когда компьютер будет «мыслить» так же, как люди. Чтобы определить, может ли машина мыслить, Тьюринг предложил эмпирический тест, когда человек, взаимодействующий с компьютером и человеком, не сможет отличить компьютер от другого человека (Тьюринг, 2003; Turing, 1950). Хотя понятие ИИ насчитывает более полувека, устоявшегося определения искусственного интеллекта до сих пор нет. В начале 1980-х годов ученые в области теории вычислений Барр и Файгенбаум предложили следующее определение: «Искусственный интеллект – это область информатики, которая занимается разработкой интеллектуальных компьютерных систем, то есть систем, обладающих возможностями, которые мы традиционно связываем с человеческим разумом, – понимание языка, обучение, способность рассуждать, решать проблемы и т. д.» (Искусственный интеллект...). Конференция ООН по торговле и развитию ЮНКТАД определяет искусственный интеллект как «способность машин подражать интеллектуальному поведению человека» (Information Economy Report., 2017. P. 5). Ряд ученых определяют искусственный интеллект как свойство интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека (Аверкин и др., 1992), другие – как науку и технологии создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ (McCarthy, 2007), третьи – как научное направление, ставящее и решающие задачи «моделирования тех видов человеческой деятельности, которые традиционно считаются интеллектуальными» (Аверкин и др., 1992), четвертые – как создание таких систем, которые способны «правильно интерпретировать внешние данные, извлекать уроки из таких данных и использовать полученные знания для достижения конкретных целей и задач при помощи гибкой адаптации» (Kaplan, Haenlein, 2019). Позже к ИИ стали относить ряд алгоритмов и программных систем, решающих некоторые задачи так, как это делал бы размышляющий над их решением человек. Основные свойства ИИ – это понимание языка, обучение, способность мыслить и действовать.

Основатель и руководитель Всемирного экономического форума в Давосе Клаус Шваб назвал искусственный интеллект одной из основных движущих сил четвертой промышленной революции (Schlein, 2016). По данным исследования Стэнфордского университета, опубликованного в декабре 2019 года, скорость развития технологий ИИ опережает закон Мура, начиная с 2012 года (Perrault et al., 2019). В соответствии с этим законом скорость процессора удваивается каждые 18 месяцев, на основании чего можно утверждать, что эмпирический тест Тьюринга компьютер пройдет уже в первой половине текущего десятилетия. Это создаст невиданные возможности для повышения производительности труда, конкурентоспособности, темпов роста мировой экономики. Такого мнения придерживаются как зарубежные, так и отечественные исследователи.

Обзор литературы

При написании статьи был проанализирован ряд публикаций зарубежных и отечественных ученых-исследователей, размещенных в открытом доступе. Так отечественный ученый Э.М. Пройдаков в своей работе «Современное состояние искусственного интеллекта» дает характеристику основным направлениям ИИ и общий обзор современного состояния исследований и разработок систем ИИ, перечисляет основные тенденции НИОКР в области ИИ, а также показывает возможности использования систем ИИ в области государственного управления. И.В. Лукьянов в статье «Инновационная экономика и искусственный интеллект как движущие факторы четвертой промышленной революции» рассматривает три основных типа искусственного интеллекта и возможные последствия развития четвертой промышленной революции для современного общества.

Рассмотрение современного состояния технологических инноваций в области искусственного интеллекта в ведущих странах мира и России и разработка предложений по совершенствованию этого процесса в российской практике приводятся в работе С.В. Шуриной и А.С. Данилова «Искусственный интеллект как технологическая инновация для ускорения развития экономики». Авторы подчеркивают, что искусственный интеллект является прорывной технологией, имеющей большой потенциал. Они отмечают, что активное внедрение ИИ в компаниях значительно повышает их эффективность, конкурентоспособность, развивает отраслевые рынки, стимулирует создание новых технологий, повышает качество продукции и увеличивает объем производства, а также в общем плане формирует дополнительные импульсы, способствующие развитию России и ее вхождению в число пяти крупнейших экономик мира.

Европейскими учеными были рассмотрены вопросы отличия ИИ от смежных понятий, таких как Интернет вещей и большие данные, и выдвинуто предположение, что ИИ не является единым монолитным термином, а нуждается в более детальном рассмотрении (Kaplan, Haenlein, 2019).

Исследователи из Индии проанализировали общее влияние ИИ на бизнес – от исследований, инноваций, развертывания до будущих изменений в бизнес-моделях. Для этой цели авторы разработали трехмерную исследовательскую модель, основанную на неошумпетерианской экономике и ее трех силах, а именно: на инновациях, знаниях и предпринимательстве (Soni et al., 2019).

Основой и информационной базой для исследования послужили также базы данных, информационные и статистические материалы (данные и отчеты) аналитических агентств и консалтинговых компаний, размещенные в открытых источниках.

Внедрение систем и технологий ИИ как важнейшая тенденция мировой экономики

Искусственный интеллект – это комплекс родственных систем и технологий, развивающихся качественно и стремительно проникающих в самые различные сферы человеческой деятельности: фондовые рынки, маркетинг и интеллектуальный анализ данных, управление финансами и кредитными рисками,

промышленность, робототехнику, управление человеческими ресурсами, рекрутинг, военное дело, медицину, музыку, издательское дело и т. д. Ранее нами также отмечалось, что создание и реализация систем и технологий искусственного интеллекта является одной из главнейших тенденций в мировой экономике (Матюшок, Красавина, 2016). Сегодня они оказались важной частью современного мира, будучи способными интегрироваться во многие сферы нашей жизни и бизнеса. Перспективные компании уже используют рекомендации и механизмы анализа на основе ИИ для повышения ценности бизнеса и захвата доли рынка в различных секторах и отраслях. Если в 2013 году мировой рынок технологий ИИ по данным консалтинговой компании Frost & Sullivan составлял 0,7 млрд долл. США, то в 2017 году он вырос до 13,4 млрд долл. США, а к 2022 году составит 52,5 млрд долл. США, то есть по сравнению с 2017 годом вырастет в четыре раза. По оценкам аналитиков той же компании, опубликованным в январе 2019 года, широкое внедрение систем и технологий ИИ увеличит к 2030 году объем мирового рынка товаров и услуг на 15,7 трлн долл. США.

Аналогичные оценки приводят другие компании и агентства. Так, по данным компании Tractica, ожидается, что мировой рынок искусственного интеллекта к 2025 году достигнет 118,6 млрд долл. США (рис. 1). Причем с большой долей вероятности можно утверждать, что данный тренд будет доминировать в ближайшие несколько лет.

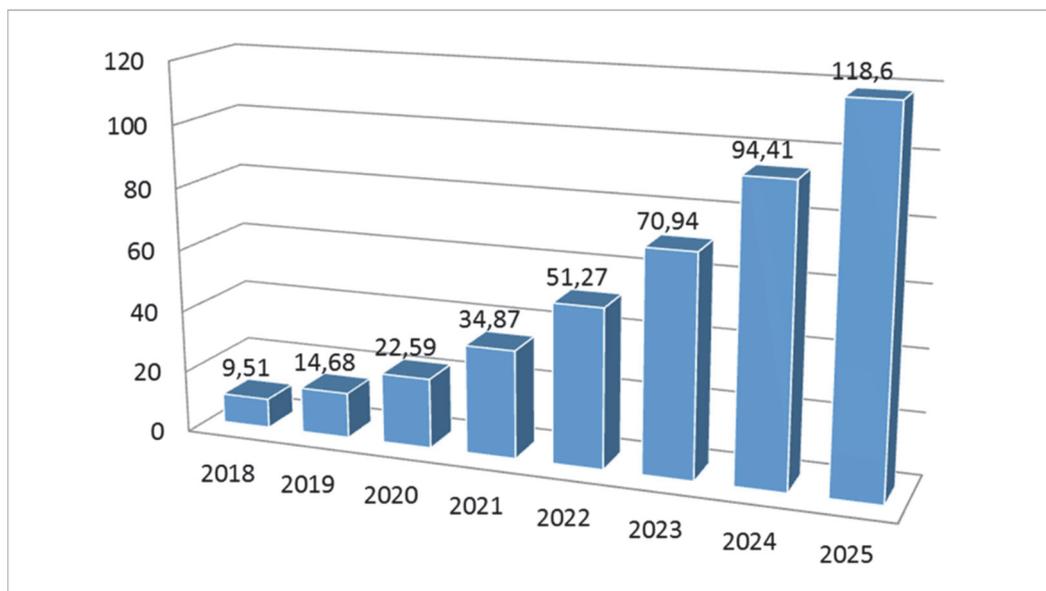


Рис. 1. Объем мирового рынка систем и технологий ИИ, 2018–2025, млрд долл. США
[Figure 1. Worldwide artificial intelligence market revenues, 2018–2025, USD billion]

Источник: составлен авторами по данным Statista и Tractica¹.

Стремительная цифровизация, а также активное развитие Интернета вещей (IoT) объясняют растущую роль ИИ в мире и бизнесе (Матюшок, Красавина, 2016).

¹ Revenues from the artificial intelligence (AI) software market worldwide from 2018 to 2025. URL: <https://www.statista.com/statistics/607716/worldwide-artificial-intelligence-market-revenues/> (accessed: 01.04.2020).

на, 2017). По оценкам PwC (2019 AI Predictions..., 2019), к 2030 году глобальный ВВП за счет использования искусственного интеллекта вырастет на 14 %, или на 15,7 трлн долл. США. Более половины этого прироста будет обеспечено за счет повышения производительности труда, а остальная часть – за счет увеличения потребительского спроса. Наибольшую экономическую выгоду из ИИ смогут извлечь Китай (прирост ВВП в 2030 году +26 %) и страны Северной Америки (+14,5 %). Однако сегодня (как и в ближайшие годы) темпы роста производительности в США будут превышать показатели Китая в силу более высокого уровня автоматизации и готовности к внедрению ИИ. В развивающихся странах (Латинской Америки и Африки) темпы распространения ИИ будут скромнее (менее 6 %) в силу менее интенсивного проникновения ИТ в целом (рис. 2).

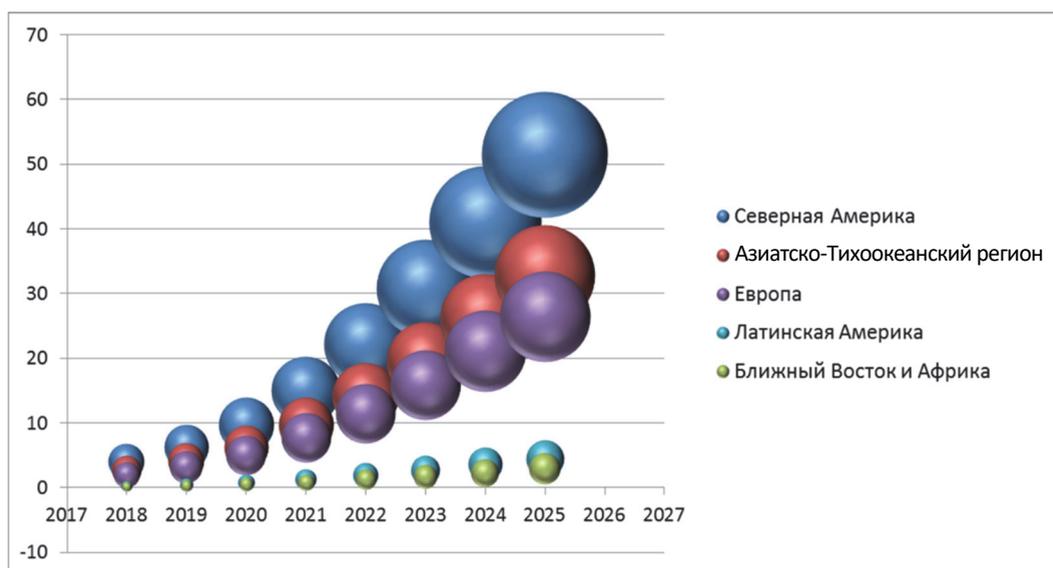


Рис. 2. Динамика региональных рынков искусственного интеллекта, млрд долл. США
[Figure 2. The dynamics of regional artificial intelligence markets, USD billion]

Источник: составлено авторами по данным Statista и Tractica².

Сегодня ИИ используется во многих сферах нашей жизни. Бизнес-индустрия увидела выгоду для себя и адаптирует искусственный интеллект под свои потребности и нужды, используя его не только для увеличения продаж, но и для разработки новых продуктов и услуг (Красавина, 2019). Главное в любом бизнесе – сделать продукты и услуги более привлекательными для клиентов, и искусственный интеллект – один из способов достичь этого. Многие отрасли уже внедрили технологию ИИ (рис. 3) и получают ощутимую выгоду от его использования.

Недавно компания Blumberg Capital опубликовала опрос³, в котором изучалось, как много американцев знают об ИИ. На самом деле, как говорится в их

² Revenues from the artificial intelligence software market worldwide from 2018 to 2025, by region. URL: <https://www.statista.com/statistics/721747/worldwide-artificial-intelligence-market-by-region/> (accessed: 01.04.2020).

³ Blumberg Capital, Artificial Intelligence in 2019: Getting Past the Adoption Tipping Point, 2019. URL: <https://www.blumbergcapital.com/ai-in-2019/> (accessed: 01.04.2020).

статистике по искусственному интеллекту, ровно половина опрошенных чувствуют оптимизм и действительно информированы об ИИ. Однако другая половина ничего не знает об ИИ и даже боится его. Около 5 % опрошенных пользователей также считают, что большинство услуг, которые они используют ежедневно, основаны на ИИ, в то время как 26 % считают, что они взаимодействуют с ИИ хотя бы раз в день. Исследование также показывает, что 50 % предприятий имеют ИИ, встроенный в их бизнес. Согласно опросу, проведенному Morning Consult (Voicebot.ai, 2017), в 2017 году было продано более 18 млн смарт-динамиков Amazon Echo, которые могут выступать в качестве центрального узла системы домашней автоматизации для управления другими смарт-устройствами. Кроме того, в том же опросе показано, что за тот же период было приобретено 15,7 млн смарт-динамиков Google Home.

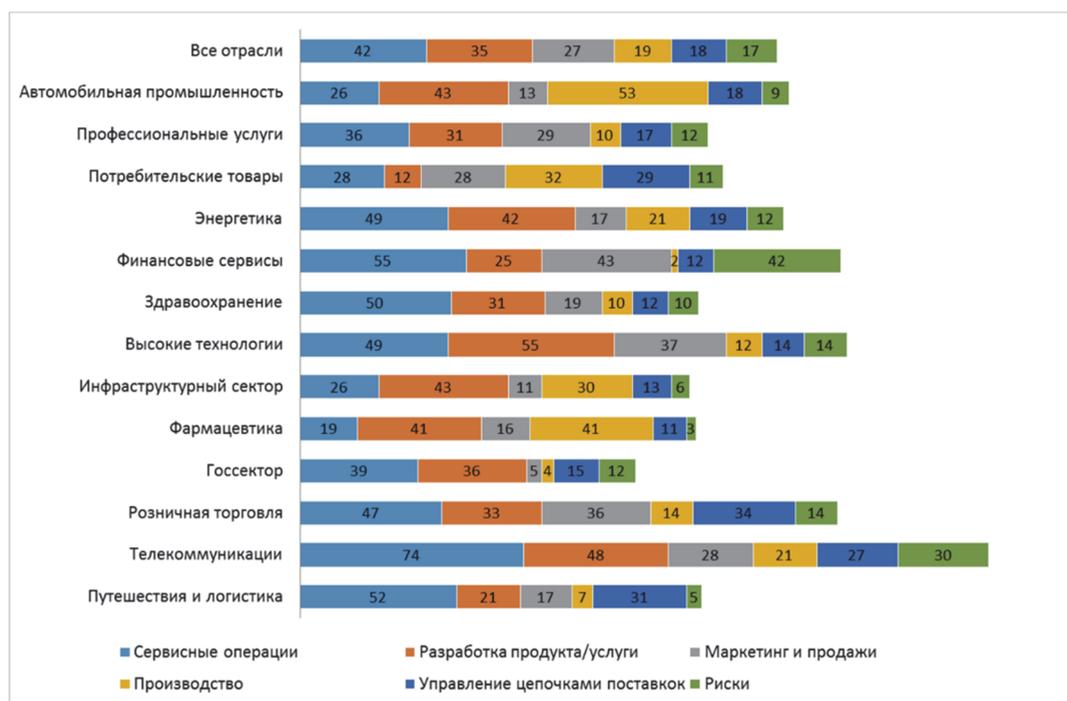


Рис. 3. Внедрение ИИ по отраслям промышленности и функциональным сегментам в 2019 году, % респондентов
 [Figure 3. AI implementation by industry and functional segments in 2019, % of respondents]

Источник: составлено авторами по данным McKinsey & Company⁴.

Следует отметить, что сегодня семьдесят пять стран используют технологии искусственного интеллекта для систем видеонаблюдения. Кроме того, ИИ нашел одно из самых широких применений в надзоре. Многие страны мира внедрились технологию ИИ для разработки камер видеонаблюдения. Фактически статистика искусственного интеллекта явно говорит о том, что пятьдесят

⁴ AI adoption advances, but foundational barriers remain. URL: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/ai-adoption-advances-but-foundational-barriers-remain> (accessed: 01.04.2020).

шесть стран мира используют ИИ для умных городских платформ. Шестьдесят четыре страны добавили программное обеспечение для распознавания лиц, в то время как пятьдесят две уже используют интеллектуальную полицию. Интересно, что китайские компании, такие как Hikvision, Huawei, ZTE и Dahua, поставляют необходимую технологию искусственного интеллекта в шестьдесят три страны и некоторым фирмам из США.

Инвестиции в системы и технологии ИИ

Еще 20–30 лет назад только крупные компании могли работать над ИИ. Они имели доступ к мощным устройствам и технологической инфраструктуре, к быстрому соединению. Простой разработчик не имел доступа к колоссальным массивам данных в открытом доступе. А недостаток вычислительных мощностей сильно тормозил исследования в сфере ИИ. Сегодня же для развития и распространения ИИ созданы самые благоприятные условия: современная инфраструктура и экосистема дали возможность искусственному разуму начать «думать», чему способствуют огромные объемы памяти, большие возможности обработки данных, облачные вычисления, высокоскоростная оптоволоконная связь, повсеместное распространение Wi-Fi и IoT. Сегодня работать над ИИ интеллектом имеют возможность не только крупные компании, но и при желании любой разработчик может заняться исследованиями в области ИИ.

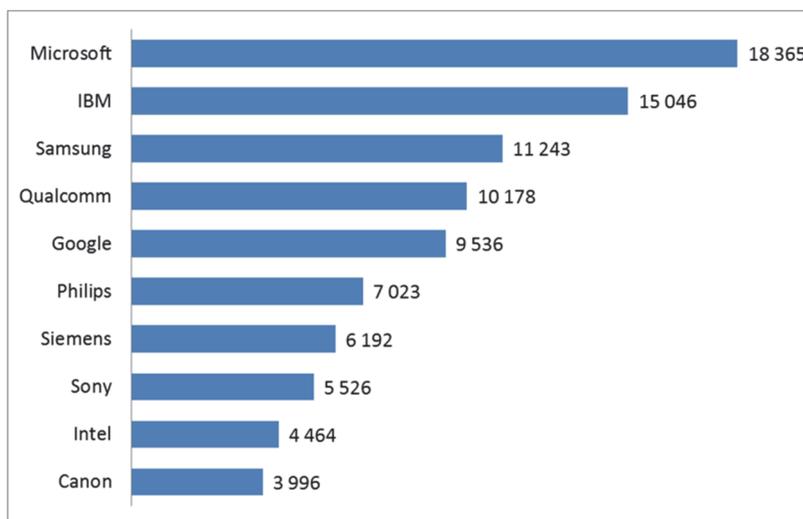


Рис. 4. Число компаний с наибольшим количеством патентов на использование технологий ИИ в 2019 году
[Figure 4. The number of companies with the most of AI patents in 2019]

Источник: составлено авторами по данным Statista⁵.

Что касается заинтересованности частных компаний в ИИ, то интерес компаний можно оценить по количеству зарегистрированных ими патентов на использование технологий ИИ (рис. 4).

⁵ The Companies With the Most AI Patents. URL: <https://www.statista.com/chart/18211/companies-with-the-most-ai-patents/> (accessed: 01.04.2020).

По оценкам компании Information Data Corporation (IDC) общемировые расходы на ИИ-системы (включая аппаратное и программное обеспечение, а также соответствующие услуги), увеличатся с 8 млрд долл. в 2016 году до 46 млрд долл. США в 2020 году. По прогнозам Gartner к 2020 году технологии искусственного интеллекта и машинного обучения будут присутствовать практически во всех новых программных продуктах и сервисах. Ожидается, что к этому моменту ИИ станет частью стратегий цифровой трансформации и окажется приоритетом для инвестиций почти трети компаний в мире (Актуальные тенденции., 2017).

Примечательно, что во втором квартале 2019 года стартапы в области искусственного интеллекта получили финансирование в размере 7,4 млрд долл. США, что является самым высоким показателем за всю историю наблюдений. Количество сделок также росло. Было заключено 488 сделок с использованием технологий ИИ (рис. 5).



Рис. 5. Инвестиции в ИИ-стартапы (млн долл. США) и количество сделок
[Figure 5. Investments in AI startups (USD million) and number of deals]

Источник: составлено авторами по данным Statista и CB Insights⁶.

Таблица

Инвестиции в технологии ИИ по ведущим странам
[Table. Investments in AI technologies by leading countries]

Страна	Сумма инвестиций (млн долл. США)	Количество заключенных сделок
Канада	285,17	34
Китай	5505,22	53
Израиль	278,4	42
Великобритания	569,49	124
США	6398,61	429
Общая сумма	13 036,89	682

Источник: составлено авторами по данным TAdviser и Frost & Sullivan⁷.

⁶ AI Startup Funding Reaches Record High. URL: <https://www.statista.com/chart/18878/artificial-intelligence-startup-funding/> (accessed: 01.04.2020).

⁷ Искусственный интеллект (мировой рынок). URL: <http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%8>

По данным компании Frost & Sullivan, лидером по сумме инвестиций в развитие технологии ИИ и количеству заключенных сделок остается США, за которыми следуют Китай и Великобритания (см. таблицу). Однако, если принимать во внимание среднюю стоимость сделки, то безусловным лидером является Китай, средний размер сделок которого в последние два года составил более чем 100 млн долл. США против 15 и 5,4 млн долл. у США и Великобритании соответственно. В Китае технологии ИИ очень популярны, их разработка активно поддерживается правительством, а рынок этих технологий развивается такими стремительными темпами, что при их сохранении Китай может стать мировым лидером в этой сфере, обогнав США.

Но, как это обычно бывает с новыми разработками, стремясь привлечь как можно больше инвестиций, многие компании только заявляют, что они занимаются технологиями ИИ, хотя на самом деле таких технологий не разрабатывают и не применяют. Тем самым клиенты и инвесторы вводятся в заблуждение и повышаются риски для инвесторов.

Что касается европейских стран, то аналитики компании MMC Ventures отмечают, что на март 2019 года больше всего стартапов, занимающихся искусственным интеллектом, было в Великобритании – 479, на втором месте Франция – 217, далее следует Германия – 196, затем Испания – 166 и Нидерланды – 103.

В отраслевом разрезе больше всего стартапов занимаются разработкой технологий ИИ для медицины и поддержания здоровья.

Основные тенденции развития мирового рынка систем и технологий ИИ

Бурное развитие систем и технологий ИИ в последнее десятилетие дает основание многим экспертам, бизнесменам и ученым считать, что это не просто очередная технологическая инновация, а технологическая платформа четвертой промышленной революции, с которой связываются надежды на ускорение экономического роста мировой экономики, повышение конкурентоспособности стран и компаний. Менее десяти лет назад произошел резкий скачок в производительности алгоритмов обработки информации, который стал возможным благодаря быстрым компьютерам на основе графических процессоров, лавинообразному росту данных и появлению почти неограниченных возможностей для их хранения и технологий доступа к ним. На этой основе стала возможной разработка *технологий глубокого обучения* (англ. deep learning), базирующихся на создании и обучении искусственных нейронных сетей, основанных на принципах работы человеческого мозга. Посредством глубокого обучения компьютеры способны учиться распознавать и анализировать речь, изображения, видео- и аудиоданные так же хорошо, а порой и лучше, как человек.

Преимущества систем и технологий ИИ увеличиваются еще больше, когда он используется в сочетании с другими технологиями, такими как аналити-

3%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82_(%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA) (дата обращения 01.04.2020).

ка, ERP⁸, Интернет вещей, блокчейн и даже квантовые вычисления. Происходит своеобразная *конвергенция технологий ИИ с другими технологиями*, дающая наибольший эффект. Согласно исследованиям компании PwC (2019 AI Predictions..., 2019), 36 % руководителей включили управление конвергенцией ИИ с другими технологиями в число главных задач в области ИИ на 2019 год наравне с удержанием сотрудников. В этом рейтинге конвергенция лишь немного уступает обеспечению доверия к ИИ. Компании также разделяют мнение, что еще одна приоритетная задача – дальнейшее развитие углубленной, прогнозной и потоковой аналитики при помощи ИИ. Такая конвергенция может усилить новые бизнес-модели на основе данных.

Примечательно, что для Интернета вещей конвергенция с ИИ также создаст большие преимущества. Совсем скоро у крупных предприятий количество датчиков, подключенных к IoT и собирающих информацию с корпоративного оборудования и клиентских устройств, сможет исчисляться миллионами. ИИ и аналитика будут играть важную роль в выявлении закономерностей в огромной массе данных для самых разных задач: от обслуживания систем до маркетингового анализа. Справиться с этим помогут микропроцессоры с элементами ИИ, встроенные непосредственно в устройства Интернета вещей для сбора данных на местах (2019 AI Predictions..., 2019).

Важнейшим направлением в развитии технологий искусственного интеллекта является разработка систем *когнитивного интеллекта* и создание когнитивного компьютера, который способен обучаться, познавая окружающий мир, самостоятельно делать выводы и на их основе принимать решения. Такой проект разрабатывается фирмой IBM в сотрудничестве с рядом университетов по заказу Министерства обороны США. Компания IDC прогнозирует (Worldwide Spending..., 2018), что в будущем расходы, связанные с системами когнитивного и искусственного интеллекта, будут расти ежегодно на 37,3 % в период между 2017 и 2022 годами. В конечном итоге расходы составят 77,6 млрд долл. США, что означает увеличение в три раза по сравнению с показателем 2018 года, который составлял 24 млрд долл. США. В настоящее время статистические данные об искусственном интеллекте также показывают, что программное обеспечение ИИ будет самой крупной и быстрорастущей технологической категорией, охватывающей около 40 % всех расходов на когнитивные функции и ИИ.

Безусловно, тенденции развития мирового рынка систем и технологий ИИ формируются не только со стороны предложения, но и со стороны спроса и, прежде всего, со стороны бизнеса. Причем роль бизнеса в наращивании спроса на технологии ИИ в перспективе только вырастет. Самые последние исследования компании PwC показывают, что более 70 % лидеров бизнеса США считают ИИ фундаментальным и абсолютно необходимым для разви-

⁸ ERP (англ. Enterprise Resource Planning, планирование ресурсов предприятия) – организационная стратегия интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления активами, ориентированная на непрерывную балансировку и оптимизацию ресурсов предприятия посредством специализированного интегрированного пакета прикладного программного обеспечения, гарантирующего общую модель данных и процессов для всех сфер деятельности.

тия будущих бизнес-возможностей. Кроме того, с целью сохранения конкурентного преимущества на рынке 85 % руководителей считают, что ИИ предоставит их компаниям конкурентное преимущество на рынке, а три четверти полагают, что ИИ поможет их компаниям перевести бизнес на новые рельсы или же начать новый бизнес.

Сегодня порядка 80 % взаимодействия компаний с клиентами осуществляется без людей. Известно, что многие повторяющиеся задачи, которые раньше люди выполняли порой в течение долгого времени, сегодня гораздо быстрее выполняют чат-боты. Хотя подобные роботы используются в банках и службах доставки, они имеют самый высокий уровень использования в обслуживании клиентов. Будущая статистика использования искусственного интеллекта предсказывает, что уже с 2020 года около 85 % взаимодействия с клиентами будет осуществляться исключительно с помощью чат-ботов.

Последнее исследование компании Accenture, проведенное в двенадцати развитых странах, показало, что включение технологии ИИ в бизнес может удвоить темпы экономического роста этих стран к 2035 году. Предприятия, которые используют технологии ИИ в продажах, смогли увеличить количество потенциальных клиентов на 50 %, сократив при этом время разговоров на 60–70 %. Это, в свою очередь, помогло снизить затраты на 40–60 % за счет сокращения количества потерянных потенциальных клиентов и сделок.

Статистика внедрения ИИ показывает, что они приводят к увеличению производительности и прибыльности бизнеса. В частности, недавнее исследование, проведенное Harvard Business Review (Fountaine et al., 2019), установило, что увеличение роботизированных транзакций за счет использования ИИ ведет к росту количества продаж и оказалось чрезвычайно прибыльным. Следует особо отметить, что, согласно отчетам консалтинговых компаний, количество роботизированных транзакций достигло в 2019 году отметки в 10,1 млрд долл. США. Транзакции сократились только в июле 2019 года после увеличения на 1,1 млрд долл. США в июне 2019 года. Статистические данные об ИИ также свидетельствуют о том, что некоторые инвестиции взлетели на несколько миллиардов долларов США, например, в Argo AI от Volkswagen и в Open AI от Microsoft.

Технологии ИИ широко используются в стратегиях *цифрового маркетинга*, тем более что традиционные методы маркетинга, такие как прямая почтовая рассылка и медийная реклама, утратили свою популярность и сегодня считаются совершенно неэффективными. Речь идет о создании и курировании контента, персонализации на местах, оптимизации и тестировании, а также об электронном маркетинге для анализа данных и прогнозирования продаж. Более 80 % маркетологов считают ИИ важной тенденцией в рекламе. Крупнейшие современные компании мира все больше доверяют искусственному интеллекту, когда дело доходит до маркетинга, так как увидели выгоду от его эффективного использования в своих маркетинговых исследованиях. Маркетологи полагают, что использование ИИ в маркетинге поможет идентифицировать потенциальных клиентов и повысить общую эффективность маркетинга. В крупных компаниях 51 % маркетологов уже используют ИИ, а 27 % планируют включить его в свою стратегию цифрового маркетинга,

87 % компаний, внедривших технологии ИИ, использовали его для улучшения e-mail-маркетинга. В настоящее время уже более 80 % e-mail-маркетинга переведено на технологию ИИ, но ожидается, что уровень использования ИИ будет расти и дальше. Кроме того, 61 % маркетологов планируют использовать искусственный интеллект и в прогнозировании продаж. Согласно данным компании Accenture за 2019 год, большинство маркетологов используют ИИ для анализа и исследования данных, которые показывают, что около 40 % потребителей склонны менять бренд из-за отсутствия персонализации и доверия, а 43 % чаще покупают у компаний с персонализированным клиентским опытом. Будущие тенденции искусственного интеллекта предсказывают, что ИИ станет важным фактором для совершенствования персонализации и добавления лучшего контента. В 2020 году до 90 % брендов будут использовать ту или иную форму персонализации для повышения качества своих услуг и их привлекательности для потенциальных клиентов.

Технологии ИИ активно используются как виртуальные помощники для прогнозного анализа, анализа изображений, машинного обучения, создания неороботов, автономных интеллектуальных транспортных средств, в интеллектуальных системах передачи и учета энергии, системах диагностики заболеваний и их лечения, интеллектуальных персональных медицинских консультантов, умных домов и умных городов, безопасности и интеллектуального оружия. В октябре 2019 года в России утверждена Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, федеральный проект «Искусственный интеллект» включен в национальную программу «Цифровая экономика». Ожидается, что разработка и использование технологий ИИ позволят России не только совершить прорыв в экономическом развитии, но и войти в число стран с наиболее развитыми экономиками и высоким качеством жизни.

Заключение

В статье систематизированы понятия искусственного интеллекта, показано, что искусственный интеллект – это комплекс родственных систем и технологий, развивающихся качественно и стремительно проникающих в самые различные сферы человеческой деятельности: фондовые рынки, маркетинг и интеллектуальный анализ данных, управление финансами и кредитными рисками, промышленность, робототехнику, управление человеческими ресурсами, рекрутинг, военное дело, медицину, музыку, издательское дело и т. д.

Раскрыта динамика мирового рынка систем и технологий искусственного интеллекта, показана взаимосвязь его динамики с резким скачком в производительности алгоритмов обработки информации, который стал возможным благодаря быстрым компьютерам на основе графических процессоров, лавинообразному росту данных и появлению почти неограниченных возможностей для их хранения и технологий доступа к ним. Также в работе отмечено, что мировой рынок технологий искусственного интеллекта находится в фазе завышенных ожиданий с достаточно высоким уровнем риска для инвесторов. Выявлены основные тенденции и сегменты в развитии мирового рынка систем и технологий искусственного интеллекта. В их числе техноло-

гии глубокого обучения, конвергенция технологий ИИ с другими технологиями, такими как аналитика, ERP, Интернет вещей, блокчейн и даже квантовые вычисления, дающая наибольший эффект, разработка систем когнитивного интеллекта и создание когнитивного компьютера. Показано, что бизнес-лидеры считают ИИ фундаментальным и абсолютно необходимым для развития будущих бизнес-возможностей. ИИ определенно изменит будущее цифрового маркетинга. Чат-боты будут играть гораздо большую роль, а создание и курирование контента будет намного более эффективным. Однако самая важная часть связана с прогнозной аналитикой, которая, по мнению экспертов, изменит цифровой ландшафт маркетинга. Не менее масштабные изменения на базе технологий ИИ ожидаются в промышленности, медицине, военном деле, на транспорте и в других сферах.

Следует особо отметить, что бурное развитие систем и технологий ИИ – это не просто очередная технологическая инновация, а технологическая платформа четвертой промышленной революции, с которой связываются надежды на ускорение экономического роста мировой экономики, повышение конкурентоспособности стран и компаний.

Список литературы

- 2019 AI Predictions: Six AI priorities you can't afford to ignore / PwC. 2019. URL: <https://www.pwc.com/us/en/services/consulting/library/artificial-intelligence-predictions-2019.html> (accessed: 01.06.2020).
- Fountaine T., McCarthy B., Saleh T.* Building the AI-Powered Organization (Harvard Business Review). 2019. URL: <https://hbr.org/2019/07/building-the-ai-powered-organization> (accessed: 01.06.2020).
- Information Economy Report: Digitization, Trade and Development. New York, Geneva: UN, UNCTAD, 2017.
- Kaplan A., Haenlein M.* Siri, Siri in my Hand, who's the Fairest in the Land? On the Interpretations, Illustrations and Implications of Artificial Intelligence // *Business Horizons*. 2019, January–February. Vol. 62. No. 1. Pp. 15–25.
- McCarthy J.* What is Artificial Intelligence? 2007. URL: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/> (accessed: 01.06.2020).
- Perrault R., Shoham Y., Brynjolfsson E., Clark J., Ethemendy J., Grosz B., Lyons T., Manyika J., Mishra S., Niebles J. C.* The AI Index 2019 Annual Report. CA: Stanford University, 2019.
- Schlein L.* WEF Founder: World Unprepared to Deal with 'Fourth Industrial Revolution'. 2016. URL: <https://www.voanews.com/europe/wef-founder-world-unprepared-deal-fourth-industrial-revolution> (accessed: 01.06.2020).
- Soni N., Sharma E.K., Singh N., Kapoor A.* Impact of Artificial Intelligence on Businesses: from Research, Innovation, Market Deployment to Future Shifts in Business Models // *ArXiv*. 2019. Vol. abs/1905.02092.
- Survey Says 18.8 Million Amazon Echo Devices Sold // *Voicebot.ai*. 2017. URL: <https://voicebot.ai/2017/06/19/survey-says-18-8-million-amazon-echo-devices-sold/> (accessed: 01.06.2020).
- Turing A.M.* Computing Machinery and Intelligence // *Mind*. 1950, October. Vol. LIX. No. 236. Pp. 433–460.
- Worldwide Spending on Cognitive and Artificial Intelligence Systems Forecast to Reach \$77.6 Billion in 2022, According to New IDC Spending Guide / IDC. 2018. URL: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS44291818> (accessed: 01.06.2020).

Аверкин А.Н., Гаазе-Рапопорт М.Г., Поспелов Д.А. Толковый словарь по искусственному интеллекту. М.: Радио и связь, 1992.

Актуальные терденции искусственного интеллекта и машинного обучения // TAdviser. 2017. URL: http://www.tadviser.ru/images/4/41/%D0%98%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%98%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B_%D0%94%D0%B6%D0%B5%D1%82_%D0%B8_Tadviser_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BA%D0%B0_%D1%81%D (дата обращения: 01.06.2020).

Искусственный интеллект (ИИ) // TAdviser. URL:[http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82_\(%D0%98%D0%98,_Artificial_intelligence,_AI](http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82_(%D0%98%D0%98,_Artificial_intelligence,_AI) (дата обращения: 01.06.2020).

Красавина В.А. Единый цифровой рынок: Европа в гонке за лидерами рынка ИТ-услуг // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2019. Т. 27. № 4. С. 679–692.

Лукьянов И.В. Инновационная экономика и искусственный интеллект как движущие факторы четвертой промышленной революции // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2019. № 9(7А). С. 215–224.

Матюшок В.М., Красавина В.А. Мировой рынок новейших ИТ-технологий и национальные интересы // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2017. № 11. С. 1988–2004.

Матюшок В.М., Красавина В.А. Новые тренды в мировой экономике (часть 1) // Финансы. Экономика. Стратегия. 2016. № 10. С. 5–11.

Матюшок В.М., Красавина В.А. Новые тренды в мировой экономике (часть 2) // Финансы. Экономика. Стратегия. 2016. № 11. С. 5–13.

Пройдаков Э.М. Современное состояние искусственного интеллекта // Цифровая экономика. 2018. № 3 (3). С. 50–63.

Тьюринг А.М. Вычислительные машины и разум // Хофштадтер Д., Деннет Д. Глаз разума. Самара: Бахрах-М, 2003.

Щурина С.В., Данилова А.С. Искусственный интеллект как технологическая инновация для ускорения развития экономики // Экономика. Налоги. Право. 2019. № 12 (3). С. 125–133.

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 12 апреля 2020 г.

Дата проверки: 15 мая 2020 г.

Дата принятия к печати: 10 июня 2020 г.

Для цитирования:

Матюшок В.М., Красавина В.А., Матюшок С.В. Мировой рынок систем и технологий искусственного интеллекта: становление и тенденции развития // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2020. Т. 28. № 3. С. 505–521. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2329-2020-28-3-505-521>

Сведения об авторах:

Матюшок Владимир Михайлович, доктор экономических наук, профессор, директор Международного центра исследования развивающихся рынков Российского университета дружбы народов. E-mail: vmatyushok@mail.ru

Красавина Вера Александровна, доцент кафедры управления конкурентоспособностью аэрокосмических предприятий Российского университета дружбы народов. E-mail: verunjasha@yandex.ru

Матюшок Сергей Владимирович, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономико-математического моделирования экономического факультета Российского университета дружбы народов. E-mail: matyushok-sv@rudn.ru

DOI 10.22363/2313-2329-2020-28-3-505-521

Research article

Global artificial intelligence systems and technology market: formation and development trends

Vladimir M. Matyushok, Vera A. Krasavina, Sergey V. Matyushok

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)
6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation

Abstract. Every day more and more companies rely on artificial intelligence, from small startups to large companies, among which stand out not only the IT giants Google, Microsoft, Facebook, IBM, but even those that seemingly far from this topic – for example, General Motors and Boeing created a joint laboratory for AI research. It becomes obvious that AI technology is the real mainstream of our time. The article examines the global market for artificial intelligence systems and technologies. The authors described the peculiarities of the formation of this market and the main trends and segments in its development. The goal of research – identify the dynamics, features and trends of the global market for artificial intelligence systems and technologies. The methodology of system analysis, the dialectical method of scientific cognition, methods of historical, logical and comparative analysis are used. The concept of artificial intelligence has been systematized, the dynamics of the global market for artificial intelligence systems and technologies have been revealed, as well as in the regional context. The relationship between its dynamics and the sharp jump in performance of information processing algorithms, which became possible due to the fast computer based on GPUs, an avalanche-like data growth and the emergence of almost unlimited possibilities for storage and technology access, has been detected. It is shown that the global market for artificial intelligence technologies is in a phase of inflated expectations and with a high enough level of risk for investors. The main trends and segments in the development of the global market for artificial intelligence systems and technologies have been identified. These include deep learning technologies, the convergence of AI technologies with other technologies such as analytics, ERP, the Internet of Things, blockchain, and even quantum computing, which has the greatest impact, the development of cognitive intelligence systems, and the creation of a cognitive computer. It is shown that business leaders consider AI fundamental and absolutely necessary for the development of future business opportunities. It has been proven that the rapid development of AI systems and technologies is not just another technological innovation, but the technological platform of the Fourth Industrial Revolution, which is associated with hopes for accelerating the economic growth of the world economy, increasing the competitiveness of countries and companies.

Keywords: artificial intelligence, global market, digitalization, Fourth Industrial Revolution, technology convergence

References

- Averkin, A.N., Gaaze-Rapoport, M.G., & Pospelov, D.A. (1992). *Tolkovyj slovar' po iskusstvennomu intellektu [Explanatory Dictionary of Artificial Intelligence]*. Moscow: Radio i svyaz' Publ. (In Russ.)
- Fountain, T., McCarthy, B., & Saleh, T. (2019). Building the AI-Powered Organization. *Harvard Business Review*. Retrieved June 1, 2020, from <https://hbr.org/2019/07/building-the-ai-powered-organization>

- IDC. (2018). *Worldwide Spending on Cognitive and Artificial Intelligence Systems Forecast to Reach \$77.6 Billion in 2022, According to New IDC Spending Guide*. Retrieved June 1, 2020, from <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS44291818>
- Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019, January–February). Siri, Siri in my Hand, who's the Fairest in the Land? On the Interpretations, Illustrations and Implications of Artificial Intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15–25.
- Krasavina, V.A. (2019). Digital Single Market: Europe in the race for IT services market leaders. *RUDN Journal of Economics*, 27(4), 679–692. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2329-2019-27-4-679-692>
- Lukyanov, I.V. (2019). Innovacionnaya ekonomika i iskusstvennyj intellekt kak dvizhushchie faktory chetvertoj promyshlennoj revolyucii [Innovative Economics and Artificial Intelligence as Driving Factors of the Fourth Industrial Revolution]. *Economy: Yesterday, Today, Tomorrow*, 9(7A), 215–224.
- Matyushok, V.M., & Krasavina, V.A. (2016). Novye trendy v mirovoi ekonomike (chast' 1) [New trends in the world economy (part 1)]. *FES: Finance. Economics*, (10), 5–11. (In Russ.)
- Matyushok, V.M., & Krasavina, V.A. (2016). Novye trendy v mirovoi ekonomike (chast' 2) [New trends in the world economy (part 2)]. *FES: Finance. Economics*, (11), 5–13. (In Russ.)
- Matyushok, V.M., & Krasavina, V.A. (2017). Mirovoi rynek noveishikh IT-tehnologii i natsional'nye interesy [Global market of latest it technologies and national interests]. *National Interests: Priorities and Security*, (11), 1988–2004. (In Russ.)
- McCarthy, J. (2007). *What is Artificial Intelligence?* Retrieved June 1, 2020, from <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/>
- Perrault, R., Shoham, Y., Brynjolfsson, E., Clark, J., Etchemendy, J., Grosz, B., Lyons, T., Manyika, J., Mishra, S., & Niebles, J.C. (2019). *The AI Index 2019 Annual Report*. CA: Stanford University.
- Proydakov, E.M. (2018). Sovremennoe sostoyanie iskusstvennogo intellekta [The current state of artificial intelligence]. *Digital Economy*, 3(3), 50–63. (In Russ.)
- PwC. (2019). *2019 AI Predictions: Six AI priorities you can't afford to ignore*. Retrieved June 1, 2020, from <https://www.pwc.com/us/en/services/consulting/library/artificial-intelligence-predictions-2019.html>
- Schurina, S.V., & Danilova, A.S. (2019). Iskusstvennyj intellekt kak tekhnologicheskaya innovaciya dlya uskoreniya razvitiya ekonomiki [Artificial intelligence as a technological innovation to accelerate the development of the economy]. *Economy. Taxes. Law*, 12(3), 125–133. (In Russ.)
- Soni, N., Sharma, E.K., Singh, N., & Kapoor, A. (2019). Impact of Artificial Intelligence on Businesses: from Research, Innovation, Market Deployment to Future Shifts in Business Models. *ArXiv*, abs/1905.02092.
- TAdviser. (2017). *Aktual'nye tendencii iskusstvennogo intellekta i mashinnogo obucheniya* [Current trends in artificial intelligence and machine learning]. Retrieved June 1, 2020, from http://www.tadviser.ru/images/4/41/%D0%98%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%98%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B_%D0%94%D0%B6%D0%B5%D1%82_%D0%B8_Tadviser_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BA%D0%B0_%D1%81%D (In Russ.)
- TAdviser. *Artificial intelligence (AI)*. Retrieved June 1, 2020, from [http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82_\(%D0%98%D0%98,_Artificial_intelligence,_AI](http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82_(%D0%98%D0%98,_Artificial_intelligence,_AI) (In Russ.)
- Turing, A.M. (1950, October). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, LIX(236), 433–460.
- Turing, A.M. (2003). Vychislitel'nye mashiny i razum [Computers and Mind]. In D. Hofstadter & D. Dennet, *Eye of the Mind*. Samara, Bahrah-M Publ.

UNCTAD. (2017). *Information Economy Report: Digilization, Trade and Development*. New York, Geneva, UN.

Voicebot.ai. (2017). *Survey Says 18.8 Million Amazon Echo Devices Sold*. Retrieved June 1, 2020, from <https://voicebot.ai/2017/06/19/survey-says-18-8-million-amazon-echo-devices-sold/>

Article history:

Received: 12 April 2020

Revised: 15 May 2020

Accepted: 10 June 2020

For citation:

Matyushok, V.M., Krasavina, V.A., & Matyushok, S.V. (2020). Global artificial intelligence systems and technology market: Formation and development trends. *RUDN Journal of Economics*, 28(3), 505–521. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2329-2020-28-3-505-521>

Bio notes:

Vladimir M. Matyushok, Doctor of Economics, Full Professor, Director of the International Center for Emerging Markets Research of the Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University). E-mail: vmatyushok@mail.ru

Vera A. Krasavina, Associate Professor of the Competitiveness Management in the Rocket and Space Industry Department of the Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University). E-mail: verunjasha@yandex.ru

Sergey V. Matyushok, Candidate of Economics, Associate Professor of the Department of Economic and Mathematical Modeling of the Faculty of Economics of the Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University). E-mail: matyushok-sv@rudn.ru