

**Л.А. ЦВЕТКОВА,**

к.б.н., ведущий научный сотрудник Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия, [tsvetkova-la@ranepa.ru](mailto:tsvetkova-la@ranepa.ru)

## ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА КАК ФАКТОР ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ РОССИИ И МИРА

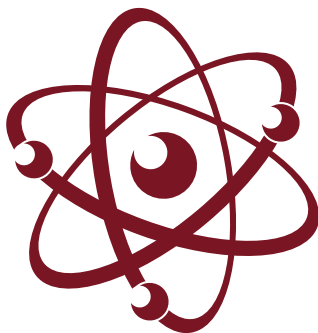
УДК 004.8

*Цветкова Л. А. Технологии искусственного интеллекта как фактор цифровизации экономики России и мира (Центр научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия)*

**Аннотация.** Оценены темпы роста объемов рынка высокотехнологичных товаров и услуг, основанных на технологиях глубокого обучения. Идентифицированы ключевые инвесторы и бенефициары в развитии технологий глубокого обучения. Проанализирована патентная активность в мире и определено место России на патентном ландшафте в области технологий глубокого обучения. Показано, что большая часть патентных документов сосредоточена в портфелях крупных корпораций США, рейтинг которых возглавляют Microsoft, IBM, Google, Yahoo. В число лидеров рейтинга патентообладателей входят также корпорации Японии и Республики Корея. Отмечены высокие темпы роста патентования в Китае. Оценены перспективы развития технологий искусственного интеллекта и глубокого обучения в России. Обращено особое внимание на тот факт, что большая часть исследований и разработок в данной сфере реализуется в государственных научно-исследовательских институтах и университетах, в то время как в странах – технологических лидерах драйвером развития направления является предпринимательский сектор.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, глубокое машинное обучение, нейронные сети, глобальный рынок, российский рынок, инвестиции, центры компетенций, перспективы цифровизации.

DOI 10.22394/2410-132X-2017-3-2-126-144



В РФ идея цифровизации экономики стала чрезвычайно популярна в последние два года (2016–2017 гг.). На государственном уровне курс на развитие цифровой экономики в России закреплён в Программе «Цифровая экономика Российской Федерации», целью которой является создание экосистемы цифровой экономики страны, в которой данные в цифровом виде будут являться ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности. При этом речь идет не просто о возрождении производств на базе сокращения энергетических затрат, привлечения высококвалифицированной рабочей силы, дающей преимущество в создании более высокой добавленной стоимости и экономии на логистических издержках через приближение производств к потребителю, а о новой концепции индустриального развития с использованием цифровых технологий [1]. Согласно прогнозу аналитиков McKinsey, цифровизация экономики увеличит ВВП России к 2025 г. на 4,1–8,9 трлн. руб. [2].

Одним из ключевых факторов глобальной цифровизации экономики, по мнению экспертов, станет развитие искусственного интеллекта. Согласно оценкам, сделанным Минэкономразвития России совместно с компанией Яндекс, именно переход к дистанционной работе и использование технологий искусственного интеллекта должны стать причиной прорывных изменений и позволят полу-

чить максимальный положительный эффект от цифровизации в таких отраслях, как торговля, транспорт, ЖКХ, банковский сектор, а также образование и здравоохранение.

Искусственный интеллект (ИИ, англ. – artificial intelligence, AI) относят к разряду, так называемых, «подрывных» технологий, составляющих основу Четвертой промышленной революции, развитие которых может способствовать технологическому прорыву любой страны сразу в нескольких отраслях. К разработкам в области ИИ уже не первый год приковано внимание не только ученых, но и крупного бизнеса, однако промышленно применимые результаты в этой области появились только в последние несколько лет.

Наиболее существенный прорыв в развитии технологий, касающихся разработки ИИ, произошёл к середине 2010-х гг. и был обусловлен сразу несколькими факторами. Прежде всего, это – значительный прогресс в производительности алгоритмов обработки информации в следствие развития технологий глубокого обучения. Этот скачек сопровождался широким распространением быстрых компьютеров на основе графических процессоров, позволяющих ускорить и удешевить параллельные вычисления. Технологическому прорыву в этой области также способствовал лавинообразный рост данных самых разных типов (изображений, текста, картографических данных и др.) и появление технологий, обеспечивающих почти неограниченные возможности для хранения и доступа к таким данным [3].

Перспективы использования ИИ огромны: алгоритмы, позволяющие ежечасно обрабатывать колоссальные объемы информации, смогут выявить связи и построить решения, которые не под силу человеку, а значит, сделать прогнозы более точными. Не случайно ИИ стал одной из ключевых технологических тем на Всемирном экономическом форуме 2016 г. [4].

Прототипы искусственного интеллекта используются уже сейчас. В качестве примера можно привести электронный помощник Siri, который понимает голосовые команды. В тестовом режиме уже работают беспилотные автомобили. Еще один яркий пример практи-

ческого использования технологий ИИ – так называемый, «умный дом».

ИИ – это зонтичное понятие, которое включает в себя множество направлений, не имеет чёткого единого определения и может рассматриваться в различных контекстах. Одно из определений ИИ – это область компьютерной науки (раздел информатики), занимающаяся автоматизацией разумного поведения [5]. К ИИ относят ряд алгоритмов и программных систем, способных решать так называемые «интеллектуальные задачи» так, как это делал бы человек. Основные свойства ИИ – это понимание естественного языка, способность к обучению, а также способность мыслить и, что немаловажно, действовать [6].

Среди задач, которые ставятся при проектировании систем ИИ, наибольший интерес вызывают задачи классификации, распознавания образов, задачи логического вывода, обучение, целеполагание и принятие решений, распознавание естественных языков.

Набор технологий, которые обычно сопровождают понятие ИИ и классифицируются как ИИ, включает машинное обучение, глубокое обучение, нейроморфные вычисления (или нейронные сети), обработку естественного языка, алгоритм логического вывода, рекомендательные системы, когнитивные вычисления.

## **Развитие технологий глубокого обучения**

Термин «глубокое обучение» (англ. – Deep Learning) описывает алгоритмический подход к построению и обучению многослойных искусственных нейронных сетей, основанный на принципе работы нейронных сетей человеческого мозга. Характерной чертой методов глубокого обучения является не прямое решение задачи, а обучение в процессе применения множества сходных задач. С помощью технологий глубокого обучения компьютеры могут «понимать» и анализировать информацию из огромных наборов данных различных типов (в форме изображений, звуков, текста). С развитием технологий глубокого обучения сегодня связывают дальнейшие достижения в области ИИ и будущее технологической революции [7].

Искусственные нейронные сети стали одним из алгоритмических подходов еще на раннем этапе развития машинного обучения, однако до недавнего времени ученые не видели реальных подходов к их внедрению в технологии ИИ, поскольку низкая скорость обучения существенно ограничивала применение этого метода. Активно развиваться глубокое обучение начало только в начале 2000-х гг. Прорыв в направлении стал возможен в 2006 г., когда в опубликованной научной статье Джеффри Хинтона (Geoffrey E. Hinton) и Руслана Салахутдинова (Ruslan Salakhutdinov) «Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks» [8] был описан более эффективный способ предварительного обучения многослойной нейронной сети. Эта работа фактически положила начало направлению, названному «глубокое обучение». Разработанная ими на базе глубокого обучения система позволяла провести нужные расчеты и исследования на основании крайне малого набора исходных данных, тогда как ранее для обучения нейронных сетей требовалась загрузка в систему огромного массива информации.

Новые подходы глубокого обучения произвели настоящую революцию в сфере машинного обучения, значительно превзойдя другие модели в задачах распознавания различных типов информации, включая изображения, видео и аудиоданные. Используя многоуровневые нейронные сети, компьютеры способны учиться, видеть и реагировать на сложные ситуации так же хорошо, или даже лучше, чем человек. Это ведет к совершенно иному восприятию данных, технологий, продуктов и услуг, предоставляемых пользователям.

Сегодня большинство технологий, демонстрирующих прорыв в области ИИ, в той или иной мере опираются на методы глубокого обучения. Системы глубокого обучения лежат в основе разработок многих технологических гигантов. Технологии глубокого обучения активно применяют для решения задач компьютерного зрения. Например, разработчиками компании Prisma был создан сервис, позволяющий обрабатывать фотоизображения в стиле определенного художника. Разработка алгоритмов компьютерного зрения имеет огром-

ное значение для создания устройств, которые должны распознавать предметы вокруг, анализировать среду и принимать решения, например, беспилотных автомобилей, дронов, робототехнических устройств. Компьютерное зрение также используется для автоматизации анализа рентгеновских и МРТ снимков, подстановки лиц на Facebook, распознавании лиц камерами [9]. Еще одна сфера применения технологий глубокого обучения – интеллектуальные системы управления, разработанные с использованием алгоритмов глубокого обучения с подкреплением. Пример успешного применения этих технологий – эмуляция игр Atari компании Deepmind. Использование в этой разработке техники Deep Reinforcement Learning позволяет системе обучиться играть «с нуля», поняв правила игры. Робототехнические компании используют технологии deep learning для обучения мобильных роботов обходить препятствия, самостоятельно рассчитывать и строить маршрут при передвижении по сложному рельефу. Применение разработанных DeepMind технологий глубокого обучения позволили компании Google на 15% повысить энергоэффективность дата-центров.

Самые большие вызовы для использования deep learning лежат в области понимания языка и ведения диалогов – системы должны научиться оперировать абстрактными смыслами, описанными семантически. Уже разработан ряд продуктов распознавания естественного языка с применением технологий глубокого обучения. Компания IBM разработала одну из первых в мире систем, позволяющих анализировать сложные смысловые конструкции, с учетом эмоций и прочих факторов (IBM Watson). Эта система способна находить связи между определенными высказываниями на естественном языке и давать прямые корректные ответы на вопросы оператора. При этом, в большинстве случаев система справляется с задачей лучше человека [10].

Искусственные нейронные сети применяются для построения нейро-морфных, т.е. подобных мозгу систем. Один из наиболее крупных проектов SyNAPSE (Systems of Neuromorphic Adaptive Plastic Scalable Electronics) выполняется фирмой IBM и рядом ведущих уни-

верситетов США по заказу DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency – Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США). Цель проекта – создание «когнитивного компьютера», способного обучаться в процессе познания окружающего мира, делать самостоятельные выводы и принимать на их основе самостоятельные решения [11].

Среди направлений, на которые прогресс в области ИИ и машинного обучения окажет наиболее значительное влияние, аналитики McKinsey Global Institute выделяют передовую робототехнику, автономные транспортные средства, а также автоматизацию умственного труда. Сильно зависит от улучшения вычислительной мощности и аналитики больших данных разработка новых технологий секвенирования генома следующего поколения, процессов изучения и освоения новых источников нефти и природного газа, 3D-печати, а также мобильный Интернет, Интернет вещей, и облачные технологии, которые сами по себе являются информационно-коммуникационными технологиями и развиваются очень быстро, часто показывая экспоненциальную траекторию в улучшении соотношения цена/производительность и характеризующиеся сильными сетевыми эффектами [12].

Технологии глубокого обучения все чаще используются в сфере здравоохранения, позволяя извлечь полезные закономерности из астрономического по объему и слабоструктурированного входного потока медицинских данных [13,14]. Наиболее известным случаем применения технологий ИИ, основанных на технологиях глубокого обучения, в медицине является начало использования системы IBM Watson для поддержки принятия решений при диагностике и назначении лечения онкологических больных в онкологическом центре Memorial Sloan Kettering Cancer Center (MSKCC) в Нью-Йорке в 2013 г. (проект IBM Watson Health). Предназначенный изначально для диагностики и лечения рака груди и рака легких, проект IBM Watson Health позднее был распространен на случаи рака прямой кишки, простаты, поджелудочной железы, печени, а также меланомы и лимфомы. Точность

работы системы Watson постоянно повышается, поскольку в результате непрерывного обучения с каждым новым пациентом ее когнитивные функции продолжают улучшаться. Система Watson позволяет анализировать 200 млн. цифровых документов всего за 3 секунды. В будущем разработчики планируют добавить функцию анализа генома каждого пациента, что позволит назначать основанное на ДНК-профиле лечение [15].

В результате проведенного в 2016 г. совместного исследования Harvard Medical School, Massachusetts Institute of Technology и Beth Israel Deaconess Medical Center, посвященного диагностике метастатического рака груди, было показано, что ошибка диагностики с помощью искусственных нейросетей составляет 7,5%, специалистом-онкологом – 3,5%, а при их взаимодействии ошибка снижается до 0,5%, т.е. количественное улучшение составляет 85%.

### **Рынок высокотехнологичных продуктов и услуг, основанных на технологиях глубокого обучения**

Аналитики прогнозируют стремительный рост глобального рынка высокотехнологичных продуктов и услуг, основанных на технологиях глубокого обучения. Так, согласно прогнозам экспертов Gartner, к 2020 г. около 40% всех взаимодействий с виртуальными помощниками будет опираться на данные, обработанные нейронными сетями [16]. По данным аналитического отчета компании MarketsandMarkets [17], рынок высокотехнологичных продуктов и услуг, основанных на технологиях глубокого обучения, достигнет к 2020 г. 1722,9 млн. долл., при прогнозируемом среднегодовом темпе роста в период между 2016 и 2022 гг. на уровне 65,3%. Наиболее высокие скорости роста на глобальном рынке ожидаются у приложений для интеллектуального анализа данных, что обусловлено увеличением использования технологий глубокого обучения для анализа данных, кибер-безопасности, выявления случаев мошенничества, а также в системах управления базами данных. Огромное количество массивов данных генерируют медицинские отрасли.

По оценкам MarketsandMarkets [17], лидирующие позиции на рынке технологий глубокого обучения в ближайшие несколько лет будут принадлежать странам Северной Америки (США и Канаде). Рост рынка глубокого обучения в Северной Америке объясняется высоким уровнем государственного финансирования, присутствием ведущих игроков, а также сильной технической базой. Поскольку США вкладывают значительные средства в оборонный сектор, а технологии глубокого обучения занимают основную долю в аэрокосмической и оборонной промышленности, ожидается, что они будут существенно стимулировать рост рынка технологий глубокого обучения. Существенным движущим фактором развития рынка глубокого обучения в Северной Америке является восприимчивость организаций этого региона к внедрению технологий глубокого обучения для защиты контента от пиратства и нарушений при передаче данных, для предотвращения веб-угроз, кибер-атак и серьезных потерь данных, а также тот факт, что именно на территории США сосредоточены наиболее крупные поставщики этих технологий.

Однако, как показывают данные прогноза аналитической компании Tractica [18], темпы роста объемов рынка высокотехнологичных товаров и услуг, основанных на технологиях глубокого обучения, в странах азиатско-тихоокеанского региона достаточно велики, чтобы в ближайшие 7 лет именно они захватили лидирующие позиции на этом перспективном рынке.

### **Ключевые инвесторы развития технологий глубокого обучения**

В качестве ключевых игроков на глобальном рынке технологий глубокого обучения аналитики MarketsandMarkets выделяют такие компании как Google Inc. (США) и её подразделение Google DeepMind, создавшее сеть AlphaGo, и Google Brain, IBM Corporation (США), Intel Corporation (США), Microsoft Corporation (США), NVIDIA Corporation (США), Hewlett Packard Enterprise (США), Baidu Inc. (Китай) (Baidu Institute of Deep Learning), компания Qualcomm Technologies Inc. (США), Sensory Inc. (США), General Vision Inc. (США),

SkyMind (США), Facebook Inc. (США) (подразделение Facebook AI Research). Множество разработок ведётся в технических университетах по всему миру [17].

Уверенность бизнеса в перспективности технологий глубокого обучения подтверждает и тот факт такие гиганты IT-индустрии, как Apple, Google, Facebook скупают специалистов (а иногда и целые коллективы), занимающихся глубокими нейросетями.

Например, компаниями Google и Facebook, были рекрутированы Джеффри Хинтон (Geoffrey E. Hinton) и его коллега Руслан Салахутдинов (Ruslan Salakhutdinov) практически сразу же после того, как в 2006 г. им удалось существенно продвинуться в развитии глубокого обучения. Уже в 2012 г. компания Google, вскоре после того, как Джеффри Хинтон стал ее сотрудником, провела эксперимент, доказывающий правильность подхода Хинтона к машинному обучению и высокий потенциал для коммерциализации технологии. В ходе испытаний нейросеть проанализировала 10 млн. скриншотов различных случайных видео из YouTube, среди которых с высокой степенью точности смогла определить изображения кошек. В настоящий момент Google реализует более 1000 проектов на основе технологий глубокого обучения во всех его основных продуктовых секторах включая поиск, Android, Gmail, в сентябре 2016 г. Google интерпретировал глубокое обучение в Google Translate, карты, YouTube. Технология глубокого обучения посредством анализа большого количества изображений положена в основу успешной реализации проекта самоуправляемого автомобиля Google [19].

Значительный прогресс в сфере глубокого обучения вызвал всплеск инвестиционной активности в мире. Уровень финансирования ИИ-ориентированных стартапов, по данным исследовательской компании CB Insights, в 2016 г. достиг рекордно высокого уровня – 1 млрд. долл. Во втором квартале 2016 г. было проведено 121 раундов финансирования для подобных стартапов (для сравнения во втором квартале в 2011 г. был проведен только 21 раунд). В конце сентября 2016 г. пять корпоративных лидеров ИИ – Amazon, Facebook, Google, IBM и Microsoft – создали

некоммерческое партнерство по ИИ чтобы адаптировать общество к пониманию этой проблемы и проводить исследования по вопросам этики и передовой практики [20].

Как отметил журнал Forbes, немалый интерес ко всему, что связано с технологиями deep learning проявляет известный американский венчурный капиталист и один из первых инвесторов Facebook Джим Брейер. В своей речи на Всемирном экономическом форуме в Давосе в январе 2016 г. Джим Брейер отметил, что ближайшие десять лет именно эти технологии перевернут привычные нам индустрии – от медицины до развлечений [9].

Google, IBM, Intel, Baidu, Samsung, Apple и другие технологические гиганты активно пополняют свои бизнес портфели, приобретая стартапы ИИ.

Одним из лидеров гонки за рынок товаров и услуг, основанных на технологиях глубокого обучения, стала Google. Чтобы расширить свое присутствие на рынке глубокого обучения, Google в качестве главной приняла стратегию разработки новых продуктов, со-

трудничества и поглощений. В 2014 г. компания Google приобрела 4 стартапа, ориентированных на технологии глубокого обучения: DeepMind, Vision Factory, Dark Blue Labs, и DNNresearch [21]. Сумма сделки только с DeepMind Technologies (Великобритания) составила за 600 млн. долл.

Подобной стратегии придерживается и корпорация Intel. С января 2015 г. корпорация приобрела около 5 стартапов, ведущих разработки в области ИИ, в том числе связанных с технологиями глубокого обучения. Так в 2016 г. Intel подписала соглашение о покупке стартапов Nervana System (на сумму более 400 млн. долл.) и Movidius (сумма сделки не разглашаются), которые разрабатывают технологию специально для различных этапов вычислений глубокого обучения [20].

Apple, которая присоединилась к гонке в 2015 г., инвестировала в последние годы в технологии ИИ, особенно в покупку ИИ – ориентированных компаний, значительные средства. Осенью 2015 г. эта компания приобрела Perceptio и VocalIQ, а также Faceshift

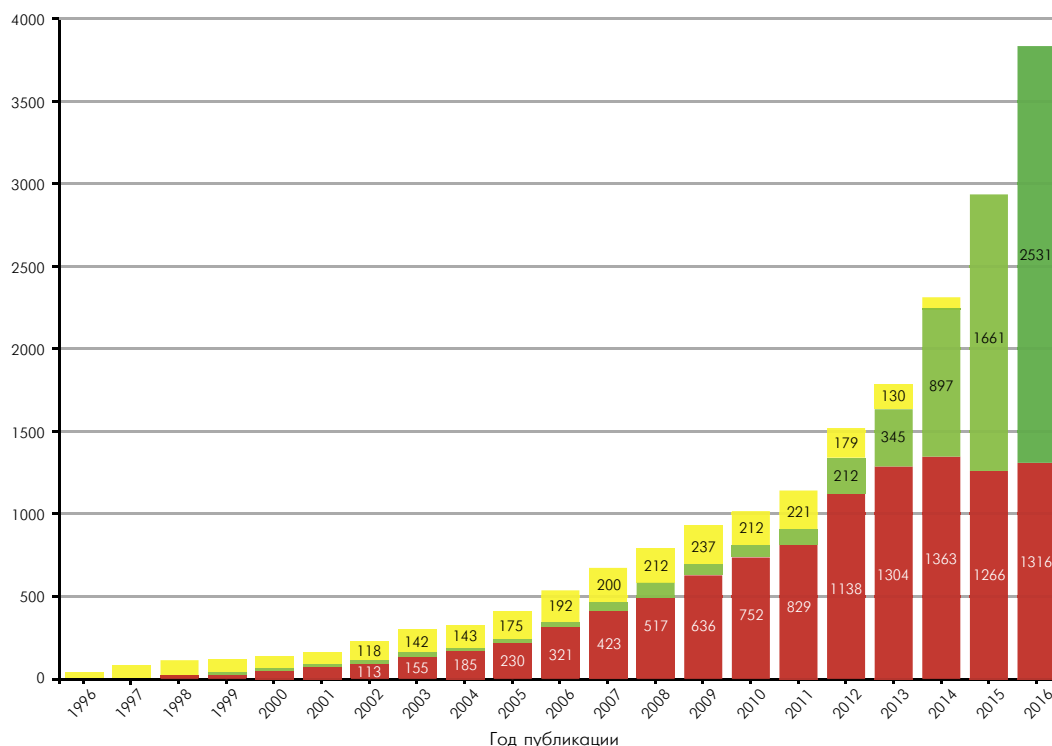


Рис. 1. Динамика патентной активности по направлению «глубокое обучение»

Источник: БД Орбит, данные на 02.12.2016 г.



(швейцарскую компанию – разработчика технологии захвата мимики лица и Emollient). Совсем недавно (в конце 2016 г.) приобрела компанию Turi, которая среди других решений, основанных на ИИ, разработала инструментарий, позволяющий использовать в программах технологии глубокого обучения. Сумма этой сделки близка к 200 млн. долл. [22].

Эти инвестиции показывают, что, несмотря на разницу между ожидаемыми будущими перспективами ИИ и его текущим потенциалом, компании готовы платить огромные суммы за приобретение этих технологий и пополнение своего банка интеллектуальных идей путем привлечения относительно редких талантов в этой сфере, чтобы получить долю на рынке.

### Патентная активность в области технологий глубокого обучения

Технологический прорыв в области глубокого обучения отразился в экспоненциальном росте патентной активности по направлению во всем мире (рис. 1). По данным БД

Орбит, только за последние 5 лет (с 2012 г. по 2016 г.) количество подаваемых заявок на патенты, связанных с этими технологиями, выросло на порядок (в 11,9 раз). Столь высокая динамика роста числа предлагаемых технологических решений свидетельствует о высоком потенциале коммерческой реализации продуктов и услуг, основанных на методах глубокого обучения.

Данные патентного анализа подтверждают лидирующие позиции США в данном сегменте технологического рынка, на втором месте по объемам патентования находится Китай.

Анализ динамики патентования в странах, занимающих первые 30 позиций в мире по патентной активности, ярко демонстрирует, что темпы патентования в области глубокого обучения наиболее активно наращивают резиденты США и Китая, что, несомненно, позволит этим странам удерживать лидерство в данном сегменте формирующегося рынка (рис. 2).

Наибольшая часть патентных документов сосредоточена в портфелях транснациональных корпораций. Рейтинг правообладателей

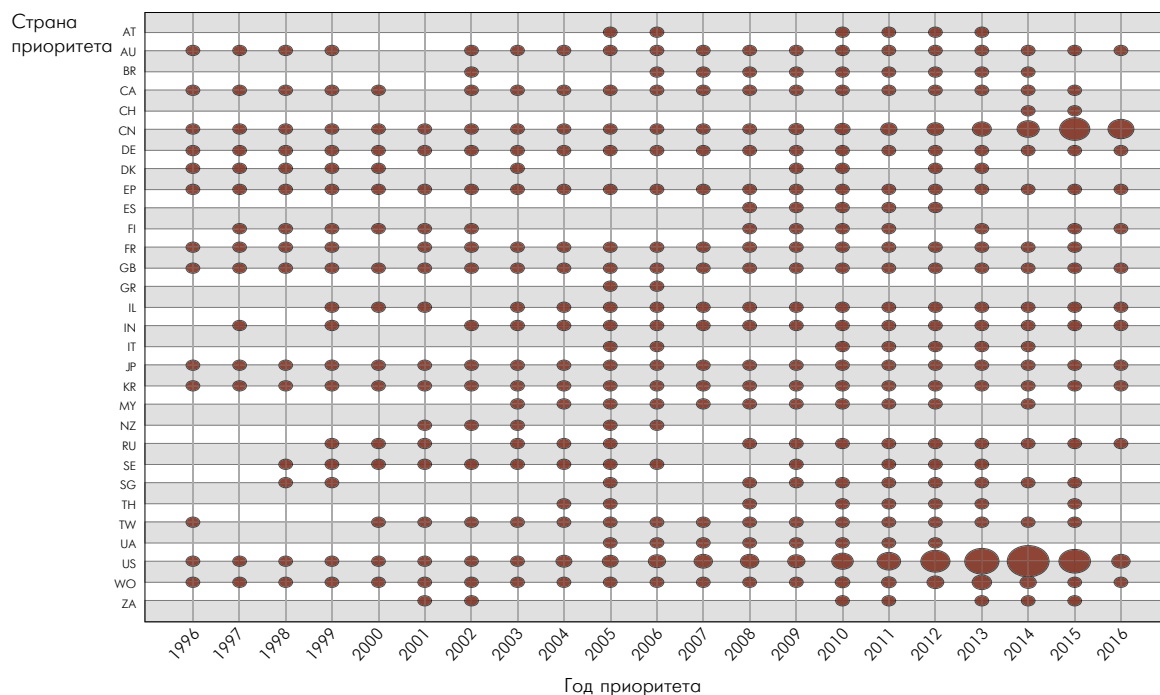


Рис. 2. Динамика патентования по странам приоритета по направлению «глубокое обучение»

Источник: БД Орбит, данные на 02.12.2016 г.

патентов возглавляют крупнейшие корпорации США – Microsoft, IBM, Google, Yahoo (всего 11 компаний США). Среди лидеров-патентообладателей 5 корпораций Японии, 4 корпорации Республики Корея. В топ-30 правообладателей патентов по направлению «глубокое машинное обучение» вошли 7 университетов и 2 компании Китая, что свидетельствует об интенсивной исследовательской

деятельности в области глубокого обучения в стране, стремящейся к лидерству в данном сегменте технологического рынка (табл. 1).

Проведенный анализ активности основных игроков на глобальном рынке интеллектуальной собственности технологий, связанных с методами глубокого обучения, позволяет сделать заключение, что в мире развернулась жесткая конкуренция место в данном сегменте

Таблица 1

**Топ-30 патентообладателей мира по направлению «глубокое обучение»**

Компания	Страна	Количество патентов
1. MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING	США	526
2. IBM	США	273
3. GOOGLE	США	175
4. YAHOO	США	154
5. SIEMENS	Южная Корея	99
6. MICROSOFT	США	95
7. ZHEJIANG UNIVERSITY	Китай	90
8. FACEBOOK	США	82
9. SAMSUNG ELECTRONICS	Южная Корея	80
10. STATE GRID CORPORATION OF CHINA (SGCC)	Китай	79
11. HEWLETT PACKARD	США	79
12. SIEMENS HEALTHCARE	Южная Корея	74
13. AMAZON TECHNOLOGIES	США	65
14. TSINGHUA UNIVERSITY	Китай	63
15. NEC	Япония	63
16. KOREA ELECTRONICS TELECOMM	Южная Корея	62
17. SONY	Япония	61
18. NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE	Япония	59
19. PHILIPS	Нидерланды	57
20. SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	Китай	55
21. INSTITUTE OF AUTOMATION OF THE CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	Китай	54
22. INTEL	США	54
23. QUALCOMM	США	52
24. GENERAL ELECTRIC	США	51
25. BAIDU ONLINE NETWORK TECHNOLOGY	Китай	49
26. FUJIFILM	Япония	47
27. BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	Китай	47
28. TOKYO ELECTRON	Япония	44
29. CHONGQING UNIVERSITY	Китай	43
30. UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE & TECHNOLOGY OF CHINA	Китай	42

Источник: БД Орбит, данные на 02.12.2016 г.



рынка интеллектуальной собственности среди крупнейших корпораций мира.

### **Перспективы развития технологий ИИ и глубокого обучения в России**

Оценка перспектив развития технологий глубокого машинного обучения на внутреннем рынке России дана в Дорожной карте «Нейронет» Национальной технологической инициативы (ДК НТИ «Нейронет») [23], разработанной Рабочей группой по реализации ДК НТИ «Нейронет» и Отраслевым союзом Нейронет при участии АО «РВК» и Агентства стратегических инициатив по продвижению новых проектов Министерства образования и науки Российской Федерации. Этот документ был одобрен 24 ноября 2016 г. Президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России и получил статус документа целеполагания, выступающего основой для разработки проектов Национальной технологической инициативы. По оценкам разработчиков ДК НТИ «Нейронет», объем глобального рынка технологий, связанных с ИИ и, в частности, с глубоким машинным обучением к 2035 г. достигнет 360 млрд. долл. Прогнозируемая в дорожной карте доля России в сегменте НейроАссистенты к этому периоду должна составить 2% (т.е. 7.2 млрд. долл.).

Объем российского внутреннего рынка в ДК НТИ «Нейронет» на 2016 г. оценивался в 4 млрд. руб. и, по прогнозам разработчиков дорожной карты, к 2020 г. увеличится на порядок достигнув 44 млрд. руб.

По мнению экспертов, Россия обладает немалым потенциалом в сфере развития технологий ИИ [9, 24]. Конкурентным преимуществом для России, прежде всего, должно стать наличие большого количества сильных специалистов в machine learning в целом и в области глубокого обучения в частности.

На то, что особенно перспективной среди европейских стран является РФ, указывает рейтинг пользователей Kaggle. Kaggle.com – интернет-платформа для специалистов в области больших данных и машинного обучения

разных уровней, где они могут опробовать свои модели анализа данных на серьезных и актуальных задачах. По состоянию на май 2016 г., в Kaggle насчитывалось более 536000 зарегистрированных пользователей из 194 стран [25]. Цель проекта – свести вместе исследователей и компании, заинтересованные в решении задач, связанных с анализом и обработкой больших массивов данных. Компания формулирует задачу, где решение или оптимизация подразумевает анализ данных, определяет приз для победителя и сроки. Победители отбираются на конкурсной основе среди отдельных аналитиков или команд, предлагающих свои идеи и разработки. Стоимость проектов составляет от нескольких долларов до нескольких миллионов долларов. По данным Kaggle, Россия входит в топ-5 стран, наиболее активно участвующих в ИИ проектах. Среди 75 тыс. участников Kaggle специалисты из России занимают по своей доле 4-е место.

Kaggle регулярно проводит соревнования по анализу данных, и именно выходцы из России и СНГ постоянно берут призовые места. Илья Суцкевер, выходец из России и выпускник университета Торонто, сегодня является руководителем исследовательских программ в широко известном некоммерческом проекте по искусственному интеллекту Open.AI Илона Маска и прочих титанов Кремниевой долины. Руслан Салахутдинов перешел в один из лучших в мире вузов для ИТ-специалистов – Карнеги-Меллон, стал профессором в департаменте machine learning. Андрей Карпаты работает в Стэнфорде и тоже присоединился к исследовательской группе Open.AI. Все это легенды среди исследователей в области технологий глубокого обучения.

В России создана лаборатория DeepHackLab в МФТИ, которая проводит международные научные хакатоны с участием специалистов из Deepmind и других компаний. DeepHackLab единственная в СНГ и Восточной Европе получила серверный грант от Facebook за исследования в области ИИ. И в СНГ, и за рубежом появляются компании в области технологий глубокого обучения, опирающиеся на российские корни [9].

Разработками в области нейронных сетей в России занимаются не только стартапы, но и крупные технологические компании. Например, холдинг Mail.Ru Group применяет нейросети для обработки и классификации текстов в «Поиске», анализа изображений. Компания также ведёт экспериментальные разработки, связанные с ботами и диалоговыми системами [27].

Созданием собственных нейросетей занимается и компания Яндекс. Например, Яндекс разработал новый алгоритм «Палех», который использует нейронные сети для формирования поисковой выдачи. Методы позволяют лучше воспринимать запросы пользователей, основываясь не только на использовании ключевых слов, но и их смысловых аналогов. Среди наиболее известных разработок компании сервис онлайн-заказа такси «Яндекс.Такси» с технологией интеллектуального распределения заказов, учетом дорожной ситуации и специальных пожеланий пользователей [27].

ПАО «КамАЗ» разрабатывает систему полуавтономного управления автомобилем, которая будет строиться на комплексе технологий ИИ – компьютерного зрения, машинного обучения, речевых технологий. В сотрудничестве с российской компании Cognitive Technologies автопроизводитель готовится к выпуску предпроектной версии системы помощи водителю ADAS (Advanced Driver Assistance System) первого уровня [6].

Пионер в сфере использования чат-ботов мессенджер Telegram стал локомотивом развития индустрии в России с таким ярким российским стартапом, как Chatfuel, в который

вложились крупнейшие зарубежные венчурные компании [6].

Робот «Вера», созданный петербургской компанией Stafory, проводит собеседование с потенциальными кандидатами на открытые вакансии, делая за полчаса ту работу, которую три-четыре человека делают неделю [6].

Примеры внедрения сервисов машинного обучения отмечены и в финансовой сфере. Так, в конце 2016 г. Сбербанк анонсировал запуск робота-юриста, а годом ранее банк запустил систему искусственного интеллекта Iron Lady, которая обзванивает должников [6].

К тому же, российские технологические гиганты, активно использующие ИИ технологии, остро нуждаются в профильных специалистах. Например, в конце июня 2016 г. на сайте одного из крупнейших рекрутинговых агентств HH.ru 26% от 120 вакансий по машинному обучению, были размещены компаниями Яндекс, Mail.ru и Лаборатория Касперского (табл. 2).

Однако, как отмечено экспертами, участвующими в разработке ДК НТИ «Нейронет», только 20% объема выполняемых в России исследований и разработок в области нейротехнологий осуществляется коммерческими компаниями. Основная часть исследований в данной сфере реализуется в государственных научно-исследовательских институтах и университетах. В ДК НТИ «Нейронет» представлен обширный перечень университетов, научных центров и институтов РАН, проводящих исследования по направлению базовых биоморфных нейросетевых архитектур искусственных когнитивных систем, и которые, по мнению экспертов, «представляют собой ре-

Таблица 2

**Вакансии для специалистов в области машинного обучения**

Компания	Количество вакансий	Доля от общего количества вакансий, %
Неизвестный работодатель	15	13
Яндекс	14	12
Mail.ru	9	8
Лаборатория Касперского	8	7
Другие 51 компании	74	62

Источник: [24], данные на июнь 2016 г.

зерв, на который можно опереться при участии России в развертывании сети центров по технологиям Нейронета мирового уровня» [23]. Среди них Научный Центр Неврологии РАН, Отдел нейронаук Научно-исследовательского центра «Курчатовский институт», биологические факультеты Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова и Нижегородского государственного университета имени Н.И. Лобачевского, биолого-почвенный факультет Санкт-Петербургского государственного университета, Научно-исследовательский институт нейробиологии им. А.Б. Когана Южного федерального университета, Центр нейрокогнитивных исследований Московского городского психолого-педагогического университета, НИИ нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко, Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина, Институт цитологии РАН, Институт биофизики клетки РАН, Институт мозга человека РАН, Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН. Нейросетевые модели обработки информации в структурах мозга создаются в Институте математических проблем биологии РАН, Институте прикладной математики имени М.В. Келдыша РАН, Институте проблем передачи информации имени А.А. Харкевича РАН, НИИ нейробиологии имени А.Б. Когана Южного федерального университета.

### **Инвестиции в разработки в области ИИ и глубокого машинного обучения в России**

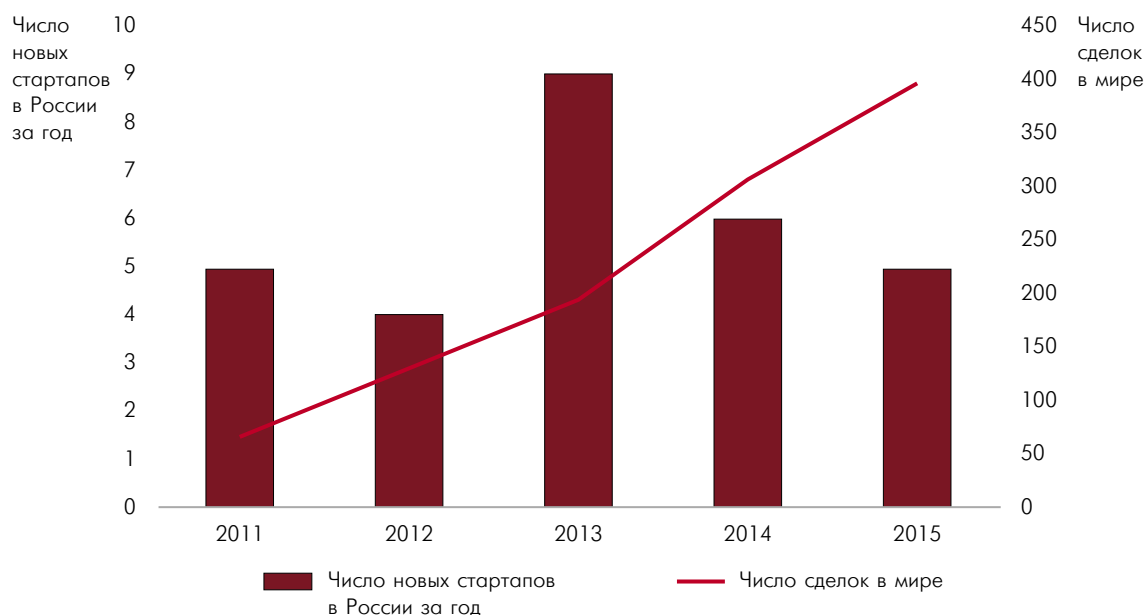
В ДК НТИ «Нейронет» нет сведений об объемах финансирования в России направления ИИ и глубокого машинного обучения, однако приводятся данные о том, что общее бюджетное финансирование проектов в области нейронаук и нейротехнологий, которое обеспечили органы исполнительной власти и институты развития в 2013–2015 гг., составило порядка 3,6 млрд. руб. Наибольший объем поддержки предоставлен в рамках ФЦП «Развитие фармацевтической и меди-

цинской промышленности Российской Федерации на период до 2020 года и дальнейшую перспективу» (1,2 млрд. руб.), Российским научным фондом (1 млрд. руб.) и ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» (0,9 млрд. руб. в рамках текущей и предшествующей программ).

Анализ бюджетного финансирования исследований различных стадий показывает, что на прикладные исследования приходится существенно меньшее финансирование (0,6 млрд. руб.), чем на фундаментальные и поисковые исследования (1,35 млрд. руб.) и НИОКР (1,5 млрд. руб.).

К проектам, касающимся технологий ИИ, проявляют интерес и российские венчурные инвесторы [23]. Так, в 2016 г. Russian Technology Partners инвестировали в американско-белорусский стартап WorkFusion, специализирующийся на разработке смарт-платформ автоматизации технологических процессов.

Российский венчурный фонд Flint Capital поддержал стартап по машинному обучению YouAppi (Израиль) и интеллектуальную систему поиска Findo российской компании Abbyy. В конце 2016 г. Flint Capital стал ведущим инвестором раунда финансирования на 13 млн. долл. американского стартапа Socure, который занимается разработкой технологии идентификации личности для финансовых организаций, инвестировав в этот стартап 2,5 млн. долл. Также Flint Capital и фонд Юрия Гурского Haxus Venture инвестировали 1 млн. долл. в сервис Flo, который использует нейронные сети для прогнозов менструального цикла у женщин. Проект разработан американским стартапом OWHealth, основанным предпринимателями из Белоруссии – Дмитрием Гурским (брат Юрия Гурского), Максимом Скробовым и Андреем Ковзелем. Компания намерена потратить средства на развитие технологии машинного обучения, чтобы создать персонального ассистента по вопросам здоровья, который будет помогать женщинам вести здоровый образ жизни, а также готовиться к беременности и родам [28].



**Рис. 3. Динамика количества профинансированных ИИ-стартапов в России (только внешнее финансирование) и в мире за период с 2011 по 2015 гг.**

Источник: Data-Flint Capital [24]

Следует отметить, что российские венчурные фонды в основном сосредоточили свое внимание на иностранных компаниях. Эту закономерность отмечают и аналитики Wall Street Journal. По мнению экспертов, несмотря на некоторую инвестиционную активность, рынок когнитивных технологий в России находится еще в зачаточном состоянии [24].

Представленные на рис. 3 данные показывают, что количество российских стартапов, занимающихся разработкой технологий ИИ

и получивших внешнее финансирование за период с 2011 по 2015 гг. остается на прежнем уровне, в то время как количество сделок по ИИ во всем мире за тот же период выросло почти на 500%.

Наиболее активными инвесторами в ИИ-стартапы на ранних этапах развития являются Фонд Сколково (Skolkovo Foundation) и Фонд развития интернет-инициатив в России (IIDF) на долю которых приходится более 60% сделок (табл. 3).

Таблица 3

**Инвесторы по крайней мере 2-х сделок в сегменте когнитивных технологий на российском рынке**

Компания	Количество сделок
Skolkovo Foundation	18
IIDF	5
Plug and Play	2
iDealMachine	2
GenerationS Accelerator	2
12BF	2
Moscow Seed Found	2
Ashmanov & Partners	2

Источник: Data-Flint Capital [24]

Негативное влияние на потенциальные перспективы технологий ИИ в России оказывает низкий уровень интернационализации. По данным аналитической компании CBInsights из 38 проанализированных отечественных компаний, только 8 привлекли иностранные инвестиции. В то же время, в 2010–2014 гг. в сфере российской интернет-торговли, одной из самых инвестиционно привлекательных областей, более половины сделок было проведено с участием иностранных инвесторов. По мнению экспертов, российские компании упускают возможности, связанные с разработкой технологий ИИ, сосредоточив свои усилия на ограниченном числе приложений, в частности, на производстве потребительских товаров и робототехники, уделяя меньше внимания одним из самых горячих тем данного технологического направления, таким как кибербезопасность, финансы и здравоохранение. Наиболее популярными технологическими сегментами ИИ технологий в России на сегодняшний день являются компьютерное зрение и робототехника [24].

### Место России на патентном ландшафте в области технологий глубокого обучения

В табл. 4 представлен перечень правообладателей патентов РФ, защищающих решения резидентов страны в области технологий ИИ. Этот перечень не велик и количество патентов, принадлежащих этим правообладателям, исчисляется единицами. Самая большая коллекция патентов РФ у компании Яндекс, которая уже на протяжении нескольких лет применяет технологии ИИ в своих поисковых механизмах. Однако объем ее патентного портфеля значительно уступает компаниям, вошедшим в рейтинг топ-30-и крупнейших патентообладателей мира. Напомним, что в рейтинг топ-30 вошли 7 университетов и 2 компании Китая, минимальный портфель патентов которых составил, по нашим данным, 42 патента, а максимальный – 90. Возможно нам не удалось идентифицировать все российские компании, имеющие патентные документы, охраняющие решения в области глу-

Таблица 4

#### Правообладатели патентов с российским приоритетом по направлению «Глубокое обучение»

Правообладатель	Количество патентов
YANDEX EUROPE	8
YANDEX	3
SAMSUNG ELECTRONICS	2
ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ИМПУЛЬС»	2
ФГУП ПЕНЗЕНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ НИИ	1
ИНСТИТУТ СИСТЕМНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК	1
ЗАО «КОМПАНИЯ «РУССКИЙ СТАНДАРТ».	1
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИКО-СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МГМСУ)	1
S1 Corporation (KR)	1
SIEMENS	1
ЦЕНТРАЛЬНОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ (ЦНПО) «ЛЕНИНЕЦ»	1
РЯЗАНСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. АКАД. И.П. ПАВЛОВА	1
ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ТОКССОФТ	1

Источник: БД Орбит, данные на 01.12.2016 г.

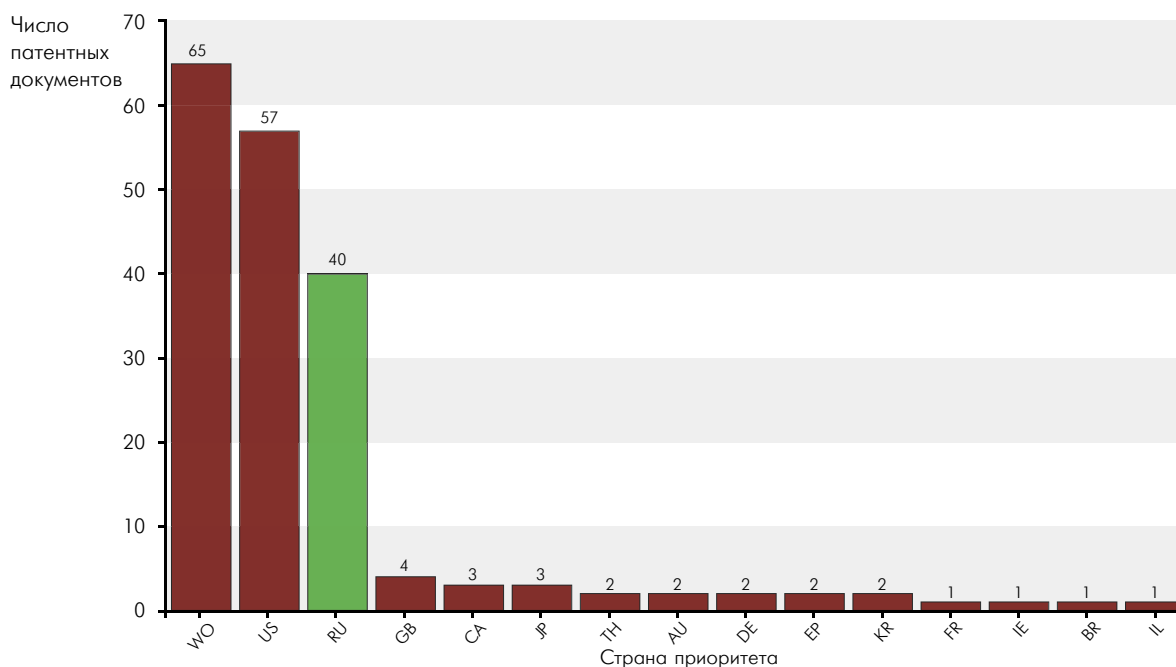


Рис. 4. **Распределение патентов РФ по странам приоритета по направлению «глубокое обучение»**  
 Источник: БД Орбит, данные на 02.12.2016 г.

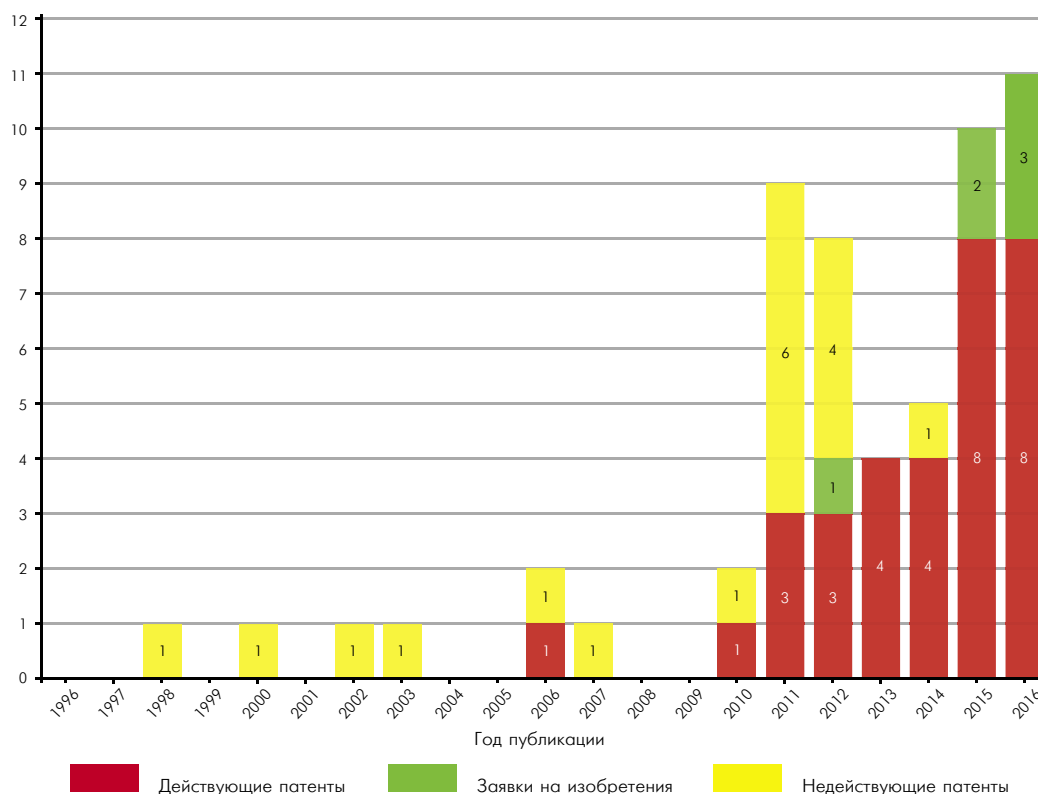


Рис. 5. **Динамика патентования российских изобретателей по направлению «глубокое обучение»**  
 Источник: БД Орбит, данные на 02.12.2016 г.



бокого машинного обучения и отраженные в БД Орбит, однако полученные результаты достаточно красноречиво демонстрируют критическое отставание России от компаний и университетов – лидеров патентования.

В целом, по уровню патентования технических решений в области глубокого обучения, РФ занимает очень слабые позиции и не относится к странам, которые вступили в борьбу за перспективные рынки товаров и услуг, созданных на базе этих технологий. Из 104-х патентов РФ по этой теме только 40 имеют российский приоритет (рис. 4) и только 7 патентов получены российскими разработчиками в зарубежных патентных ведомствах. Такие показатели совершенно не соотносятся с амбициозными планами «сформировать глобально конкурентоспособный российский сегмент рынка Нейронет», обозначенными в ДК НТИ «Нейронет».

Следует отметить, что 57 патентов из 140 выданных Роспатентом имеют приоритет США, что свидетельствует об активном стремлении США к лидерству и на внутреннем рынке РФ.

О низкой патентной активности российских изобретателей свидетельствует и динамика патентной активности (рис. 5). Нам удалось идентифицировать всего 5 заявок, поданных резидентами России за последние 2 года (2015–2016 гг.).

Полученные данные иллюстрируют недостаточную готовность российских патентообладателей конкурировать в отдельных нишах глобального рынка технологий глубокого обучения.

Проведенный анализ российских участников рынка технологий ИИ и технологий глубокого обучения выявил наличие достаточно развитой технологической экосистемы в России, которая способна обеспечить эту отрасль высококвалифицированными специалистами и разработками ранних стадий. Однако, несмотря на проявление некоторой инвестиционной активности, рынок технологий ИИ в России только начинает формироваться.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Результаты выполненного обзора и патентного анализа позволяют отнести технологии ИИ и глубокого машинного обучения к числу

четко оформленных и восходящих трендов глобальной научно-технологической сферы. Аналитики прогнозируют стремительный рост рынка применения таких технологий уже в ближайшие годы. Активность основных игроков на глобальном рынке технологий глубокого машинного обучения позволяет сделать заключение, что на сегодняшний день основной очаг формирующейся отрасли – это США, которые являются правообладателями крупнейшего портфеля патентов, касающихся технологий глубокого машинного обучения. В этой же стране отмечена и самая высокая концентрация финансируемых стартапов в области развития технологий ИИ. Высокие темпы роста объемов финансирования разработок и инвестиций в стартапы в области технологий ИИ и технологий глубокого машинного обучения в странах азиатско-тихоокеанского региона и, в частности, в Китае, также, по мнению экспертов, приведут к захвату лидирующих позиций на формирующемся рынке.

Анализ потенциала российских участников перспективного рынка товаров и услуг, связанных с технологиями ИИ, достаточно высок. Конкурентным преимуществом России, является наличие большого количества высококвалифицированных специалистов в сфере машинного обучения в целом и в области технологий глубокого машинного обучения, в частности, которые, по мнению экспертов, способны внести значительный вклад в развитие не только российской, но и мировой цифровой экономики [29].

Среди факторов, негативно влияющих на развитие направления в России, аналитики отмечают низкий уровень интернационализации и диверсификации данного технологического сектора. Сдерживающим фактором развития направления может служить и крайне низкий уровень активности патентования российскими организациями, ведущими исследования и разработки в этой области.

Тем не менее, стабильно возрастающий спрос на услуги и приложения с использованием технологий ИИ и, в частности, технологий глубокого машинного обучения оправдывает риск инвестиций в данное направление.

На фоне жесткой конкуренции за зарождающийся рынок технологий ИИ планы России

по завоеванию даже отдельных сегментов этого рынка, отраженные в ДК НТИ «Нейронет», выглядят мало достижимыми, при сохранении определенных документом темпов развития этого технологического направления:

- 2016–2018 гг. – развитие Нейронет в сегментах-предшественниках рынка Нейронет и создание инновационной информационно-аналитической инфраструктуры для обеспечения потока патентоспособных разработок и технологий;

- 2019–2025 гг. – формирование рынка предшественника для рынка Нейронет (прото-Нейронет) и возникновение сотен стартапов;

- 2025–2035 гг. – формирование полноценного рынка Нейронет и появление национальных компаний-чемпионов.

В ДК НТИ «Нейронет» одним из целевых показателей, который позволит достигнуть к 2020 г. увеличения объемов внутреннего рынка в данном направлении в 11 раз, а доли России на мировом рынке до 0,25%, является «количество малых предприятий на рынке Нейронет», которое, по прогнозам разработчиков дорожной карты, вырастет с 30-и в 2016 г. до 120 к 2020 г. Однако, по мнению экспертов, применение искусственных

нейросетей пока могут позволить себе, главным образом, крупные компании, ввиду наличия существенных ограничений для предприятий малого бизнеса, среди которых сложность и дороговизна аппаратного обеспечения, необходимого для самостоятельного обучения нейронной сети [27, 30, 31].

Представляется, что заявленные индикаторы и сроки их достижения обрекают РФ на роль технологического аутсайдера в области ИИ. Кроме того, обращает на себя внимание тот факт, что до сих пор в РФ нет ни одной крупной компании, способной выступить в качестве драйвера развития новой индустрии.

Эксперты также отмечают, что построение цифровой экономики – это не только развитие национального ИТ-сектора, но и интеграция новейших технологий в реальный сектор экономики, а принятая в июне 2017 г. программа «Цифровая экономика РФ», согласно которой страна к 2025 г. должна будет достичь целевых показателей, существенно улучшающих качество жизни населения, не должна сводиться к строительству центров обработки данных. Цифровая экономика не может существовать сама по себе, без реального и сырьевого секторов [29].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Протокол заседания Совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам «О программе «Цифровая экономика» от 5 июля 2017 г. (2017) / Официальный сайт Президента России. <http://kremlin.ru/events/councils/by-council/1029/55100>.
2. Цифровая Россия: новая реальность (2017) / McKinsey. <http://www.tadviser.ru/images/c/c2/Digital-Russia-report.pdf>.
3. В чем разница между искусственным интеллектом, машинным обучением и глубоким обучением? (2016) / Nvidia. <http://www.nvidia.ru/object/whats-difference-ai-machine-learning-deep-learning-blog-ru.html>.
4. World Economic Forum Annual Meeting 2016: Mastering the Fourth Industrial Revolution (2016) / World Economic Forum. 02.02.2016. <https://www.weforum.org/reports/world-economic-forum-annual-meeting-2016-mastering-the-fourth-industrial-revolution>.
5. Люггер Дж.Ф. (2004) Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. М.: Издательский дом «Вильямс». 864 с.
6. Искусственный интеллект (ИИ) / Artificial Intelligence (AI) как ключевой фактор цифровизации глобальной экономики (2017) / CRN/RE. 24.02.2017. <https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=117544>.
7. Глубинное обучение: возможности, перспективы и немного истории (2016) / Хабрахабр. 06.09.2016. <https://habrahabr.ru/company/it-grad/blog/309024>.
8. Hinton G.E., Salakhutdinov R.R. (2006) Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks // Science. 28.07.2006. V. 313. <http://www.cs.toronto.edu/~hinton/science.pdf>.
9. Осыка В. (2016) Сверхразум как бизнес-идея: российские стартапы могут сделать прорыв в машинном обучении / Forbes. 07.10.2016. <http://www.forbes.ru/mneniya/idei/329605->

- sverkhrazum-kak-biznes-ideya-rossiiskie-startapy-mogut-sdelat-proryv-v-mashinnom.
10. Когнитивная система IBM Watson: принципы работы с естественным языком (2015) / Хабрахабр. 03.09.2015. <https://habrahabr.ru/company/ibm/blog/266015>.
  11. DARPA SyNAPSE Program (2013) / Artificial Brains. 11.01.2013. [www.artificialbrains.com/darpa-synapse-program](http://www.artificialbrains.com/darpa-synapse-program).
  12. Manyika J., Chui M., Bughin J., Dobbs R., Bisson P., Marrs A. (2013) Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy / McKinsey Global Institute. <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/disruptive-technologies>.
  13. Bass D. (2016) Microsoft Develops AI to Help Cancer Doctors Find the Right Treatments / Bloomberg. 20.09.2016. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-09-20/microsoft-develops-ai-to-help-cancer-doctors-find-the-right-treatments>.
  14. Roberts J. (2016) Thinking Machines: The Search for Artificial Intelligence Distillations / Chemical Heritage Foundation. 17.02.2017. <https://www.chemheritage.org/distillations/magazine/thinking-machines-the-search-for-artificial-intelligence>.
  15. Устинов П. (2017) А вы за нас еще и лечить будете? Роботы в белых халатах / Forbes. 08.02.2017. <http://www.forbes.ru/tehnologii/338785-vy-za-nas-eshe-i-lechit-budete-roboty-v-belyh-halatah>.
  16. К 2075 году мыслительные процессы робота будут неотличимы от человеческих (2017) / Astera. 27.02.2017. <http://www.astera.ru/news/?id=118667>.
  17. Deep Learning Market by Application (Image Recognition, Signal Recognition, Data Mining), Offering (Hardware (Von Neumann and Neuromorphic Chip), and Software), End-User Industry, and Geography – Global Forecasts to 2022 (2016) / Markets and Markets. <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/deep-learning-market-107369271.html>.
  18. Deep Learning for Enterprise Applications (2016) Tractica. <https://www.tractica.com/research/deep-learning-for-enterprise-applications>.
  19. Мосунов Е. (2017) Машинное обучение / Hi-News.ru. 14.02.2017. <https://hi-news.ru/technology/trendy-mashinnoe-obuchenie.html>.
  20. Parloff R. (2016) Why Deep Learning Is Suddenly Changing Your Life / Fortune. 28.09.2016. <http://fortune.com/ai-artificial-intelligence-deep-machine-learning>.
  21. The Deep Learning Market Map: 60+ Startups Working Across E-Commerce, Cybersecurity, Sales, And More (2016) / CB Insights. 30.09.2016. <https://www.cbinsights.com/blog/deep-learning-ai-startups-market-map-company-list>.
  22. Leswing K. (2016) Apple just spent \$200 million for more artificial intelligence / Business Insider. 05.08.2016. <http://www.businessinsider.com/apple-buys-turi-artificial-intelligence-startup-for-200-million-2016-8>.
  23. План мероприятий «Дорожная карта» «Нейронет» Национальной технологической инициативы (2017) / Фонд содействия инновациям. [http://www.fasie.ru/upload/docs/dk\\_neyronet.pdf](http://www.fasie.ru/upload/docs/dk_neyronet.pdf).
  24. Zhegin P. (2016) Russia or RussAI? An overview of Russian artificial intelligence and cognitive technologies scene / RUSSIA.AI. 10.08.2016. <http://www.russia.ai/single-post/2016/08/09/Russia-or-RussAI-An-overview-of-Russian-artificial-intelligence-and-cognitive-technologies-scene>.
  25. Kaggle (2017) / Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Kaggle>.
  26. Kaggle Users by Location (data only) (2017) / Kaggle. <https://www.kaggle.com/carlosluertas/introducing-kaggle-scripts/kaggle-users-by-location-data-only/code>.
  27. Хохлова Д. (2016) Бум нейросетей: Кто делает нейронные сети, зачем они нужны и сколько денег могут приносить / Vc.ru. 12.07.2016. <https://vc.ru/p/neural-networks>.
  28. Фролов А. (2016) Сделки за неделю: Новости российского венчурного рынка с 12 по 18 декабря / Vc.ru. 19.12.2016. <https://vc.ru/n/week-deals-75>.
  29. Эксперты: программа цифровой экономики поможет формированию новой России (2017) / ТАСС. 04.07.2017. <http://tass.ru/ekonomika/4387665>.
  30. Krishna D.R., O'Donnell M. (2017) Artificial Intelligence Innovation: A Case Study / MaxVal. 10.05.2017. <http://blog.maxval.com/2017/05/artificial-intelligence-innovation-case-study>.
  31. McCabe L., Aggarwal S. (2017) How Artificial Intelligence and Machine Learning Will Reshape Small Businesses. Perspectives Report / SMB Group. <https://www.smb-gr.com/wp-content/uploads/2017/06/Intuit-persp.pdf>.

## REFERENCES

1. The protocol of the meeting of the Council for strategic development and priority projects «On program «Digital economy» dated 5

July 2017 (2017) / Official website of Russian President. <http://kremlin.ru/events/councils/by-council/1029/55100>.

2. Digital Russia: the new reality (2017) / McKinsey. <http://www.tadviser.ru/images/c/c2/Digital-Russia-report.pdf>.
3. What is the difference between artificial intelligence, machine learning and deep learning? (2016) / Nvidia. <http://www.nvidia.ru/object/whats-difference-ai-machine-learning-deep-learning-blog-ru.html>.
4. World Economic Forum Annual Meeting 2016: Mastering the Fourth Industrial Revolution (2016) / World Economic Forum. 02.02.2016. <https://www.weforum.org/reports/world-economic-forum-annual-meeting-2016-mastering-the-fourth-industrial-revolution>.
5. *Lygger J.F.* (2004) Artificial intelligence: strategies and methods for solving complex problems. M.: Vilyams. 864 p.
6. Artificial Intelligence (AI) as a key factor in the digitalization of the global economy (2017) / CRN/RE. 24.02.2017. <https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=117544>.
7. Deep learning: opportunities, prospects and a bit of history (2016) / Habrahabr. 06.09.2016. <https://habrahabr.ru/company/it-grad/blog/309024>.
8. *Hinton G.E., Salakhutdinov R.R.* (2006) Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks // Science. 28.07.2006. V. 313. <http://www.cs.toronto.edu/~hinton/science.pdf>.
9. *Ocyka V.* (2016) Overmind as a business idea: Russian start-ups can make a breakthrough in machine learning / Forbes. 07.10.2016. <http://www.forbes.ru/mneniya/idei/329605-sverkhrazum-kak-biznes-ideya-rossiiskie-startapy-mogut-sdelat-proryv-v-mashinnom>.
10. Cognitive system IBM Watson: principles of working with natural language (2015) / Habrahabr. 03.09.2015. <https://habrahabr.ru/company/ibm/blog/266015>.
11. DARPA SyNAPSE Program (2013) / Artificial Brains. 11.01.2013. [www.artificialbrains.com/darpa-synapse-program](http://www.artificialbrains.com/darpa-synapse-program).
12. *Manyika J., Chui M., Bughin J., Dobbs R., Bisson P., Marrs A.* (2013) Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy / McKinsey Global Institute. <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/disruptive-technologies>.
13. *Bass D.* (2016) Microsoft Develops AI to Help Cancer Doctors Find the Right Treatments / Bloomberg. 20.09.2016. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-09-20/microsoft-develops-ai-to-help-cancer-doctors-find-the-right-treatments>.
14. *Roberts J.* (2016) Thinking Machines: The Search for Artificial Intelligence Distillations / Chemical Heritage Foundation. 17.02.2017. <https://www.chemheritage.org/distillations/magazine/thinking-machines-the-search-for-artificial-intelligence>.
15. *Ustinov P.* (2017) Are you going to treat us? Robots in white coats / Forbes. 08.02.2017. <http://www.forbes.ru/tehnologii/338785-vy-za-nas-eshe-i-lechit-budete-roboty-v-belyh-halatah>.
16. By 2075 the thought processes of the robot will be indistinguishable from human (2017) / Astera. 27.02.2017. <http://www.astera.ru/news/?id=118667>.
17. Deep Learning Market by Application (Image Recognition, Signal Recognition, Data Mining), Offering (Hardware (Von Neumann and Neuromorphic Chip), and Software), End-User Industry, and Geography – Global Forecasts to 2022 (2016) / Markets and Markets. <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/deep-learning-market-107369271.html>.
18. Deep Learning for Enterprise Applications (2016) Tractica. <https://www.tractica.com/research/deep-learning-for-enterprise-applications>.
19. *Mosunov E.* (2017) Machine learning / Hi-News.ru. 14.02.2017. <https://hi-news.ru/technology/trendy-mashinnoe-obuchenie.html>.
20. *Parloff R.* (2016) Why Deep Learning Is Suddenly Changing Your Life / Fortune. 28.09.2016. <http://fortune.com/ai-artificial-intelligence-deep-machine-learning>.
21. The Deep Learning Market Map: 60+ Startups Working Across E-Commerce, Cybersecurity, Sales, And More (2016) / CB Insights. 30.09.2016. <https://www.cbinsights.com/blog/deep-learning-ai-startups-market-map-company-list>.
22. *Leswing K.* (2016) Apple just spent \$200 million for more artificial intelligence / Business Insider. 05.08.2016. <http://www.businessinsider.com/apple-buys-turi-artificial-intelligence-startup-for-200-million-2016-8>.
23. The plan of action "Road map" "NeuroNet" of the National Technological Initiative (2017) / Fund for Promoting Innovation. [http://www.fasie.ru/upload/docs/dk\\_neyronet.pdf](http://www.fasie.ru/upload/docs/dk_neyronet.pdf).
24. *Zhegin P.* (2016) Russia or RussAI? An overview of Russian artificial intelligence and cognitive technologies scene / RUSSIA.AI. 10.08.2016. <http://www.russia.ai/single-post/2016/08/09/Russia-or-RussAI-An-overview-of-Russian-artificial-intelligence-and-cognitive-technologies-scene>.
25. Kaggle (2017) / Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Kaggle>.
26. Kaggle Users by Location (data only) (2017) / Kaggle. <https://www.kaggle.com/carlosuertas/introducing-kaggle-scripts/kaggle-users-by-location-data-only/code>.
27. *Khokhlova D.* (2016) The boom of neural networks: Who makes neural networks, why they are needed and how much money they can bring / Vc.ru. 12.07.2016. <https://vc.ru/p/neural-networks>.

28. Frolov A. (2016) Transactions for the week: Russian Venture market news from December 12 to December 18 / Vc.ru. 19.12.2016. <https://vc.ru/n/week-deals-75>.
29. Experts: the program of digital economy will help the formation of a new Russia (2017) / TASS. 04.07.2017. <http://tass.ru/ekonomika/4387665>.
30. Krishna D.R., O'Donnell M. (2017) Artificial Intelligence Innovation: A Case Study / MaxVal. 10.05.2017. <http://blog.maxval.com/2017/05/artificial-intelligence-innovation-case-study>.
31. McCabe L., Aggarwal S. (2017) How Artificial Intelligence and Machine Learning Will Reshape Small Businesses. Perspectives Report / SMB Group. <https://www.smb-gr.com/wp-content/uploads/2017/06/Intuit-persp.pdf>.

**UDC 004.8**

*Tsvetkova L.A. Technologies of artificial intelligence as the factor of digitalization of economy in Russia and in the world (The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia)*

**Abstract.** The growth rates of the market for high-tech goods and services based on deep learning technologies are estimated. Key investors and beneficiaries in the development of deep learning technologies were identified. The patent activity in the world is analyzed and the place of Russia in the patent landscape in the field of deep learning is determined. It is shown that most of the patent documents are concentrated in the portfolios of major US corporations, which are headed by Microsoft, IBM, Google, Yahoo. Among the leaders of the rating of patent holders are also the corporations of Japan and the Republic of Korea. High rates of growth of patent activity in China are noted. The prospects of the development of artificial intelligence technologies and deep learning in Russia are estimated. Special attention is paid to the fact that most of the research and development in this area is carried out in public research institutes and universities, while in the countries – technological leaders the driver of development of the direction is the business sector.

**Keywords:** artificial intelligence, deep learning, neural networks, global markets, the Russian market, investments, competence centers, the prospects for digitalization.

**DOI 10.22394/2410-132X-2017-3-2-126-144**

**Цитирование публикации:** Цветкова Л.А. (2017) Технологии искусственного интеллекта как фактор цифровизации экономики России и мира // Экономика науки. Т. 3. № 2. С. 126–144.

## О ПРЕДОСТАВЛЕНИИ СУБСИДИЙ РОССИЙСКИМ ОРГАНИЗАЦИЯМ НА ЗАРУБЕЖНОЕ ПАТЕНТОВАНИЕ

Постановлением Правительства Российской Федерации от 15.12.2016 г. № 1368 «О предоставлении субсидий российским производителям на финансирование части затрат, связанных с регистрацией на внешних рынках объектов интеллектуальной собственности» (<http://government.ru/docs/all/109434/>) утверждены правила предоставления субсидий российским производителям на финансирование части затрат, связанных с регистрацией на внешних рынках

объектов интеллектуальной собственности, в размере до 100% оплаты пошлин и до 70% оплаты услуг по подготовке, подаче и делопроизводству, связанному с российскими патентными заявками в зарубежных патентных ведомствах.

Субсидии предоставляются юридическим лицам, зарегистрированным на территории РФ и производящим товары, услуги, работы и технологии, в состав которых входят объекты интеллектуальной собственности.