

Доклад ВОИС 2019 г. из серии  
«Тенденции развития технологии»  
Краткое изложение

# Искусственный интеллект

**В докладе 2019 г. «Искусственный интеллект», открывающем серию публикаций ВОИС «Тенденции развития технологии», анализируются процессы быстрого выхода на мировые рынки технологий на основе искусственного интеллекта и излагаются мнения экспертов, работающих на самых передовых рубежах разработки этих технологий. Задача этой публикации – вооружить сотрудников директивных органов государственных учреждений и руководителей частных компаний более глубокими знаниями в этой области для обсуждения перспектив искусственного интеллекта и вопросов разработки нормативной базы для регулирования этой динамичной сферы. Более полные статистические данные имеются на вебсайте [www.wipo.int/tech\\_trends/en/artificial\\_intelligence](http://www.wipo.int/tech_trends/en/artificial_intelligence).**

Системы  
искусственного  
интеллекта – это  
новый передовой  
рубеж развития  
цифровых технологий;  
их распространение  
окажет самое глубокое  
развитие на весь  
мир и приведет к  
преобразованию всех  
форм нашей жизни  
и деятельности.

Генеральный директор ВОИС Фрэнсис Гарри

# Краткое изложение

Системы искусственного интеллекта (ИИ) становятся все более очевидным фактором важных прорывов в технологии и бизнесе: от беспилотных автомобилей до средств медицинской диагностики и применения новейших методов производства в промышленности. Технологии ИИ, распространение которых основано на массовым использованием цифровой информации и стремительном росте вычислительной мощности компьютеров, выходят из сферы чисто теоретических исследований и становятся одним из сегментов мирового рынка, что может иметь по-настоящему революционные последствия. Устанавливая связи между миллиардами внешне не связанных друг с другом элементов информации, системы ИИ в состоянии обеспечивать повышение точности прогнозов погоды и рост урожайности культур, улучшать диагностику раковых заболеваний, предсказывать эпидемии и повышать производительность труда в промышленности.

Искусственный интеллект – это электричество нашего времени. Практически невозможно представить отрасль, которая не окажется полностью преобразенной в результате применения этих технологий.

## **Анализ патентной информации позволяет выявлять тенденции в развитии технологии**

Эта первая публикация из серии публикаций ВОИС «Тенденции развития технологии», основанная на экспертных знаниях и опыте ВОИС в анализе патентной информации, посвящена изучению тенденций наступающей эпохи искусственного интеллекта. Прошлые и современные тенденции в развитии технологий ИИ определяются на основе анализа патентных данных, научных публикаций и сведений из других источников. Одновременно высказываются идеи и догадки о вероятном развитии инноваций в данной области в предстоящие годы.

Это одна из первых публикаций, в которых тенденции развития технологий ИИ рассматриваются систематическим образом для выявления областей с наибольшими объемами инновационной активности в сфере ИИ, компаний и организаций, лидирующих в развитии этой сферы, а также географических рынков, которые станут очагами будущего роста.

ВОИС разработала новый концептуальный подход к исследованию процессов, происходящих в этой области: технологии ИИ группируются таким образом, чтобы при этом были отражены три разных аспекта: *методы*, применяемые при создании ИИ (например, машинное обучение); *функциональные приложения* (например, обработка речи и компьютерное зрение); и *области применения* этих технологий (например, связь или транспорт).

По каждому из этих направлений в настоящем докладе приводятся данные и аналитические выводы, позволяющие выявить тенденции, ключевых игроков, степень географического распространения технологий и масштабы рыночных сделок, включая приобретение компаний и судебные споры. Кроме того, в нем представлены мнения экспертов в области ИИ из разных регионов мира по таким вопросам, как существующие и потенциальные направления и последствия применения технологии ИИ, правовые вопросы и проблемы регулирования, защита данных и этические соображения.

## **Наблюдается рост числа изобретений в области ИИ и переход от теоретических разработок к коммерческим применениям этой технологии**

С момента появления науки об искусственном интеллекте в 1950-е гг. изобретатели и ученые подали патентные заявки почти на 340 тыс. изобретений в этой области и опубликовали более 1,6 млн научных работ по этой тематике.

Объемы патентования изобретений в области ИИ быстро возрастают: патенты более чем на половину всех изобретений в данной области опубликованы после 2013 г.

Хотя научные материалы по тематике ИИ публикуются уже несколько десятилетий, настоящий бум научных публикаций по этим вопросам начался только около 2001 г., примерно за 12 лет до нынешнего резкого скачка числа патентных заявок в этой области. Кроме того, отношение числа теоретических публикаций к числу изобретений сократилось с 8:1 в 2010 г. до 3:1 в 2016 г., свидетельствуя о переходе от теоретических исследований к коммерческому применению технологий ИИ в продуктах и услугах.

## **Одни области искусственного интеллекта растут быстрее других...**

Среди методов ИИ, раскрываемых в патентах, доминирует машинное обучение: ему посвящено более трети всех выявленных изобретений (134 777 патентных документов). Число заявок на регистрацию патентов на изобретения, связанные с машинным обучением, росло в среднем на 28% в год (если в 2013 г. было подано 9 567 патентных заявок, то в 2016 г. их число составило 20 195).

Революция в сфере ИИ вызвана такими методами машинного обучения, как глубокое обучение и применение нейронных сетей. Эти направления также показывают наиболее динамичный рост, выражающийся числом подаваемых патентных заявок: технологии глубокого обучения показали поистине

впечатляющий среднегодовой рост в период с 2013 г. по 2016 г. (175%, при этом в 2016 г. подано 2 399 заявок); число патентов на технологии нейронных сетей росло за тот же период на 46% в год (в 2016 г. подано 6 506 заявок).

Среди функциональных приложений ИИ самыми популярными являются технологии компьютерного зрения, включая системы распознавания образов. Разработки в области компьютерного зрения упоминаются в 49% всех патентов на изобретения в области ИИ (167 038 патентных документов), их среднегодовой прирост составил 24% (в 2016 г. было подано 21 011 таких заявок).

Наиболее высокие темпы роста числа патентных заявок в период с 2013 г. по 2016 г. среди функциональных приложений ИИ наблюдались в сегменте технологий для робототехники и в разработке методов управления; среднегодовой рост по обоим этим направлениям составил 55%.

Темп роста патентной активности в выявленном сегменте технологий ИИ заметно превышает среднегодовой темп роста патентной активности по всем областям техники, который в период с 2013 г. по 2016 г. составил 10%.

***...причем многие патенты на технологии ИИ касаются изобретений, которые могут найти применение в разных отраслях...***

Патенты на изобретения в области ИИ касаются не только систем и приложений ИИ: в патентной документации часто также упоминаются конкретные области применения этих технологий. Исследования показывают, что сегодня во многих отраслях изучаются варианты коммерческого применения ИИ. В докладе упоминается не менее двадцати областей применения, причем по крайней мере одна из них упоминается в 62% всех выявленных патентов на изобретения в области ИИ. К ним относятся, в порядке убывания значимости, сектор связи, упоминаемый в 15% всех выявленных патентных документов, сектор транспорта (15% документов), науки о жизни и медицина (12% документов) и персональные устройства, компьютерная техника и системы

«человек-машина» (11% документов). В выводах исследования фигурируют также банковский сектор, индустрия развлечений, сектор разработки систем безопасности, промышленность, сельское хозяйство и сетевые приложения (включая социальные сети, системы «умный город» и «Интернет вещей»).

Многие изобретения в области ИИ могут найти применение в различных отраслях, о чем свидетельствует большое число патентов на изобретения в области ИИ, в которых упоминается несколько отраслей. Транспорт занимает среди них особое место, причем не только в совокупных итоговых данных, но и как одна из отраслей с наиболее высокими темпами роста числа заявок на патентование изобретений в области ИИ: в период с 2013 г. по 2016 г. ежегодный рост числа таких заявок составил 33% (в 2016 г. было подано 8 764 заявок). Внутри категории «Транспорт» быстро растет значение аэрокосмической отрасли/производства авионики (ежегодный рост – 67%, в 2016 г. подано 1 813 патентных заявок) и производства беспилотных автомобилей (ежегодный рост – 42%, в 2016 г. подано 5 569 патентных заявок). Бум в транспортных технологиях становится более очевидным, если проанализировать тенденции за период с 2006 г. по 2016 г.: если в 2006 г. на эту отрасль приходилось только 20% патентных заявок, то к 2016 г. – уже треть всех заявок (более 8 700 заявок).

Хотя в секторе связи патентная активность, связанная с изобретениями в области ИИ, росла медленнее, чем в транспортном секторе, все же в период с 2013 г. по 2016 г. она показала среднегодовой рост в 23% (в 2016 г. было подано 6 684 заявки). Внутри сектора связи наибольшая патентная активность касалась сегмента компьютерных сетей/Интернета (17%) и радио- и телевидения (17%). Рост патентной активности в секторе наук о жизни и медицине составил за тот же период 12%. В 2016 г. число заявок на регистрацию изобретений в этой области составило 4 112, при этом в сегменте медицинской информатики рост составил 18%, в здравоохранении – 17%. Среднегодовой рост патентной активности в секторе персональных устройств, компьютерных систем и систем «человек-машина» в период с 2013 г. по 2016 г. составил 11% (в 2016 г. число поданных заявок составило 3 977); внутри этого сектора наиболее примечательный рост отмечен в сегменте

«эмоциональных» компьютерных технологий (37%), позволяющих распознавать эмоциональное состояние людей.

Среди других секторов и сегментов заметный рост патентной активности наблюдался в сегментах технологий «умного города» (47% в год); сельского хозяйства (32%); компьютерных технологий для государственных служб (30%) и в финансово-банковском секторе (28%).

Среди методов создания систем ИИ, раскрываемых в патентах, доминирует метод обучения машин: ему посвящено более трети всех выявленных изобретений

***...а некоторые методы разработки технологий ИИ, а также виды и отрасли их применения тесно связаны друг с другом.***

В случае почти 70% изобретений, относящихся к технологиям ИИ, конкретные методы создания систем ИИ или способы и области их применения упоминаются в связи с другими методами, способами или областями. Чаще всего в патентных заявках встречаются следующие комбинации: глубокое обучение и компьютерное зрение; компьютерное зрение и транспорт, связь и системы безопасности; онтологический инжиниринг и обработка естественного языка; машинное обучение и науки о жизни и медицина. Наличие этих комбинаций позволяют определить области, в которых в ближайшем будущем могут вероятнее всего возникнуть новые прорывы в создании технологий ИИ.

**По темпам роста патентной активности лидируют частные компании, прежде всего японские, американские и китайские**

Из 30 организаций, лидирующих по показателям регистрации патентов в области ИИ, 26 организаций – частные компании и только четыре – университеты или государственные научно-исследовательские учреждения. Эта закономерность характерна

для большинства патентов на методы создания технологий ИИ, а также упоминаемых в патентах видов и областей их применения. Двенадцать из 20 компаний, лидирующих по числу поданных заявок на изобретения в области ИИ, базируются в Японии, три – в США и две – в Китае. В этой группе особенно сильно представлены японские производители бытовой электроники.

### **В патентовании технологий искусственного интеллекта для различных областей применения лидируют IBM и Microsoft**

Крупнейшим портфелем патентных заявок в области ИИ (8 290 изобретений) обладает IBM, за ней следует Microsoft (5 930 изобретений). Патентные портфели обеих компаний охватывают широкий спектр методов создания систем ИИ, видов и областей применения этих технологий, свидетельствуя о том, что эти компании не ограничивают свою деятельность конкретной отраслью или технологией. Остальные компании, входящие в пятерку компаний-лидеров по числу заявок – это Toshiba (5 223 изобретений), Samsung (5 102 изобретений) и NEC (4 406 изобретений). В рейтинге компаний с наибольшими патентными портфелями быстро улучшила свои позиции Государственная электросетевая корпорация Китая, входящая сегодня в первую двадцатку. В период с 2013 г. по 2016 г. число подаваемых компанией патентных заявок росло в среднем на 70% в год, преимущественно в области методов машинного обучения на основе биовдохновленного вычисления – дисциплине, основанной на наблюдении природных систем, и в применении метода опорных векторов – одной из форм «обучения с учителем» (supervised learning).

Данные в отношении некоторых методов создания технологий и областей их применения показывают, что наибольшее число патентных заявок подают компании с высокой степенью специализации в соответствующей области. Примерами могут служить компания Baidu, занимающая передовые позиции в разработке методов глубокого обучения, Toyota и Bosch (лидирующие в транспортной отрасли), а также Siemens, Philips и Samsung (лидирующие в науках о жизни и медицине). Некоторые известные компании, не входящие в число лидеров по патентной

активности в области ИИ в целом, занимают заметные позиции в более специализированных областях: так, в сегменте сетевых продуктов и социальных сетей к таким компаниям относятся Facebook и Tencent. Лидирующие позиции некоторых компаний в конкретных отраслях могут объясняться их глубоким знанием этих отраслей и доступом к специализированной информации.

### **Большой вклад в исследования в конкретных областях ИИ вносят университеты, причем китайские университеты играют здесь лидирующую роль**

Хотя в целом в разработке технологий ИИ доминируют частные компании, в некоторых сферах ИИ, таких как создание систем распределенного искусственного интеллекта, некоторые методы машинного обучения и нейробиология/нейроробототехника ведущую роль играют изобретения, создаваемые в университетах и государственных научно-исследовательских учреждениях.

Семнадцать из 20 академических организаций, лидирующих в патентовании технологий ИИ, а также 10 из 20 организаций, лидирующих по числу научных публикаций в области ИИ – китайские учреждения. Китайские организации особенно значительно продвинулись в освоении такой новой области, как методы глубокого обучения. По числу патентных заявок ведущей государственной научной организацией является Академия наук Китая (АНК), портфель которой насчитывает более 2 500 патентных семейств и более 20 000 научных публикаций по тематике ИИ. Кроме того, АНК обладает крупнейшим портфелем патентов в области глубокого обучения (235 патентных семейств). Китайские организации продолжают и далее упрочивать свои лидирующие позиции: в период с 2013 г. по 2016 г. число подаваемых ими патентных заявок росло в среднем более чем на 20% в год, что сопоставимо с темпами роста патентной активности организаций большинства других стран или превышает их.

Научно-исследовательский институт электроники и связи Республики Корея (ETRI) занимает второе место в рейтинге университетов и государственных научно-исследовательских

учреждений по числу подаваемых патентных заявок и входит в группу 30 крупнейших заявителей всех категорий.

В группу 500 крупнейших заявителей входят 167 университетов и государственных научно-исследовательских учреждений, в том числе 110 китайских, 20 американских, 19 корейских и 4 японских учреждений. В группу 500 крупнейших заявителей входит четыре государственных научно-исследовательских учреждения европейских стран; наибольшей активностью среди них отличается немецкий институт Fraunhofer (159-е место). 185-е место занимает Комиссия по альтернативным источникам энергии и атомной энергии Франции (CEA).

***Главными целевыми рынками при подаче патентных заявок, касающихся технологий ИИ, являются США и Китай...***

Наибольшее число патентных заявок на изобретения в области ИИ подается в патентные ведомства США и Китая, что соответствует статистике патентования изобретений в остальных областях техники. Третье место по этому показателю занимает Япония. На ведомства указанных трех стран приходится 78% всех патентных заявок. Наблюдается расширение использования системы РСТ ВОИС, позволяющей заявителям подавать одну заявку в отношении многих юрисдикций. Процедура РСТ может считаться четвертым «ведомством» по числу заявок на изобретения, подаваемые в области ИИ.

***...но растет и число международных заявок***

Многие патентные заявки касаются более чем одной юрисдикции. Треть всех заявок на регистрацию изобретений в области ИИ после первичной подачи подаются в дополнительных юрисдикциях, 8% всех заявок подаются в пяти или более юрисдикциях.

Согласно данным по трем ведомствам, лидирующим по числу подаваемых в них заявок, 40% заявок, первоначально

поданных в Японии, и 32% заявок, первоначально поданных в США, позднее были поданы также в ведомства других стран. Применительно к ведомству ИС Китая доля таких патентных заявок составляла только 4%.

В отличие от заявителей из других стран, особенно США, китайские компании и университеты в настоящее время, как правило, подают заявки только в Китае.

**Собственные исследования и реализация внутренних стратегий в области ИС дополняются корпоративными приобретениями**

Начиная с 1998 г. в секторе ИИ были приобретены в общей сложности 434 компании, причем 53% всех приобретений имели место после 2016 г. Число приобретений в секторе ИИ растет ежегодно начиная с 2012 г., и в 2017 г. оно достигло 103 компаний. Компания Alphabet (в портфель которой входят Google, DeepMind, Waymo и X Development), занимающая только 10-е место по числу подаваемых заявок на изобретения (3 814 заявок), является лидером по числу приобретенных компаний в секторе ИИ. Компании Apple и Microsoft также активно занимались приобретениями.

Такие компании, как IBM и Intel, ориентируются на приобретение зрелых компаний, но большинство приобретаемых компаний – это стартапы с небольшими патентными портфелями или не имеющие патентов вообще. Из этого можно сделать вывод, что главным мотивом приобретения компаний является получение иных активов, таких как профессиональные кадры, а также данные, ноу-хау и иные интеллектуальные права.

17 из 20 академических организаций, лидирующих в патентовании технологий ИИ, а также 10 из 20 организаций, лидирующих по числу научных публикаций в области ИИ – китайские учреждения.

## **Сотрудничество в секторе ИИ имеет ограниченные масштабы, но конфликтов также немного**

Во многих случаях организации, осуществляющие совместные исследовательские проекты, указывают друг друга в качестве совладельцев прав в патентных заявках. Однако ни у одного из 20 ведущих заявителей доля патентов, находящихся в совместном владении с другими заявителями, в их портфеле патентов на ИИ не превышала 1%.

Общее число судебных споров, о которых сообщается в докладе, относительно невелико (спору касались менее 1% всех патентов). Это может быть связано с тем, что продукты еще не вышли на рынок, и поэтому нарушение прав, возможно, трудно доказать. Предметом споров стали патенты на ИИ из 1 264 патентных семейств, причем 74% всех споров рассматривались в США, а по всему миру был оспорен 4 231 патент. Наибольшее количество патентных исков в связи с изобретениями в области ИИ подали компании Nuance Communications, American Vehicular Sciences и Automotive Technologies International.

## **Информация о тенденциях развития технологии может помочь в разработке будущих норм регулирования сектора ИИ**

Представленные в докладе аналитические выводы дают новый и ценный материал для понимания динамики инновационных процессов в области ИИ. Они свидетельствуют о том, что искусственный интеллект играет все более важную роль в целом ряде технологических и иных видов деятельности. Потенциальные последствия технологий ИИ для развития общества ясны уже сегодня, и далее эти последствия будут лишь нарастать. Таким образом, вопросы развития ИИ следует рассматривать в тесной связи с ожидаемыми последствиями от внедрения этих технологий для занятости, экономики и общества в целом.

Директивным органам необходимо будет оперативно принимать решения, которые позволят им идти в ногу с процессами,

происходящими в области ИИ, и влиять на эволюцию технологий ИИ. Самым разным заинтересованным сторонам необходимо будет заняться выработкой комплекса оптимальных мер регулирования, позволяющих получить от внедрения технологий ИИ максимально позитивные результаты. Особое внимание необходимо обратить при этом на разработку стратегий, норм, законов и инструментов регулирования сферы ИИ, позволяющих решать правовые и этические проблемы, на вопросы доступа к цифровым данным, прав собственности на такие данные и влияния новых процессов на системы ИС; вопросы наличия кадров, обладающих необходимой квалификацией, а также вопросы инвестиционной стратегии и финансирования соответствующих инвестиций.

Авторы доклада иллюстрируют на документальной основе процессы быстрого проникновения технологий ИИ на мировые рынки, приводя мнения экспертов, работающих над созданием самых передовых технологий ИИ. Он призван служить для директивных органов государственного и частного секторов более надежной базой знаний для обсуждения будущих процессов развития ИИ и принципов регулирования этой динамичной отрасли.

В докладе 2019 г. «Искусственный интеллект», открывающем серию публикаций ВОИС «Тенденции развития технологии», рассматриваются закономерности инновационных процессов, связанных с созданием систем искусственного интеллекта (ИИ), и высказываются прогнозы относительно возможных направлений будущих перемен в этой области.

Данные патентных заявок, касающихся изобретений в области ИИ, научных публикаций, материалов судебных споров и статистики корпоративных приобретений показывают, что наиболее быстрые темпы роста демонстрируют такие методы создания ИИ, как глубокое обучение, и такие функциональные приложения ИИ, как робототехника. В докладе также представлены тенденции развития областей, в которых происходит практическая реализация инновационных разработок в области ИИ, промышленные компании и научные учреждения, лидирующие в этих разработках, а также географическое распределение подаваемых патентных заявок и научных публикаций, касающихся ИИ.

Распространение ИИ заставляет ставить множество вопросов регулирования, таких как контроль за действиями, предполагающими раскрытие персональных данных, стимулирование дальнейших исследований и роль охраны интеллектуальной собственности (ИС) во всех этих процессах. Высказываемые в докладе позиции по этим и другим вопросам управления строятся на прочной фактологической базе.

Доклад представляет собой первый материал из новой серии публикаций, в которой ВОИС предполагает анализировать текущие процессы развития технологии на основе обобщения данных об инновационной деятельности. Выводы доклада убедительно подтверждаются комментариями и мнениями представителей более 20 ведущих мировых компаний, работающих в области ИИ, что делает его особенно интересным для лидеров бизнеса, ученых и директивных органов.

Всемирная организация  
интеллектуальной собственности  
34, chemin des Colombettes  
P.O. Box 18  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Телефон: +41 22 338 91 11  
Факс: +41 22 733 54 28

Контактные данные внешних  
бюро ВОИС приводятся на сайте  
[www.wipo.int/about-wipo/ru/offices/](http://www.wipo.int/about-wipo/ru/offices/)



© WIPO, 2019

С указанием авторства 3.0  
Межправительственная организация  
(CC BY 3.0 IGO)

Лицензия CC не применяется к той части  
контента настоящей публикации, которая  
подготовлена не ВОИС.

При создании макета обложки были  
использованы визуальные материалы,  
предоставленные © Margarita Lyr и © Daria  
Dombrovskaya / Getty Images

Отпечатано в Швейцарии