Предложения для концепции развития технологий искусственного интеллекта в Российской Федерации

И. Г. Малыгин,
д. т. н., профессор, директор Института проблем транспорта им. Н. С. Соломенко Российской академии наук (ИПТ РАН)

В. И. Комашинский,
д. т. н., доцент, заместитель директора по научной работе ИПТ РАН

О. А. Михалев,
к. т. н., доцент Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного

В статье представлены результаты анализа зарубежных государственных концепций развития искусственного интеллекта (ИИ) и сформулированы предложения для формирования концепции развития технологий ИИ в России.

Из анализа взаимного развития (коэволюции) науки, технологий, экономики и политики следует, что на протяжении последних двух веков научно-технические и технологические достижения оказывают наибольшее влияние на развитие индустрии и экономики, на изменения в политике (*рис. 1*). В частности, изобретение парового двигателя позволило островной Великобритании возглавить первую индустриальную революцию и превратиться в величайшую экономическую державу. Успехи во второй индустриальной революции (электрификации, индустриализации, ядерной энергетике и космонавтике) дали возможность СССР занять достойное место в ряду ведущих стран второй половины XX века. Цифровизация и компьютеризациия превратили отсталый, аграрный Китай в одно из крупнейших государств современного мира. Основной технологический двигатель четвертой индустриальной революции — искусственный интеллект (ИИ).

Индустриальные революции	Период времени	Научно-технологические особенности	
Первая индустриальная революция (Индустрия 1.0)	С конца XVIII века до начала XX века	Механизированное производство, основанное на ветряных, водяных и паровых приводах	
Вторая индустриальная революция (Индустрия 2.0)	С начала XX века до середины 1970-х годов	Массовое производство, основанное на разделении труда и электрическом приводе	
Третья индустриальная революция (Индустрия 3.0)	С середины 1970-х годов до 2017 года	Автоматизированное производство, основанное на применении электроники и вычислительной техники	
Четвертая индустриальная революция (Индустрия 4.0)	С 2017 года по настоящее время	Массовое персонифицированное производство, основанное на применении киберфизических систем	
Пятая индустриальная революция (Индустрия 5.0)	Около 2050 года (прогноз)	Экономика замкнутого цикла, основанная на персонифицированном производстве по запросу и технологиях искусственного суперинтеллекта	

Рис. 1. Коэволюция науки, технологий и экономики

Сейчас начинает формироваться так называемая «индустрия 4.0», новая экономика умного, персонифицированного производства, новая политика, основанная на широком применении ИИ и новая (роботизированная) военная сфера **[1]**.

Катализаторами инновационного развития всегда были достижения в науке и технологиях. Так, в Великобритании появлению паровых двигателей предшествовало широкое использование в ткацком производстве водяных и ветряных двигателей, а также национальная научно-техническая политика, проводником которой была Королевская академия наук. Вторая индустриальная революция в СССР проходила на фоне привнесенных из-за границы технологий первой индустриальной революции и параллельного осуществления трех национальных программ (ликвидации безграмотности, электрификации и индустриализации). Третья индустриальная революция в России была упущена, так как не была создана национальная цифровая индустрия, поэтому сегодня 95 % цифрового оборудования в стране импортного производства. В начале следующего этапа технологического развития РФ, т. е. интеллектуализации, выявляются серьезные проблемы, усугубляемые задержкой в формировании национальной концепции и стратегии развития технологий ИИ (*рис. 2*).

Два года назад началась гонка за доминирование в развитии технологий ИИ, темп которой нарастает (*рис. 2*). В 2017 г. стран, сформировавших свои национальные стратегии развития ИИ, было семь, в 2018 г. их стало вдвое больше **[1, 2]**.

Анализ зарубежных национальных стратегий развития технологий искусственного интеллекта

Отметим, что стратегии развития ИИ имеют преемственность, динамику и общие элементы. Вместе с тем каждая стратегия формировалась с учетом текущей национальной технологической среды и фокусировалась на различных аспектах развития ИИ: на научных исследованиях; на развитии талантов; на образовании; на применении в государственном и частном секторах; на интеграции в технологии, индустрию, науку и т. д. Стратегии базировались на стандартах и правилах применения ИИ, а также на развитии инфраструктуры данных и цифровой инфраструктуры.

В начале 2017 г. Канада первой разработала национальную стратегию ИИ (*рис. 2*), согласно которой инвестирование в исследования и поддержку талантливых специалистов должно составить 125 млн канадских долларов. Стратегия преследует следующие цели **[2, 3]**:

1) увеличение количества исследователей и выпускников вузов по специальности ИИ;

2) создание на территории Канады трех специализированных на создании ИИ исследовательских центров;

3) исследование влияния ИИ на промышленность, экономику, политику и право;

4) формирование усиленного интереса разных слоев общества к ИИ.

Трехэтапный план развития Японии в области ИИ, разработанный и опубликованный в марте 2017 г. (*рис. 2*), предусматривает следующее **[2, 4]**:

1) использование ИИ в различных областях промышленности;

2) открытое и общедоступное использование ИИ и «больших данных (Big Data)» в быту и частной жизни;

3) создание экосистем ИИ, основанных на объединении различных доменов ИИ.

Стратегия предусматривает, что этапы реализуются в виде трех приоритетных инициатив в рамках Японской национальной программы «Общество 5.0», включающей промышленность, здравоохранение и транспорт. Предполагается расширение инвестиций в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), таланты, и стартапы.

В мае 2017 г. появилась стратегия ИИ в Сингапуре (*рис. 2*), которая представляет собой пятилетнюю национальную программу стоимостью 150 млн долл. США, включающую следующие ключевые инициативы:

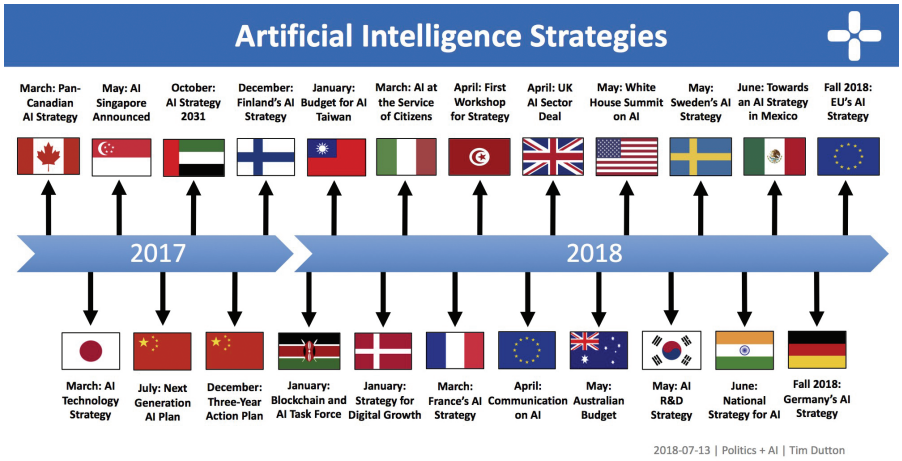

Рис. 2. Динамика формирования национальных стратегий развития технологий искусственного интеллекта

1) проведение фундаментальных научных исследований в области ИИ для решения прикладных задач;

2) организация работы междисциплинарных команд, занимающихся развитием различных направлений ИИ, программа сосредоточена на интеллектуализации здравоохранения, городских инфраструктур и финансовой сферы;

3) финансирование масштабного применения ИИ для решения индустриальных и отраслевых проблем;

4) разработка образовательных программ в сфере ИИ, рассчитанных на девяти месячное обучение.

В июле 2017 г. Китай объявил о плане развития технологий и приложений ИИ **[2, 5, 6]**, где обозначены инициативы и цели в области НИОКР, индустриализации, развитии талантов, образовании, разработки стандартов и нормативных актов, этических норм и безопасности. Стратегия представлена в виде трехэтапного плана развития ИИ. На первом этапе, к концу 2020 г. планируется создать в КНР индустрию ИИ и сделать ее конкурентоспособной на мировом рынке, на втором — достичь к 2025 г. мирового лидерства в ряде областей ИИ, на третьем — стать к 2030 г. основным мировым центром инноваций в области ИИ **[6]**.

К 2030 г. правительство Китая планирует сформировать индустрию ИИ стоимостью один триллион юаней, а в смежных «интеллектуализируемых» отраслях — 10 трлн юаней.

В плане также изложено намерение правительства привлечь лучших мировых специалистов в сфере ИИ, усилить подготовку отечественной рабочей силы в данной области и стать мировым лидером в разработке законов, нормативных актов и этических норм, способствующих развитию ИИ. В декабре 2017 г. правительством Китая опубликован документ «Трехлетний план по содействию развитию индустрии искусственного интеллекта нового поколения», детализирующий первый этап и предписывающий решение четырех задач:

1) разработку интеллектуальных автономных и сетевых продуктов: транспортных средств, сервисных роботов и систем распознавания;

2) производство элементной базы ИИ, включая интеллектуальные датчики, специализированные нейросетевые чипы и универсальные процессоры ИИ;

3) внедрение ИИ в тяжелую и легкую промышленность, в промышленные и бытовые изделия, в сельское хозяйство и агропромышленный комплекс;

4) совершенствование среды развития ИИ на основе повышения инвестиций в создание новых профильных учебных заведений, кафедр и дисциплин ИИ, технологий стандартизации тестирования и кибербезопасности ИИ.

Правительство КНР выступило за установление партнерских отношений с национальными технологическими компаниями в интересах формирования научно-исследовательского и промышленного лидерства в конкретных областях ИИ и анонсировало создание в Пекине технологического парка стоимостью 2,1 млрд долл. США.

В США 11 февраля 2019 г. президент Д. Трамп подписал Распоряжение «О поддержании американского лидерства в области искусственного интеллекта» **[7]**, фактически положившее начало американской инициативе по развитию ИИ. Общегосударственная стратегия направлена на сотрудничество и взаимодействие в сфере ИИ с частным сектором, научными кругами, общественностью и единомышленниками из числа международных партнеров. Распоряжение президента США призывает федеральные агентства уделять

первоочередное внимание инвестициям в исследования и разработки в области ИИ, расширять доступ к высококачественной киберинфраструктуре и данным, обеспечивать условия для лидирования США в разработке технических стандартов для ИИ, обеспечивать возможности модернизации высшего и среднего образования. Документ содержит национальный стратегический план проведения исследований и разработок, определяет приоритетные направления федеральных инвестиций направляемых на исследования и разработки.

Общие тенденции развития технологий искусственного интеллекта

В последнее время ИИ превратился в стратегическую технологию и стал новым важнейшим направлением международной конкуренции. Экономически развитые страны рассматривают ИИ в качестве важнейшей стратегии повышения национальной конкурентоспособности, защиты национальной безопасности и стараются захватить инициативу на новом витке научно-технической и технологической конкуренции.

России целесообразно рассматривать ИИ как основу модернизации национальной индустрии и всех звеньев экономики. По мере развития ИИ станет охватывать все уровни экономики, приведет к появлению новых технологий, продуктов, отраслей, моделей и будет способен вызвать значительные изменения в способах производства, росте производительности труда, образе жизни населения.

Приведем три основных этапа развития ИИ **[8, 9]**. Узкий ИИ (Artificial Narrow Intelligence, ANI), или слабый ИИ специализируется в одной предметной области. Технологии построения узкого ИИ хорошо отработаны и все чаще задействуются в различных технических системах: в транспортных средствах, в системах вооружения, связи и т. д.

Общий ИИ (Artificial General Intelligence, AGI), или сильный ИИ, сможет решить любую интеллектуальную задачу, которая под силу человеку. Возможности AGI — способность рассуждать, планировать, решать проблемы, мыслить абстрактно, быстро учиться. Поэтому AGI часто называют когнитивным ИИ (Cognitive Artificial Intelligence, COG). Работы над созданием AGI не завершены.

Искусственный суперинтеллект (Artificial Superintelligence, ASI) определяется как интеллект, намного превосходящий человеческий практически в любой области, включая научное творчество, общую мудрость и социальные навыки.

Сегодня наибольшие достижения отмечаются в создании ANI: он находит спрос (от «умного» пылесоса до автономного автомобиля), область его применения стремительно расширяется.

Развитие технологий подчиняется экспоненциальному закону. Прогресс, наблюдавшийся в течение XIX века, соответствует тому прогрессу, который имел место на протяжении предыдущих 20 000 лет. Явление нелинейного ускорения научно-технологического прогресса и вызванного им развития экономики получило название «Закон ускоряющегося возвращения». Сегодняшние достижения в области ИИ через несколько десятилетий приведут к тому, что ИИ превзойдет человеческий. Иными словами, технологические изменения станут настолько быстрыми и глубокими, что произойдет резкий скачок в истории поступательного развития общества.

Предложения по содержанию стратегии развития искусственного интеллекта в России

На основании анализа зарубежных национальных стратегий развития ИИ **[1, 3–22]** установлена их взаимная преемственность. Национальная стратегия развития ИИ в РФ должна ответить на важнейшие вопросы:

а) цели развития ИИ;

б) условия успешного развития технологий ИИ;

в) приоритетные направления государственной поддержки ИИ;

г) области применения ИИ, обеспечивающие максимальные позитивные экономические, политические, военные и социальные последствия.

А. Цели национальной стратегии развития технологий искусственного интеллекта. Это ускорение развития и углубление интеграции ИИ с экономикой, обществом и системой национальной обороны на основе новых научно-технических достижений, интеллектуализации экономики и формирования «умной» социальной сферы, а также создание кластеров новых знаний, технологических и отраслевых кластеров, взаимно интегрированных с Российской академией наук, системами высшего, среднего и начального образования для усиления национальной конкурентоспособности и безопасности.

Б. Условия успешного развития технологий искусственного интеллекта. Важнейшее условие состоит в формировании и развитии технологического ландшафта. Рассмотрим его составляющие. Колыбель технологий ИИ — цифровая индустрия. Именно в недрах цифровой индустрии появились первые образцы элементной базы ИИ, сформировались условия для появления новой индустрии. Другими словами, цифровая революция постепенно трансформируется в революцию ИИ.

Системы ИИ строятся на основе имитации человеческого мозга, использующего шаблоны для восприятия физического мира и управления им. Возможности приложений с применением ИИ расширяют облачные технологии. Алгоритмы сопоставления с образцами и логические процедуры позволяют формировать мощные когнитивные механизмы для обработки структурированных и неструктурированных данных. Облачные вычисления помогают решить проблему ИИ, предоставляя API-интерфейсы для доступа к службам машинного обучения и к инфраструктуре, объединяющей кластеры вычислительных машин, нейронные сети и базы больших данных. Цифровая трансформация происходит в трех взаимосвязанных направлениях: Интернета вещей (IoT), генерации больших данных (generating big data) и интеллектуального анализа с помощью ИИ (intellectual analysis using AI).

Перед Российской академией наук (РАН) и исследовательскими подразделениями вузов должны быть поставлены задачи создания основополагающей теории и общей технологической основы ИИ, формирования команды исследователей в области ИИ, поддержки трансформации теории в технологические производственные цепочки. Кроме того, перед наукой стоят задачи прогнозирования проблем ИИ, координации промышленной политики, внедрения ИИ в политическую и социальную системы, в национальную оборону и безопасность.

Институты РАН должны оснащаться новейшей исследовательской техникой, шире применять технологии ИИ в формировании и проверке научных гипотез. Национальная наука призвана укреплять сотрудничество с ведущими мировыми научно-исследовательскими институтами в области ИИ, а также усиливать сотрудничество с отраслевой наукой, направленное на применение ИИ в производстве, экономике и в военной сфере.

Необходимо модернизировать систему образования, обеспечить должный уровень профессиональной и технической подготовки кадров, способных проводить фундаментальные и прикладные иссле-

дования в сфере ИИ, выполнять работы по обслуживанию и настройке ИИ.

Система высшего и среднего образования призвана стимулировать выпускников на широкое внедрение ИИ в тех или иных сферах жизни и быта. Государственной системе образования потребуется модификация программ обучения с ориентацией на изучение ИИ. Нужны новые модели комплексного профессионального обучения, интеграция классического профессионального образования, знаний и технологий ИИ, математики, информатики, физики, биологии, психологии, социологии, права и других дисциплин. Цель Министерства науки и высшего образования — формировать интегрированное интеллектуальное образовательное пространство, в основе которого лежат интеллектуальные обучающие платформы, обеспечивающие предоставление качественных услуг непрерывного образования.

Политическая система РФ реализует возможности по развитию технологий ИИ, содействуя их применению для административного управления, судебного производства, городского управления, охраны окружающей среды. Государство должно способствовать применению ИИ в исследованиях сложных социальных проблем, оценке политики, предупреждении рисков, реагировании на чрезвычайные ситуации. Необходимо усилить интеграцию правительственных информационных ресурсов и точного прогнозирования общественных потребностей, обеспечить прозрачность каналов связи между правительством и общественностью.

Важное направление развития государственной системы управления составляют «смарт-суды», основанные на применении, обработке больших объемов прикладных данных, использовании ИИ в процессе принятия судебных решений на основе единой судебной платформы и в судебных процедурах, включая сбор доказательств, анализ случаев и юридических документов.

Разработка законов, правил и норм, способствующих развитию ИИ в РФ, включает исследование правовых, этических и социальных вопросов, связанных с ИИ, и формирование законодательной базы, положений и этических рамок. Необходимо заложить юридическую основу для быстрого применения новых технологий; создать этическую и моральную структуру суждений, сотрудничества людей и ИИ; выработать кодекс поведения для применения продуктов ИИ, оценить его потенциальные угрозы и преимущества, предусмотреть решения для чрезвычайных ситуаций. Россия должна активно участвовать в глобальном управлении ИИ, изучении основных международных общих проблем (отчуждение роботов и надзор за безопасностью), международном сотрудничестве в этой области.

В. Приоритетные направления государственной поддержки искусственного интеллекта. Выделим следующие положения:

1) инвестиции в долгосрочные исследования ИИ, прежде всего в разработку ИИ следующих поколений (AGI, ASI), что позволит РФ стать лидером в области ИИ;

2) разработка эффективных методов взаимодействия человека и ИИ, чтобы системы ИИ эффективно дополняли и расширяли возможности человека;

3) исследование этических, правовых и социальных последствий применения технологий ИИ;

4) обеспечение безопасности систем ИИ, которые должны быть надежными и заслуживающими доверия;

5) разработка технологий формирования и предоставления общедоступных наборов данных и сред для обучения и тестирования ИИ;

6) разработка технологий измерения и оценки характеристик и свойств ИИ с помощью стандартов и эталонов;

7) формирование требований к исследователям, способным успешно проводить НИОКР по ИИ в нашей стране; повышение качества подготовки исследователей и технических работников в сфере НИОКР и стратегий стимулирования работников в сфере ИИ;

8) расширение государственно-частного партнерства для ускорения прогресса в области ИИ; создание благоприятных условий для устойчивых инвестиций в НИОКР по ИИ и превращения достижений в практические возможности на основе сотрудничества научных кругов, промышленности, международных партнеров и других негосударственных организаций;

9) исследование основных направлений применения ИИ в военно-промышленном комплексе и в новых интеллектуализированных вооружениях;

10) использование ИИ для модернизации национальной тяжелой и легкой промышленности, сырьевых отраслей и сельского хозяйства.

Г. Экономические и социальные эффекты, ожидаемые от применения искусственного интеллекта. Прогресс в области ИИ позволит повысить эффективность труда, уровень жизни практически во всех секторах общества. Приведем основные направления применения ИИ **[3–22]**.

Промышленность: использование робототехники и ИИ расширяет производственные возможности за счет надежного прогнозирования спроса и гибкости операций, В результате повышаются производительность труда и качество продукции, снижаются затраты, улучшается здоровье работников. Алгоритмы машинного обучения позволят улучшить планирование производственных процессов и сократить количество требуемых ресурсов. Потребители могут получить доступ к услуге 3D-печати.

Финансы: применение ИИ в системах финансовой безопасности снизит вероятность злонамеренного поведения: манипулирования рынками, мошенничества, аномальных операций. Технологии ИИ способствуют повышению эффективности и снижению волатильности рынков и торговых издержек на основе предотвращения таких системных сбоев, как «ценовые пузыри» и недооценка кредитных рисков.

Транспорт, перевозки пассажиров и грузов: с использованием ИИ увеличится безопасность всех видов транспорта; откроются возможности для мониторинга состояния транспортной инфраструктуры и повышения качества управления транспортными потоками, сокращения расходов на ремонт и реконструкцию транспортных средств и транспортной инфраструктуры. Повысится безопасность перевозки пассажиров и грузов на основе лучшей осведомленности о ситуации, предоставления водителям и пассажирам информации о маршруте в режиме реального времени. Улучшится мультимодальная мобильность, что приведет к снижению вредных выбросов в окружающую среду от всех видов транспортных средств.

Сельское хозяйство: устойчивость сельского хозяйства повысится на основе интеллектуализации аграрного и животноводческого секторов, повышения эффективности переработки, хранения, распределения и потребления сельскохозяйственной продукции. С помощью сельскохозяйственных систем ИИ будут обрабатываться данные о конкретных объектах и культурах, эффективно использоваться ресурсы (например, семена, вода, химические вещества и удобрения), а также компенсироваться отток населения из сельских районов в города.

Торговля: ИИ даст возможность коммерческим структурам лучше соответствовать спросу потребителей, увеличить

прибыльность, быстро находить товары и услуги запрашиваемого качества при более низкой стоимости. эффективно финансировать наиболее востребованные секторы потребления.

Связь: применение технологий ИИ в сфере связи позволит максимизировать использование полосы пропускания, повысить качество хранения и скорость предоставления данных по запросу пользователей. Улучшение фильтрации, поиска, перевода сообщений с одного языка на другой окажет положительное влияние на международное сотрудничество, торговлю.

Наука и технологии: системы ИИ помогут ученым и инженерам узнавать о публикациях и патентах сразу после их появления, предлагать и проверять новые гипотезы, проводить эксперименты с использованием роботизированных систем и интеллектуальных систем моделирования, разрабатывать новые приборы, устройства и программное обеспечение.

Расширение образовательных возможностей, повышение уровня жизни: процессы обучения и переобучения станут непрерывными, виртуальные преподаватели будут разрабатывать индивидуальные планы согласно интересам, способностям и потребностям обучаемого. «Умные» квартиры, дома, кварталы и города благодаря персональным виртуальным помощникам позволят разумно расходовать время на решение повседневных задач.

Медицина: методы ИИ позволят оценивать многомерные медицинские данные для изучения проблем общественного здравоохранения и оперативно поддерживать принятие решений по медицинской диагностике и назначению лечения. Новые технологии адаптации лекарственных препаратов к определенному пациенту усилят эффективность медицинских услуг и повысят продолжительность жизни населения.

Юридическая система: появится возможность анализировать большие объемы юридических данных, быстро уточнять и непротиворечиво расширять законодательную базу, повышать открытость судебных процессов и эффективность принятия судебных решений. Инструменты ИИ позволят в реальном времени обнаруживать юридические ошибки, идентифицировать и обобщать доказательства. Сотрудники правоохранительных органов и служб безопасности смогут создать более открытое и безопасное общество на основе применения шаблонов для выявления аномального поведения отдельных участников или для прогнозирования опасного поведения толпы.

Повышение уровня национальной безопасности: ИИ агенты способны обрабатывать большие объемы разведывательных данных и определять сценарии поведения противника в условиях быстро меняющейся тактической обстановки. ИИ сотрудники могут обеспечивать защиту важнейших элементов инфраструктуры и основных секторов экономики, уязвимых для нападения. ИИ защиты снижают риски во время полномасштабной войны и обеспечивают внутреннюю безопасность в мирное время. Интеллектуальные системы восприятия способствуют усилению защищенности критически важной инфраструктуры (газопроводов, нефтепроводов, электростанций, аэропортов и т. п.). При комплексном использовании ИИ и распределенных сенсорных сетей можно отслеживать начало преобразования нормальной работы систем (природных, экологических, социальных, политических, международных) в аномальную и оперативно реагировать на негативные изменения. Другими словами, системы ИИ придают управлению упреждающий характер и указывают, как разрешить проблему, прежде чем возникнут необратимые последствия.

Таким образом, для решения сложных технических проблем построения ИИ необходимы усилия фундаментальной науки. Технологии ИИ создают новые риски: неизбежно изменения рынка труда, так как труд людей будет дополняться или заменяться «умными» автоматизированными системами: имеются неразрешенные неопределенности в отношении безопасности и надежности систем ИИ. Ключевая задача «Концепции развития искусственного интеллекта в Российской Федерации» — запуск внутренних национальных механизмов самоорганизации и саморазвития технологий ИИ на основе консолидации усилий Правительства РФ, министерств, ведомств, региональных администраций, учреждений науки и образования. Т

Литература

1. Технологии построения когнитивных транспортных систем / Под науч. ред. И. Г. Малыгина. СПб.: Ин-т проблем транспорта РАН, 2018. 268 с.
2. URL: medium.com/politics-ai/an-overview-of-national-ai-strategies
3. URL: www.amii.ca/wp-content/uploads/2019/04/ai_annualreport2019_web.pdf
4. URL: japan.kantei.go.jp/97_abe/actions/201604/12article6.html
5. State Council of China. New Generation artificial Intelligence Development Plan. State Council Document No. 35. July 2017.
6. Kania E. China's Artificial Intelligence Revolution // The Diplomat. 2017. July 22.
7. URL: www.nitrd.gov/pubs/2016-Federal-Cybersecurity-Research-and-Development-Strategic-Plan.pdf; this is being updated in 2019.
8. URL: medium.com/@tjajal/distinguishing-between-narrow-ai-general-ai-and-super-ai-a4bc44172e22
9. URL: www. waitbutwhy.com/2015/01/artificial-intelligence-revolution-1.html
10. URL: www.waitbutwhy.com/2015/01/artificial-intelligence-revolution-2.html
11. URL: www.stiftung-nv.de/sites/default/files/benchmarking_ai_strategies.pdf
12. Government of South Korea, Ministry of Science, ICT and Future Planning. Mid- to Long-Term Master Plan Preparation for the Intelligent Information Society: Managing the Fourth Industrial Revolution. Policy Document. 2016.
13. Satariano, Adam. Silicon Valley Hedge Fund Takes On Wall Street With AI Trader. — URL: www.bloomberg. com/news/articles/2017–02–06/silicon-valley-hedge-fund-takes-on-wall-street-with-ai-trader [Accessed February 20, 2018]
14. Jiang, Tao et al. Self-Driving Cars: Disruptive or Incremental? Applied Innovation Review. June, 2015
15. Jucikas, Tadas. Artificial Intelligence and the Future of Energy. — URL: medium.com/wepower/artificialintelligence-and-the-future-of-energy-105ac6053de4. (Accessed February 20, 2018).
16. Agrawal, Ajay; Gans, Joshua and Goldfarb, Avi. How AI will Change Strategy: A Thought Experiment. Harvard Business Review. — URL: hbr.org/2017/10/how-ai-will-change-strategy-a-thought-experiment (Accessed February 20, 2018).
17. Ha, Jeong Eun. Artificial intelligence industry in South Korea. Rijksdienst voor Ondernemend, Nederland, 2016.
18. URL: www.nitrd.gov/news/RFI-National-AI-Strategic-Plan.aspx
19. URL: www.nitrd.gov/nitrdgroups/index.php?title=AI-RFI-Responses-2018.
20. AI and Future of Work Innovation Summit 2019. — URL: analyticsevent.com.
21. «G7 Innovation Ministers' Statement on AI». — URL: www.g8.utoronto.ca/employment/2018-labour-annex-b-en.html.
22. URL: www. ki-strategie-deutschland.de