

ЦИФРОВИЗАЦИЯ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРАХ: ПРОРЫВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

DIGITALIZATION IN SCIENCE, TECHNOLOGY AND
EDUCATION: BREAKTHROUGHS AND PROSPECTS

Сергей Вадимович Анахов **Sergey Vadimovich Anakhov**

кандидат физико-математических наук, доцент

sergej.anahov@rsvpu.ru

ФГАОУ ВО «Российский государственный
профессионально-педагогический
университет», Екатеринбург, Россия

Russian State Vocational Pedagogical University,
Yekaterinburg, Russia

Аннотация. Представлен обзор современных цифровых технологий в научно-технической и образовательной сферах. Описаны тенденции последних лет, характеризующие степень зрелости информационных технологий, показана эволюция и перспективы их развития.

Обозначены имеющиеся на сегодняшний день проблемы создания и развития цифровых технологий, что сказывается на эффективности их использования в современной научно-образовательной среде.

Ключевые слова: информационные технологии, цифровая сфера, массовые открытые онлайн-курсы, образовательная среда, научно-технический прогресс, искусственный интеллект, инновации.

Abstract. The article presents an overview of the current development of digital technologies in the scientific and educational sphere. The article describes the trends of recent years that characterize the maturity degree of information technologies, shows the evolution and prospects for their development. The current problems of creating and developing digital technologies that affect the effectiveness of their use in the modern scientific and educational environment are identified.

Keywords: information technologies, digital sphere, mass open online courses, educational environment, scientific and technological progress, artificial intelligence, innovations.

За последние 200 лет в развитии общества произошли глобальные перемены, связанные с несколькими этапами индустриальных революций. Очевидно, что у каждого человека есть собственная, зачастую сиюминутная и пессимистичная по отношению к прогрессу и развитию оценка уровня качества жизни. Однако объективный учет глобальных тенденций свидетельствует о том, что «прогресс побеждает зло». Например, за эти 200 лет число людей, пребывающих в состоянии крайней бедности,

сократилось с 90 % до 10 % (при семикратном увеличении населения планеты), показатель уровня детской смертности (доля детей, умерших в возрасте до пяти лет) снизился с 43,3 % в начале XIX в. до 4,3 % в 2015 г., а уровень грамотности среди людей старше 15 лет увеличился с 10 % до 85 % всего мирового населения [1]. Очевидно, добиться этого удалось за счет научно-технического прогресса и тесно связанной с ним политики в научно-образовательной сфере.

Рассмотрим те основания, которые свидетельствуют о прогрессе в научно-технической сфере. Очень часто в качестве основного показателя научно-технического прогресса принимается уровень инноваций – внедренный результат интеллектуальной деятельности человека, имеющий признаки научной новизны и обеспечивающий качественный рост эффективности процессов или продукции, востребованной рынком. Но настоящий этап технологического развития, по мнению ряда футурологов, следует оценивать не по числу инноваций, а по тем возможностям, которые они дают человечеству [2, 3]. С этой точки зрения основным фактором современного прогресса является экспоненциальный рост производительности компьютеров (в соответствии с законом Мура), количества передаваемых и сохраняемых данных, а также скорости информационного обмена в различных видах коммуникаций [2]. По существующим данным за последние 10 лет объем информации в Интернете увеличился почти в 30 раз: с 2 до 59 зеттабайт данных (1 зеттабайт = 1021 байт). К 2024 г., по прогнозам аналитиков, количество данных будет превышать 149 зеттабайт. При этом растет и количество структурированной информации: с 2010 г. по 2019 г. оно возросло с 9 % до 13 % от глобального объема информации [4].

Современное ускорение технической эволюции имеет, как известно, несколько наименований — «4-я промышленная революция» [5], «Индустрия 4.0», «переход к 6-му технологическому укладу», «кембрийский взрыв технологий» и т. д., может быть, очевидно, охарактеризовано и по составу наиболее характерных для данного этапа технологий. Ввиду их громадного количества исследователи, как правило, говорят о технологических трендах, число которых определяют по-разному. Однако, несмотря на неизбежные качественные и количественные расхождения в оценке современного технологического мира и его цифрового будущего, очевидно, что с учетом повсеместного внедрения цифровых технологий речь идет о скором появлении новой научно-технологической парадигмы и формировании соответствующей научно-образовательной политики, которые, так или иначе, затронут почти все сферы общественного развития. В начале 2021 г. имеет смысл дать

компетентную оценку тех перспектив, которые нас ждут в ближайшее время в связи с переходом к новому технологическому укладу. Прежде всего рассмотрим те тренды, которые мы наблюдали в последнее десятилетие XXI в. и, в частности, в 2020 г.

Количество ключевых для современности технологических трендов, как уже отмечалось, очень велико и может, по мнению различных экспертов, варьироваться от двенадцати (К. Келли [6]) до четырех (Р. Курцвейл [2]). Ограничившись характерным для большинства аналитических обзоров набором из 10 технологий [4, 7], отнесем к числу наиболее зарекомендовавших себя в последние годы инноваций следующие:

- спутниковый Интернет и технологии 5G;
- технологии искусственного интеллекта (ИИ) (Artificial Intelligence — AI) и больших данных (Big Data);
- облачные хранилища данных;
- 3D-печать;
- Интернет вещей (Internet of Things — IoT);
- квантовые вычисления;
- блокчейн;
- технологии виртуальной и дополненной реальности (VR/AR);
- беспилотные автомобили и электрокары;
- мозговые импланты.

В представленном списке обращает на себя внимание присутствие как давно зарекомендовавших себя и успешно развивающихся технологий, так и инноваций, появившихся недавно и характеризующихся в настоящий момент повышенным к ним интересом. К первой группе, по всей видимости, можно отнести 3D-печать, блокчейн, IoT, VR/AR, облачные сервисы и беспилотный транспорт. Данные технологии за последние годы преодолели закономерный после повышенного внимания технологический спад и сейчас вышли на плато продуктивности (стадию устойчивого развития), характерного для известной кривой развития технологических инноваций Гартнера (Hype Cycle for Emerging Technologies [8]) (рис. 1).

Например, 3D-технологии сделали существенный шаг в завоевании рынка, освоив за последние 10 лет стереопечать с применением более чем сотни материалов (от пластика до металлов и цемента). В последнее время вновь в центре внимания технологии блокчейна, рас-

ширившие как сферу применения (финансовые операции, кибербезопасность, идентификация пользователей, логистика и т. д.), так и материальную базу своего развития, обеспечивающую реализацию все более высокопроизводительных вычислений. Стремительно завоевывают цифровую сферу и облачные технологии, позволяющие избавиться от необходимости хранения на личных и корпоративных носителях непрерывно растущих в объеме информационных ресурсов (в 2020 г. в облаке хранилось уже больше 30 % мировой информации). Наряду с совершенствованием вышеперечисленных технологий преодолевается недоверие к беспилотному транспорту (в 2020 г. было продано порядка 150 тыс. ед., которые потребляют около 4 терабайт данных), наблюдается и массовый рост в сфере производства и использования электрокаров (в 2020 г. их продали больше 2,3 млн ед.). Развитие отдельных технологий (IoT и VR/AR) в настоящее время можно отнести к стадии «преодоления недостатков» (Slope of Enlightenment) кривой Гартнера (рынок внедрения еще не так широк, как предвиделось при их появлении), но перспективы глобализации очень велики (к 2024 г. VR/AR-рынок увеличится в 6 раз — до 72 млрд долл., а среднегодовой рост отрасли IoT оценивают в 25 %) [4].

Следует отметить, что упомянутые технологии тесно связаны друг с другом, поскольку так или иначе основаны на применении цифровых носителей и информационных средств передачи и обработки информации. Поэтому немаловажное влияние на темпы развития как Индустрии 4.0 в целом, так и отдельных ее сегментов должно оказать совершенствование ряда технологий из вышеупомянутого списка, находящихся пока еще на стадиях повы-

шенного интереса (технологического триггера или пика чрезмерных ожиданий — в терминах Gartner) — спутникового Интернета и 5G-технологий, технологий AI и Big Data, квантовых вычислений.

Например, начавшееся развертывание на околоземной орбите спутниковой интернет-системы Starlink, как и ряда других подобных проектов (OneWeb, «Сфера» и т. д.), обещает дать доступ к информационным ресурсам всему населению Земли со скоростью до 10 Гбит/с. Начавшая свое внедрение в 2019 г. 5G-технология позволяет на несколько порядков увеличить скорость обмена данными (на момент написания статьи рекорд, достигнутый группой исследователей из британского Университета Суррея, составил 125 Гбит/с). Пока развитие данных технологий сталкивается с рядом ограничений, связанных как с политикой отдельных государств, так и с противодействием отдельных групп населения, необоснованно обеспокоенных влиянием информационных средств связи на здоровье и безопасность людей. Очевидно, что понимание преимуществ от использования новых технологий позволит преодолеть упомянутые проблемы и будет способствовать развитию всех перечисленных секторов нового информационно-технологического рынка.

Активно развиваются и технологии квантовых вычислений, вышедшие из стадии теоретического обоснования на уровень опытных образцов, способных с невиданной на данный момент скоростью решать отдельные постановочные задачи (в начале декабря 2020 г. 53-кубитный компьютер, созданный китайскими учеными, за 200 секунд рассчитал задачу, на решение которой при классической системе вычисления на самом мощном современном компьютере потребовалось бы порядка 1 млрд лет). Быстро растет и сфера использования технологий Big Data, включающая

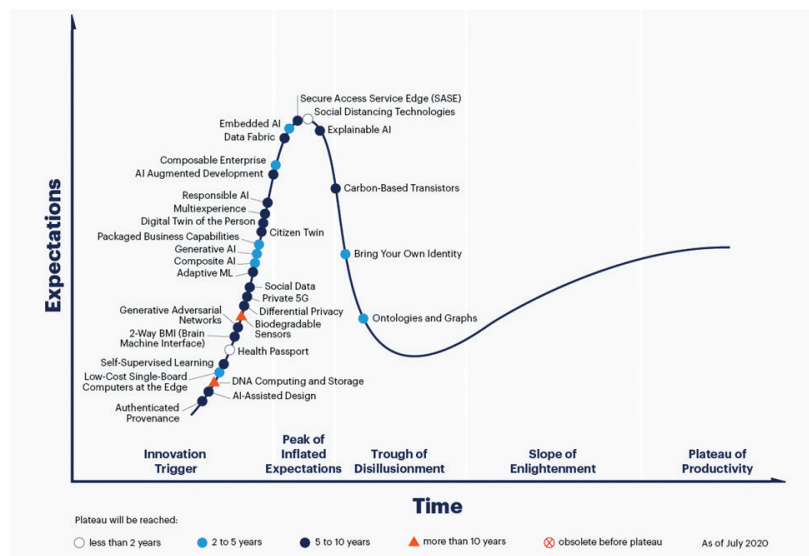


Рис. 1. Кривая развития технологических инноваций Гартнера за 2020 г.

в себя технологии аналитической обработки больших массивов данных в различных научных исследованиях – образование, медицина, сфера банковского обслуживания, ритейл, маркетинг и логистика (по оценкам компании Frost & Sullivan средний ежегодный рост сферы Big Data — 35,9 % с объемом рынка аналитики до 67,2 млрд долл. в 2021 г.) [4].

Отдельного внимания в списке перечисленных технологических трендов заслуживают технологии искусственного интеллекта. Опубликованная в 2020 г. кривая развития технологий (см. рис. 1) содержит 5 разновидностей ИИ — Композитный (Composite AI), Генеративный (Generative AI), Ответственный (Responsible AI), Встроенный (Embedded AI) и Объяснимый (Explainable AI), в то время как в 2019 г. было отмечено лишь 2 технологии — Граничный (Edge AI) и Объяснимый ИИ. Список технологий искусственного интеллекта, с которыми уже приходится знакомиться специалистам из сферы информационных технологий, можно дополнить Предвзятым (Biased AI) и Формирующим (Formative AI) разновидностями. Очевидно, что данный факт связан со все большим охватом технологиями ИИ различных сегментов цифровой сферы (с соответствующей спецификой их применения), а также внедрением новых методов обучения нейросетей, на применении которых во многом базируются данные технологии. Например, применение Генеративного ИИ направлено на создание нового контента (изображений, видео, песен и т. д., вплоть до фейковых новостей), а Формирующий ИИ способен динамически меняться и адаптироваться с течением времени (в зависимости от ситуации) или автоматически создавать новые модели для решения конкретных проблем.

Следует также отметить 5 сквозных трендов, зафиксированных на кривой развития технологических инноваций (см. рис. 1). Тренд № 1 – «Цифровой я» (Digital me) – тесно связан с созданием и использованием вновь ставших актуальными цифровых двойников, которые на новом этапе развития решают задачу цифрового представления людей (интеграция технологий и человека). Тренд № 2 – «Модульные платформы» (Composable enterprise) – во многом вызван реакцией на COVID-19 и направлен на организацию полноценного участия человека в тра-

диционных сегментах жизнедеятельности (образовании, научных проектах, ритейле и т. д.) с использованием услуг различных цифровых платформ (можно обратить внимание на находящуюся на пике кривой технологию социального дистанцирования — Social Distancing Technology). Тренд № 3 – «Алгоритмическое доверие» (Algorithmic trust) – связан с развитием технологий, обеспечивающих конфиденциальность и безопасность данных, происхождения активов, а также личности людей и вещей, данные технологии основаны на применении ряда перечисленных выше видов искусственного интеллекта в сочетании с блокчейном. Упомянутый выше Формирующий ИИ является трендом № 4, а тренд № 5 получил название «Не только кремний» (Beyond silicon), основан на использовании биохимии для кодирования данных в синтетические нити ДНК с целью их хранения и обработки (сюда же можно отнести и биоразлагаемые датчики, транзисторы на основе углерода и квантовые компьютеры). Анализ специфики развития «прорывных технологий» свидетельствует о том, что, несмотря на уделенное данным технологиям внимание, необходимо подождать еще 3–5 лет для оценки их реального влияния на темпы научно-технического прогресса и удобства применения в повседневной жизни.

Отдельного внимания заслуживают и упомянутые выше технологии мозговых имплантов. В данном случае речь идет о первых успешных шагах реализации технологий нейрокомпьютерного интерфейса, таких проектах как Neuralink V2 (И. Маск) и Stentrode (австралийские ученые). В первом случае используется уже опробованный на животных аппарат, способный безболезненно имплантировать в мозг 1024 электрода толщиной в 5 микрон, чип link 0.9 вставляется в небольшое отверстие, просверленное в черепе человека. В результате появляется возможность не только чтения сигналов нейронной активности, но и их регулирования, что может помочь в лечении целого ряда психических и нейрофизиологических заболеваний (болезни Паркинсона и Альцгеймера, потери памяти, эпилепсии), управлении протезами и т. д. В перспективе развитие подобного проекта может кардинально изменить и привычный для настоящего времени образователь-

ный процесс, а также способы коммуникации людей как между собой, так и с окружающим миром. Достижению данных целей способствует и австралийский проект, в котором имплант вводится через артерию и закрепляется в коре головного мозга, после чего у парализованного человека появляется возможность управления компьютером. На данный момент уже апробированная на таком пациенте технология обеспечивает точность работы мысленной системы ввода (около 90 %), позволяет печатать со скоростью до 20 символов в минуту, управлять курсором, пользоваться компьютерными программами.

Разумеется, перечисленные ИТ-тренды имеют специфику как в отраслевом, так и в региональном применении. В качестве иллюстрации можно сослаться на аналитический обзор CNews Analytics, составленный по результатам опроса большого числа российских экспертов [9]. По их мнению, можно говорить о 7 ИТ-трендах — аналитика больших данных, искусственный интеллект, облачные решения, Интернет вещей, сети 5G, автономные системы, виртуальная и дополненная реальности, — не забывая, впрочем, и об упомянутых выше технологиях. В данном списке к наиболее востребованным технологиям отнесены первые три, степень их значимости и разработанности можно оценить и по отраслям применения (например, аналитика Big Data наиболее востребована в финансовой сфере, торговле, госсекторе и телекоммуникационной отрасли).

Как уже было отмечено, несмотря на разную степень внедрения, все упомянутые технологии имеют очень высокий потенциал развития в ближайшие годы. Однако нельзя, говоря о будущем цифровых технологий, обойти вниманием и те проекты, практическая реализация которых еще невелика либо находится на уровне экспериментальных и теоретических разработок. В представленном Массачусетским технологическим институтом списке так называемых «технологий будущего» и ряде других подобных рейтингов [10, 11] можно увидеть уже внедряемые проекты:

- спутниковые мегасозвездия (Starlink и т. д.);
- дифференциальная приватность (внедрение математических методов с целью защиты персональной информации);

- цифровые деньги (взлет стоимости криптовалют, а также внедрение цифровых валют на государственном уровне — КНР, Швеция);

- миниатюрный искусственный интеллект (за счет создания автономных специализированных микрочипов для ИИ);

- гиперперсонализированная медицина (разработка методами генной инженерии лекарственных средств, способных в течение одного года внести исправления в нарушенные элементы ДНК человека);

- атрибуция изменения климата (появления статистически достоверных проектов компьютерной симуляции наподобие World Weather Attribution для анализа и предсказания природных явлений).

Некоторые из этих технологий имеют хороший технологический задел и перспективы развития за счет конвергентного влияния большинства из рассматриваемых нами процессов и технологий. Однако следует обратить внимание и на технологии, чей потенциал внедрения может быть оценен только в ближайшем будущем:

- невзламываемый Интернет (через 5 лет) — передача информации по квантовым сетям;

- квантовое превосходство (5–10 лет и больше) — развитие, например, упомянутых выше проектов КНР и компании Google;

- лекарства против старения (менее чем через 5 лет) — разработка сенолитиков, способных идентифицировать погибшие старые клетки и выводить их из организма (проект фарм-компании Unity Biotechnology), или внедрение пожилым людям компонентов клеток крови молодых людей (проект Alkalest);

- обнаруживающий молекулы ИИ (через 3–5 лет) — применение нейросетей для решения проблемы поиска молекул, обладающих лекарственными свойствами, а также определение пространственной структуры белковых соединений. Следует заметить, что, несмотря на отмеченный период реализации технологии, важные для отрасли результаты появились уже к концу 2020 г. Так, группа ученых из Insilico Medicine (Гонконг) и Университета Торонто (Канада) с помощью ИИ обнаружили около 30 тыс. новых молекул с необходимыми свойствами, а сотрудники Массачусетского технологического

института первыми в мире синтезировали с помощью ИИ новый антибиотик. Нужно отметить и успех ученых из компании DeepMind (дочерней компании Google), научившихся с высокой точностью с помощью обучаемых нейросетей определять пространственную структуру белков по их химической формуле (известный парадокс Левенталя констатирует, что на классический компьютерный перебор возможного количества конформаций молекулы (порядка 10¹⁰⁰) ушло бы время, превышающее время жизни Вселенной). Данные результаты лишней раз иллюстрируют отмеченный выше экспоненциальный характер развития цифровых технологий, влияющих друг на друга и ускоряющих научно-технический прогресс.

Отметив успехи международных компаний, имеющих, как правило, интернациональный состав, необходимо обратить внимание и на ряд тенденций, характеризующих развитие сферы цифровых технологий в Российской Федерации. Научно-техническая политика России в основном отвечает требованиям времени. Об этом свидетельствует, например, принятие в октябре 2019 г. Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 г. и Дорожной карты развития «сквозной» цифровой технологии «Нейротехнологии и искусственный интеллект». Однако запланированные ежегодные объемы инвестиций примерно в 300 млн долл. существенно уступают соответствующему показателю у лидирующих в развитии данной сферы иностранных государств (США — 1,5 млрд долл., Китай — 10 млрд долл.).

Отечественные достижения в развитии перечисленных выше «прорывных технологий» можно найти практически во всем спектре Индустрии 4.0, но лидерских позиций мы, к сожалению, не занимаем. В качестве примера можно упомянуть успехи в развитии AR/VR и беспилотных технологий (группа компаний Cognitive Technologies и беспилотники Яндекса), начало внедрения спутникового Интернета и технологий 5G (проект «Сфера» и тестирование 5G-технологий в Москве и Татарстане), достижения в сферах кибербезопасности («Лаборатория Касперского» и «ИнфоТеКС»), квантовых технологий (в России лидирующими организациями в этой сфере являются Российский квантовый центр, Национальный исследовательский техно-

логический университет «Московский институт стали и сплавов», Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики, Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Институт физики твердого тела Российской академии наук (РАН), Новосибирский государственный технический университет), успешное развитие платформенных (Yandex, Mail и т. д.), облачных решений (SberCloud, Яндекс.Диск, Selectel) и т. д. Недавно был создан отечественный 16-ядерный процессор Эльбрус-16С, сопоставимый по характеристикам с разработками ведущих зарубежных компаний (2 ГГц, производительность до 1,5 ТФлопс одинарной точности и 750 ГФлопс двойной точности, техпроцесс 16 нм). Однако, несмотря на создание, например, суперкомпьютера «Кристофари» (разработка Сбербанка совместно с компанией NVIDIA), занявшего 29-е место в мире по производительности, Россия находится лишь на 13-й позиции в рейтинге государств с самыми высокопроизводительными вычислительными машинами («Кристофари» + «Ломоносов-2» + суперкомпьютер Росгидромета).

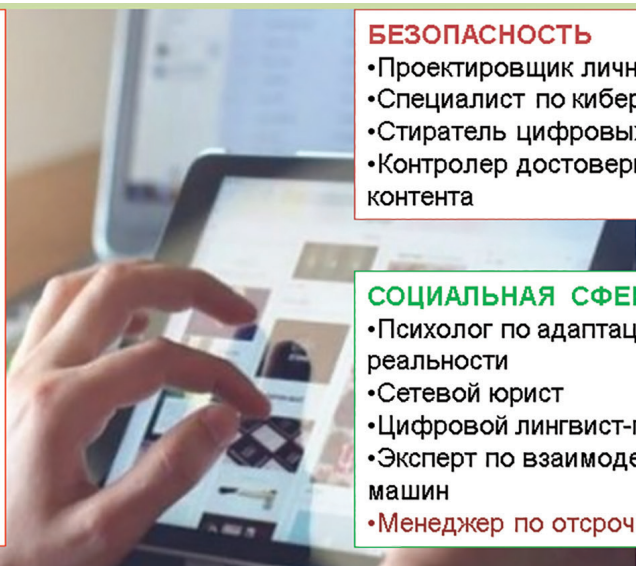
Причины подобного отставания, по всей видимости, содержатся в проблемах экономического и политического развития, которые наблюдаются в России в последние годы. Применительно к научно-технической сфере эти проблемы сказываются на сокращении мер финансовой поддержки научных разработок, в частности за счет уменьшения числа соответствующих конкурсов (Старт-НТИ, инициативные и региональные проекты российских фондов) и грантообразующих фондов (Российский гуманитарный научный фонд). Неоднозначным выглядит и переход большинства фондов и институтов в структуру инвестиционного блока на базе госкорпорации «ВЭБ.РФ». Наблюдается, на взгляд автора, и общее замедление темпов развития передовых технологий и реализации стратегических государственных программ Индустрии 4.0 и цифровой экономики (Сколково, Агентство стратегических инициатив, Национальная технологическая инициатива, национальные проекты и т. д.), обусловленное проблемами коммерциализации научно-технических разработок, в том числе в цифровой сфере.

К негативным и неоднозначным решениям следует отнести и появляющиеся проекты ре-

формирования РАН, структурные изменения Министерства науки и высшего образования и Министерства просвещения (например, передача вузов педагогического профиля в Минпросвещения), окончание программы «5-100», увеличение числа государственных и законодательных ограничений в цифровой сфере и т. д. Тем не менее необходимо упомянуть потенциальный проект Минобрнауки «Приоритет-2030» – программу стратегического академического лидерства для российских вузов, запуск большого числа акселераторов стартапов на базе госкорпораций (Ростех, Росатом, РЖД, Почта России и т. д.), расширение количества компаний-резидентов Сколково и т. д. Все это говорит о том, что, несмотря на имеющиеся трудности, Россия не может остаться на «обочине» прогресса в цифровой индустрии, не занимая лидерских позиций в данной сфере, в состоянии поддерживать достаточно высокий уровень передовых технологий (об этом свидетельствует, например, наличие большого числа компаний-интеграторов и разработчиков программных продуктов на рынке робототехники и AV/VR).

Задача поддержания высоких темпов развития в информационной сфере требует корректировки как индивидуальных образовательных траекторий, так и научно-образовательной политики на государственном уровне. Уже сейчас и в Атласе новых профессий, и в ряде других аналитических прогнозов [12] можно встретить широкий спектр будущих профессий, имеющих зачастую экзотические названия – квантовый криптолог, проектировщик нейроинтерфейсов, оператор голографического вещания, менеджер по отсроченной старости, программист бот-учителей, тренер по майнд-фитнесу и т. д. (рис. 2), эти профессии, как было отмечено выше, могут стать высоко оплачиваемыми и востребованными в течение следующих 3–5 лет развития соответствующих технологий. В этой связи следует отметить и некоторые образовательные тренды, сформировавшиеся с учетом значимых факторов последних лет и прогнозируемого развития.

Основным фактором, определившим специфику образования в 2020–2021 гг., является, несомненно, пандемия коронавируса COVID-19. Фактически она дала новый стимул для освоения и развития массовых онлайн-курсов,



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Разработчик интернета вещей
- Специалист в сфере квантовых вычислений
- Квантовый криптолог
- Специалист по ИТ- и ИИ-этике
- Утилизатор цифрового мусора в сфере Big Data
- Проектировщик нейроинтерфейсов
- Консультант по снятию цифровой зависимости
- Инженер по оцифровке и хранению памяти
- Создатель цифровых двойников

БЕЗОПАСНОСТЬ

- Проектировщик личной безопасности
- Специалист по кибербезопасности
- Стиратель цифровых следов
- Контролер достоверности новостного контента

СОЦИАЛЬНАЯ СФЕРА

- Психолог по адаптации к новой реальности
- Сетевой юрист
- Цифровой лингвист-переводчик
- Эксперт по взаимодействию людей и машин
- Менеджер по отсроченной старости

КУЛЬТУРА И МАСС-МЕДИА

- Дизайнер виртуальной реальности
- Инженер дополненной реальности
- ИИ-композитор
- ИИ-писатель
- ИИ-художник
- Оператор голографического вещания
- Продюсер телепрограмм смешанной реальности
- Агрегатор персональных новостей (narrowcaster)

ОБРАЗОВАНИЕ

- Автор образовательных курсов на базе ИИ
- Интегратор междисциплинарных знаний
- Эксперт по «образу будущего» ребенка
- Персональный гид по образованию и карьерному росту
- Программист бот-учителей
- Тренер по майнд-фитнесу
- Эксперт по поиску и развитию талантов

Рис. 2. Профессии будущего (по ряду отраслей)

онлайн-семинаров, сетевых образовательных программ, изменения форматов обучения (аудиторно-дистантных) и т. д. В результате научно-образовательная среда характеризуется быстрым ростом цифровых образовательных сервисов и замещением ими части традиционных занятий, расширением сферы внешних по отношению к вузам образовательных ресурсов и сервисов, появлением коротких обучающих программ (с перспективным внедрением системы микростепеней).

Еще одним фактором перехода к новому качеству образования стало влияние упомянутых трендов Индустрии 4.0 (ускорение обновления технологий и следующих за ними квалификаций, цифровая революция, экспоненциальный рост информации), поставившее во главу угла задачу формирования поколения инноваторов. Решению данной задачи будут способствовать прогнозируемое к 2025 г. снятие языкового барьера вследствие закономерной глобализации рынка образования, выравнивание качества образовательных услуг за счет цифровизации, формирование индивидуальных образовательных траекторий и цифровых портфолио через блокчейн-технологии (замена ЕГЭ, конкурсов) и ряд других образовательных технологий и процессов, к которым можно отнести и появившуюся в ряде стран (Китай, Канада, США, Израиль, Австралия, Турция) образовательную методологию – STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics — естествознание, технологии, инженерия, математика), направленную на повышение конкурентоспособности в области развития науки и технологий.

К сожалению, не все образовательные тренды в России можно соотнести с перечисленными выше мировыми тенденциями. В качестве примера можно упомянуть происходящий переход на новые стандарты обучения в высшем образовании, повлекший за собой существенное сокращение «контактной» (аудиторной) нагрузки, увеличение практической компоненты за счет уменьшения фундаментальной составляющей обучения, снижение наукоемкости образовательных программ (особенно в инвариантной части) и т. д. Результатом такой образовательной политики могут стать обусловленные быстрой сменой профессиональных

трендов проблемы транспрофилизации у выпускников, выходящих на рынок труда.

России тем не менее есть чем гордиться: в 2020 г. количество отечественных вузов, входящих в топ-100 по своим предметным направлениям, достигло 15 (в 2013 г. их было 3), доходы вузов «5-100» от прикладных разработок для нашей экономики выросли более чем в три раза (в среднем до 1 млрд р. на вуз), а число иностранных студентов увеличилось в два с половиной раза (в среднем до 2,5 тыс. человек на вуз).

Подводя итог представленному в статье обзору основных цифровых трендов в научно-технической и образовательной сферах, автор хотел бы отметить неизбежную фрагментарность и краткость представленного материала. Наблюдаемый в настоящее время «кембрийский взрыв технологий» делает задачу полномасштабного описания цифровых технологий фактически невозможной. Тем не менее своей работой автор хотел бы не только лишней раз зафиксировать текущую (на начало 2021 г.) ситуацию в сфере Индустрии 4.0, но и обратить внимание на фундаментальные аспекты, лежащие в основе новой не только научно-технической, но и образовательной парадигмы. Рост технологий при соответствующем снижении их стоимости в настоящее время стал существенно опережать скорость развития систем их программного управления. В этой связи развитие именно программного обеспечения, поиск новых алгоритмов решения задач с использованием возможностей нейронных сетей и искусственного интеллекта — главные направления прогресса информационной сферы. В основе подобных решений должно лежать математическое обоснование [13], поскольку именно математика связывает все современные разделы научного знания — телекоммуникации, биоинформатику, экономику, лингвистику и т. д. — через алгоритмы обработки данных, поиск однотипных с математической точки зрения задач и решений, ускорение и оптимизацию всевозможных вычислительных процедур. Наука и образование, основанные на понимании фундаментальных основ научно-технического прогресса, знании достигнутых результатов и прогнозов развития, — залог эффективного решения большинства проблем нашего неизбежного цифрового будущего.

Список литературы

1. Roser, M. Our World of Data / M. Roser. URL: <https://ourworldindata.org>. Text: electronic.
2. Курцвейл, Р. Эволюция разума: перевод с английского / Р. Курцвейл. Москва: Эксмо, 2015. 352 с. Текст: непосредственный.
3. Дрекслер, Э. Всеобщее благоденствие. Как нанотехнологическая революция изменит цивилизацию: перевод с английского / Э. Дрекслер. Москва: Изд-во Ин-та Гайдара, 2014. 504 с. Текст: непосредственный.
4. 10 ключевых технологий последнего десятилетия / Блог компании SkillFactory. URL: <https://habr.com/ru/company/skillfactory/blog/533668/>. Текст: электронный.
5. Шваб, К. Четвертая промышленная революция: перевод с английского / К. Шваб. Москва: ЭКСМО, 2016. 208 с. Текст: непосредственный.
6. Келли, К. Неизбежно. 12 технологических трендов, которые определяют наше будущее: перевод с английского / К. Келли. Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2017. 352 с. Текст: непосредственный.
7. Самые революционные технологии 2020 года. URL: <https://zen.yandex.ru/media/mike/samyerevoliucionnye-tehnologii-2020-goda-5e03412aa1bb8700b1f3977e>. Текст: электронный.
8. Gartner. URL: <https://www.gartner.com/en>. Текст: электронный.
9. ИТ-тренды 2020: CNews. . URL: <https://www.cnews.ru/reviews/ittrendy2020>. Текст: электронный.
10. 10 самых прорывных технологий 2020 года. URL: <https://basetop.ru/10-samyh-proryvnyh-tehnologij-2020-goda/>. Текст: электронный.
11. 10 технологий, которые потрясут мир – 2020. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4274140>. Текст: электронный.
12. 100 профессий будущего. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/education/5d6e48529a7947777002717b#selhoz>. Текст: электронный.
13. Анахов, С. В. Математические основания социального прогресса / С. В. Анахов. Текст: непосредственный // Философия и наука: методология научного поиска / под ред. Л. А. Беляевой; Урал. гос. пед. ун-т. Екатеринбург, 2018. С. 141–150.