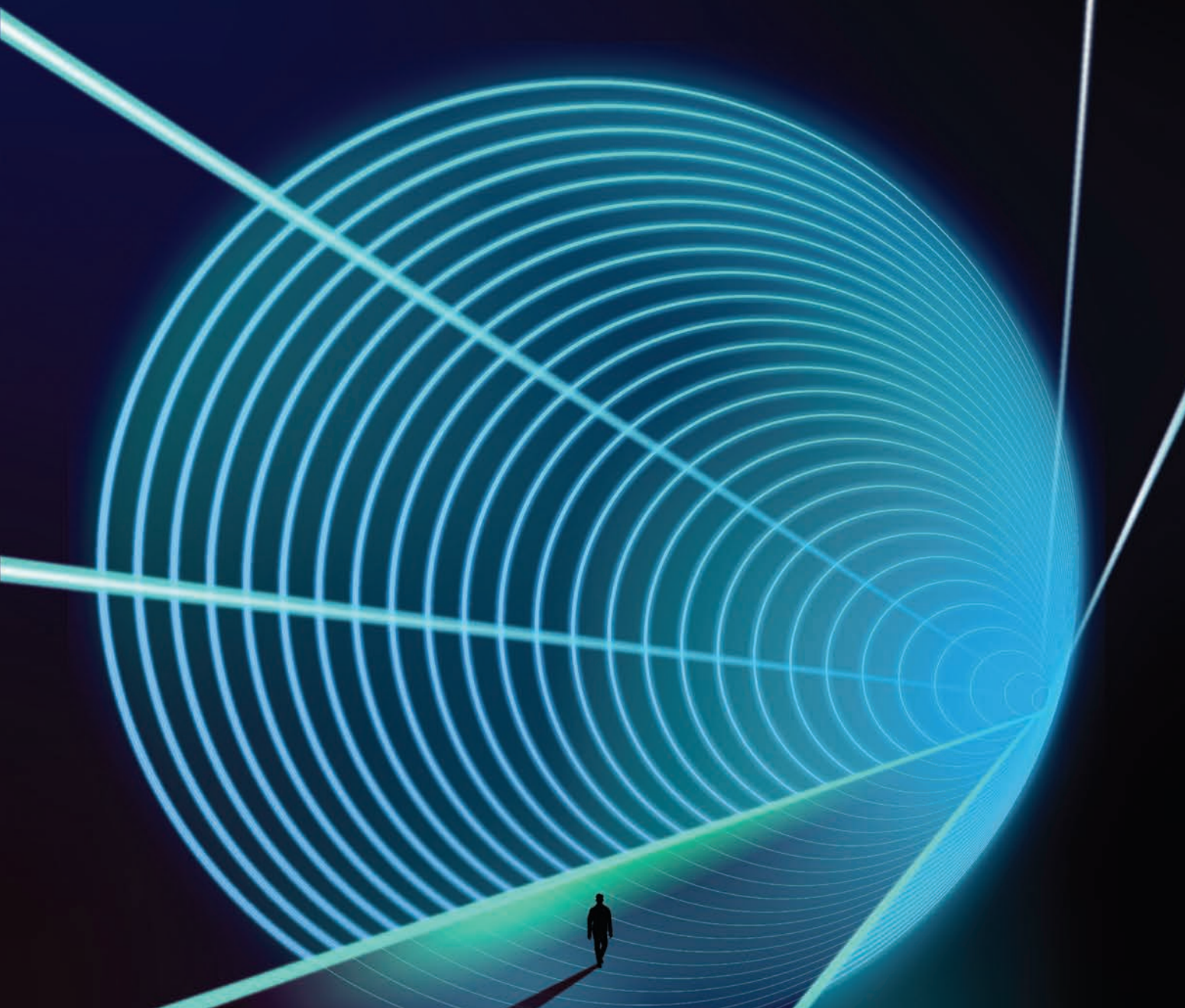


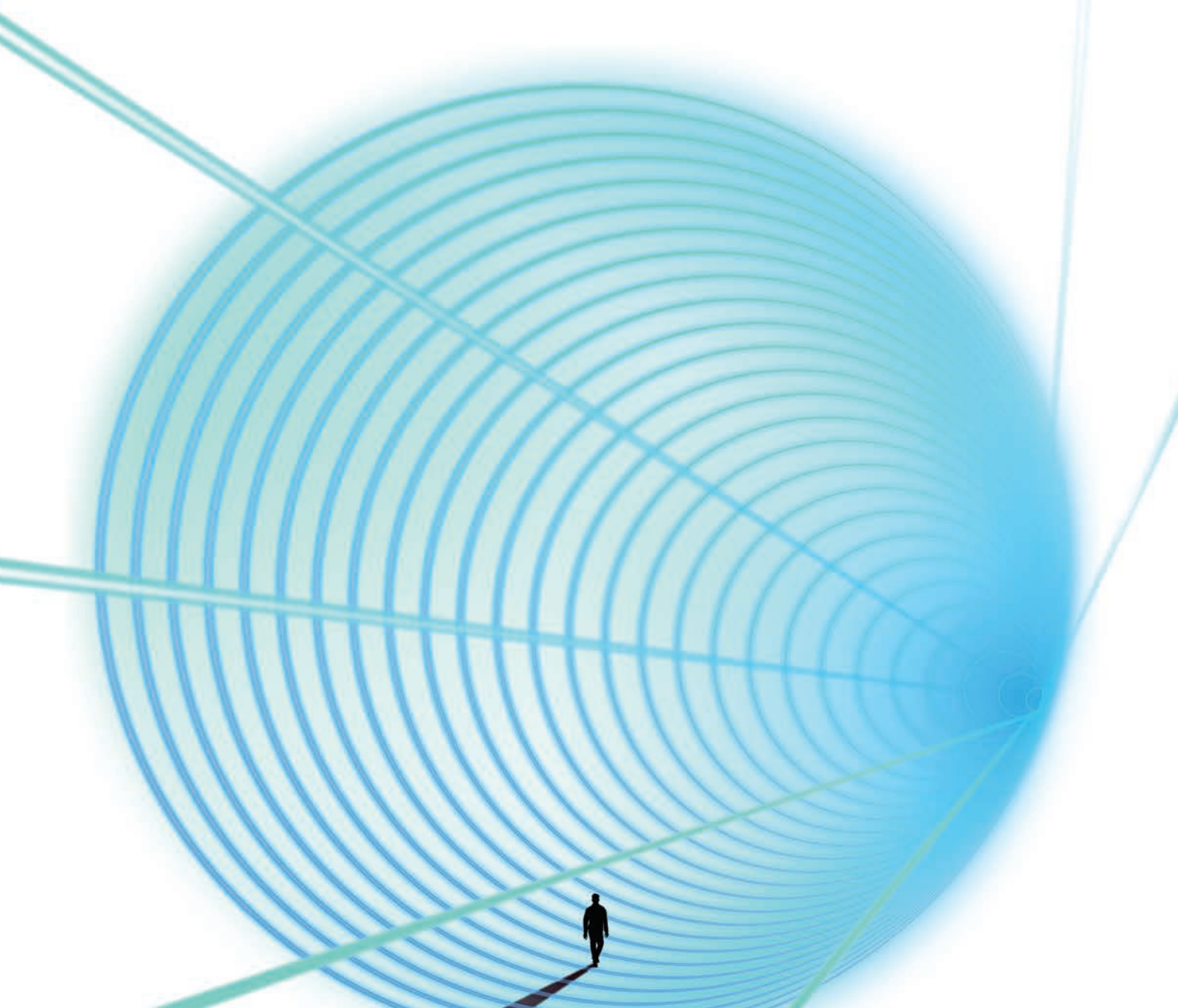


Прорывные ИННОВАЦИИ: Человек 2.0





Прорывные ИННОВАЦИИ: Человек 2.0



УДК 001.895(083.41)
ББК 72я2
П81

Редакционная коллегия:

Л. М. Гохберг, А. Р. Ефимов, Ю. В. Мильшина

Авторский коллектив:

С. А. Гавриш, Л. М. Гохберг, Д. Е. Грибкова, Ю. И. Дюгованец, А. Р. Ефимов,
Ю. В. Мильшина, Д. Б. Пайсон, А. В. Соколов, С. В. Черногорцева

Прорывные инновации: человек 2.0 : доклад к XXIII Ясинской (Апрельской)
П81 международной научной конференции по проблемам развития экономики
и общества, Москва, 4–8 апреля 2022 г. / С. А. Гавриш, Л. М. Гохберг, Д. Е. Грибкова
и др.; под ред. Л. М. Гохберга, А. Р. Ефимова, Ю. В. Мильшиной; Нац. исслед. ун-т
«Вышая школа экономики», ПАО Сбербанк. – М. : НИУ ВШЭ, 2022. – 56 с. – 100 экз. –
ISBN 978-5-7598-2649-1 (в обл.).

В издании представлены результаты совместного исследования Института статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ и Управления исследований и инноваций Сбербанка. Рассматриваются ключевые глобальные тренды, определяющие траектории развития важнейших компонентов человеческого потенциала, и технологии, направленные на совершенствование физических и умственных способностей человека.

УДК 001.895(083.41)
ББК 72я2

В части авторского вклада НИУ ВШЭ доклад подготовлен при поддержке гранта, предоставленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (соглашение о предоставлении гранта № 075-15-2020-928).

doi:10.17323/978-5-7598-2649-1
ISBN 978-5-7598-2649-1

© Национальный исследовательский университет
«Вышая школа экономики», 2022
© ПАО Сбербанк, 2022
При перепечатке ссылка обязательна

Содержание

Резюме	4
Введение	6
Глоссарий.....	7
1. Глобальные тренды развития человеческого потенциала	11
1.1. Стабилизация численности населения при увеличении среднего возраста	11
1.2. Рост потребности в продлении активного долголетия и ценности здорового образа жизни.....	12
1.3. Кастомизация питания под индивидуальные нужды человека	14
1.4. Сжатие инновационных циклов как фактор роста потребности в обновлении знаний.....	15
1.5. Рост значимости кибербезопасности по мере цифровизации всех сфер деятельности человека	16
1.6. Размывание границ между персональными и неперсональными данными как конец частной жизни	17
2. Ключевые технологии для расширения возможностей человека	21
2.1. Ассистивные технологии.....	21
2.2. Автономные транспортные средства.....	24
2.3. Нейротехнологии.....	27
2.4. Носимая электроника и технологии биомониторинга.....	30
2.5. Технологии массового переобучения	32
2.6. Биопринтинг	35
2.7. Редактирование генома	38
2.8. Технологии кибербезопасности	41
2.9. Технологии, дополняющие интеллект (augmented intelligence).....	43
2.10. Технологии «новой реальности» (AR/VR/MR)	46
2.11. Функциональное и персонализированное питание	49
Возможности и вызовы для России.....	51
Заключение	54

Резюме

“ “ Мы приходим к идее человека, дополненного различными технологиями, расширяющими его физические и когнитивные способности. Для нового Homo научно-технический прогресс не станет поводом для самоустранения из активной деятельности, а позволит увеличить собственный созидательный потенциал и устойчивость к негативным факторам естественной и техногенной среды.

Физические способности могут быть расширены с помощью экзоскелетов, экзопротезов и имплантатов, управляемых с помощью интерфейсов «мозг – компьютер» и передающих ощущения от сенсоров устройств в центральную нервную систему или непосредственно в неокортекс. Когнитивные способности человека будут расширяться с помощью класса устройств, являющихся виртуальными доверенными помощниками. Они смогут не только обеспечивать поступление информации, осуществлять коммуникации всех видов, давать рекомендации, но и принимать решения за пользователя, будучи наделенными его высочайшим доверием.

Жизнь человека слишком коротка, чтобы наблюдать изменения космического и геологического масштаба. Однако машины, способные существовать и накапливать информацию веками и тысячелетиями, могут стать «свидетелями» нашей жизни. Машины станут соавторами вечной, неразрушимой книги жизни, содержащей самое ценное – нашу культуру. Возможно, в конце времен единственным читателем Шекспира окажется универсальная машина Тьюринга. Хорошо бы, чтобы она его понимала. Основу этого понимания надо закладывать уже сейчас. ” ”

А.Р. ЕФИМОВ, канд. филос. наук, Вице-президент Сбербанка, директор Управления исследований и инноваций

Доклад посвящен ключевым глобальным трендам, определяющим траектории развития важнейших компонентов человеческого потенциала, и технологиям, нацеленным на совершенствование физических и умственных способностей человека.

Увеличение продолжительности жизни создает предпосылки для разработки и внедрения новых технологий (медицинских, образовательных и др.). С ростом популярности концепции активного долголетия увеличивается спрос на носимые устройства для отслеживания показателей здоровья и физической активности человека, развивается биохакинг, задача которого – повысить и продлить его работоспособность, замедлить старение. Решению последней задачи способствуют достижения в геномном редактировании, нейромедицине, развитие технологий мониторинга и анализа данных в ре-

жиме реального времени, производство умных лекарств и ассистивных технологий.

Важным этапом развития в области охраны здоровья и повышения качества жизни станет переход к персонализированному питанию. Этому способствуют, с одной стороны, индивидуализация большей части повседневной активности человека и рост популярности практик здорового образа жизни, с другой – распространение заболеваний, связанных с недостатком двигательной активности. Если сегодня спрос на здоровое питание удовлетворяется в основном за счет функциональных, специализированных и экологически чистых продуктов, то в будущем это могут быть продукты, синтезируемые с учетом индивидуальных потребностей человека.

Инновационные циклы (циклы обновления технологий) уже сейчас короче, чем жизнь одно-

го поколения, и их сжатие продолжается. Пандемия COVID-19 стала триггером, многократно ускорившим цифровую трансформацию и вывод на рынок новых решений. Трансформация рынка труда и постоянный спрос на новые компетенции обуславливают необходимость обучения в течение всей жизни (lifelong learning), распространение интерактивных и персонализированных образовательных практик. Непрерывное совершенствование профессиональных навыков, формальное и неформальное обучение становятся важными условиями успешной трудовой деятельности.

Стремительная цифровизация всех сфер жизни неминуемо ведет к усилению роли кибербезопасности. Интернет вещей и носимая электроника кратно увеличат объем данных, а распространение разнообразных «умных» инфраструктур (от отдельных квартир до национальной энергосистемы), стабильность работы которых зависит от защищенности данных, существенно повышает ставки в вопросах информационной безопасности.

Граница между персональными и неперсональными данными размывается из-за их повсеместного сбора. Рост числа киберугроз и утечек конфиденциальной информации вызывает нарастающее беспокойство по поводу ее сохранности, а способность обеспечить ее надежную защиту становится важнейшим конкурентным преимуществом компаний. Усиливается и государственный контроль за сбором и обращением персональных данных граждан.

Глобальные тренды оказывают ощутимое влияние на эволюцию новых технологий, скорость их выхода на рынок и степень распространности продуктов и услуг на их основе. Так, рост численности людей «серебряного возраста» вследствие увеличения продолжительности жизни создает спрос на ассистивные технологии, способствующие продлению ее активной фазы, и новые решения в области образования и трудоустройства. Повышение внимания к собственному здоровью стимулирует становление персонализированной и превентивной медици-

ны, переход к индивидуальному и функциональному питанию.

В докладе рассмотрены следующие технологии:

- Ассистивные технологии и экзоскелеты
- Автономные транспортные средства
- Нейротехнологии
- Носимая электроника и технологии биомониторинга
- Технологии массового переобучения
- Биопринтинг
- Редактирование генома
- Технологии кибербезопасности
- Технологии, дополняющие интеллект (augmented intelligence)
- Технологии «новой реальности» (AR/VR/MR)
- Функциональное и персонализированное питание

Для каждой из них описаны ожидаемые эффекты, барьеры и риски внедрения, оценены объем рынка и уровень развития в России в сопоставлении с мировыми лидерами.

Рост глобальной конкуренции и наблюдающееся в последние годы заметное повышение роли крупных корпораций в качестве двигателей инноваций как в мире, так и в России превращает мониторинг и анализ технологических и социально-экономических трендов в жизненно важную для них задачу.

Работа над настоящим обзором была завершена в январе 2022 г. Приведенные ниже выводы и рекомендации не учитывают изменений конъюнктуры технологических и товарных рынков в России и мире в конце февраля – начале марта 2022 г.

Настоящий доклад стал первым опытом совместной работы Управления исследований и инноваций Сбербанка и Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ. Мы намерены и в дальнейшем развивать практику совместного анализа перспективных направлений технологического прогресса.

Введение

Исследование прорывных инноваций ближайшей и среднесрочной перспективы формирует исключительно широкую повестку. Прогноз их развития на 5–10 лет соответствует определенным циклам корпоративного стратегирования и бизнес-планирования. Поэтому работы, посвященные обозримому будущему технологий, представляют собой поле естественного взаимодействия корпоративной, академической и университетской науки. Сотрудничество НИУ ВШЭ и Сбербанка обусловлено как ведущей аналитической ролью НИУ ВШЭ в национальных исследованиях цифровой экономики, долгосрочном прогнозировании и научно-технической и инновационной политике, так и уверенным становлением Сбербанка в качестве крупнейшей диверсифицированной экосистемы, выстраивающей свой бизнес на базе новейших цифровых технологий.

В первой совместной работе о перспективах технологического прорыва единая исследовательская группа Сбербанка и НИУ ВШЭ остановилась на проблематике Человека дополненного (*Homo augmenticus*). Мы обратили внимание на потенциал революционных изменений на тех направлениях научно-технического развития, которые обещают кратное увеличение возможностей современного человека как ключевой движущей силы креативной экономики, технологического прогресса и устойчивого развития.

В докладе представлен обзор трендов и технологий, в значительной степени определяющих состояние важнейших компонентов человеческого капитала. Эти технологии окажут значимое влияние на жизнь общества, будут способствовать повышению физического и умственного потенциала человека.

Глоссарий

Автономные транспортные средства (АТС)

транспортные средства, имеющие частично или полностью автономную систему управления (рис. 1)

Рис. 1. Уровни автоматизации управления транспортным средством

Человек следит за дорожной обстановкой



Автоматизация отсутствует

Ручное управление. Водитель управляет рулем, газом, тормозом и т. д.



Помощь водителю

В транспортном средстве есть отдельные системы помощи водителю (адаптивный круиз-контроль)



Частичная автоматизация

Автоматика контролирует одновременно поворот руля и скорость. Водитель может перехватить управление в любой момент.

Автопилот следит за дорожной обстановкой



Условная автоматизация

Система ориентируется в окружающей обстановке. Транспортное средство может выполнять большинство задач само, вмешательство водителя нужно в отдельных случаях.



Высокая автоматизация

Транспортное средство выполняет все необходимые действия в определенных условиях. Контроль позиционирования обязателен. Вмешательство водителя возможно.



Полная автоматизация

Транспортное средство выполняет все необходимые действия в любых условиях. Никакое вмешательство водителя не требуется.

Источник: SAE International (2021) SAE Levels of Driving Automation. <https://www.sae.org/blog/sae-j3016-update> (дата обращения: 15.02.2022).

Аддитивные технологии

технологии послойного создания трехмерных объектов на основе их цифровых моделей («двойников»), позволяющие изготавливать изделия сложных геометрических форм и профилей

Ассистивные технологии

технологии и устройства для компенсации нарушений слуха (слуховые аппараты), речи (голособразующие аппараты), зрения (бионические глаза) и мобильности (бионические протезы, экзоскелеты)

Биопринтинг (3D-биопечать)

изготовление биологических структур с использованием послойной трехмерной генерации

Интернет вещей (IoT)

совокупность объединенных в единую сеть устройств или систем, которые осуществляют сбор и обмен данными и могут контролироваться удаленно через интернет с помощью программного обеспечения на любом типе компьютеров, смартфонов или через интерфейсы

Искусственный интеллект (ИИ, AI)

комплекс технологических решений, позволяющих имитировать когнитивные способности человека (в том числе к самообучению и поиску решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении определенных задач результаты, как минимум сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека. Комплекс технологических решений включает информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение (в том числе использующее методы машинного обучения), процессы и сервисы обработки данных и поиска решений

К технологиям искусственного интеллекта относятся:

- распознавание и синтез речи, которые используются в том числе в голосовых помощниках, системах автоматического голосового обслуживания клиентов (устройствах, преобразующих разговорную речь в машиночитаемый формат);
- обработка естественного языка, применяемая виртуальными помощниками, чат-ботами (технологиями для понимания языка и генерации текста);
- интеллектуальный анализ данных (основанный на алгоритмах машинного обучения);
- компьютерное зрение (технологии распознавания изображений);
- рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений (алгоритмы, принимающие самостоятельные решения, основываясь на данных об обстановке, и использующиеся, например, сервисными роботами, беспилотными транспортными средствами);
- автоматизация процессов, в том числе с участием роботов (технологии, имитирующие человеческие действия для автоматизации);
- технологии анализа данных, использующие алгоритмы глубинного обучения (например системы предиктивной аналитики)¹

Квантовые технологии

технологии создания систем, основанные на новых принципах (квантовых эффектах), позволяющих радикально изменить способы передачи и обработки больших массивов данных.

Основные направления применения и развития квантовых технологий:

- квантовые вычисления;
- квантовая криптография и защищенные коммуникации;
- квантовые сенсоры;
- квантовые симуляторы

Массовые открытые онлайн-курсы, MOOK (Massive Open Online Courses, MOOCs)

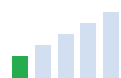
инструмент дистанционного образования, позволяющий предоставлять бесплатное обучение всем желающим (один курс могут слушать одновременно несколько десятков тысяч человек). Сегодня свои MOOK предлагают ведущие университеты мира, приглашая к преподаванию лучших в своей области специалистов, а аудитория крупных образовательных платформ исчисляется миллионами пользователей

¹ Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации».

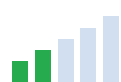
Метаболическое профилирование	анализ всей совокупности низкомолекулярных веществ (метаболитов) биологических объектов. Количественные и качественные оценки состава клеточных метаболитов служат для определения биохимического статуса организма
Нейротехнологии	киберфизические системы, частично или полностью замещающие нервную систему биологического объекта, в том числе на основе искусственного интеллекта
Носимая электроника	цифровые инструменты, обладающие функциями сбора данных, контроля событий, оповещения и иными настраиваемыми возможностями, которые определяются целями практического применения
Нутригенетика	раздел генетики, изучающий влияние генов на потребление и усвоение питательных веществ
Общий искусственный интеллект (Artificial General Intelligence, AGI)	способность системы достигать целей в широком диапазоне сред с учетом ограничений
Персонализированное питание	диета, учитывающая индивидуальные характеристики и потребности конкретного человека
Технологии виртуальной реальности (Virtual reality, VR)	технологии компьютерного моделирования трехмерного изображения или пространства, с помощью которых человек взаимодействует с синтетической («виртуальной») средой, дающей возможности для сенсорной обратной связи
Технологии дополненной реальности (Augmented reality, AR)	технологии визуализации, позволяющие дополнять физический мир информацией или визуальными эффектами с помощью наложения графического и/или звукового контента для улучшения пользовательского опыта и интерактивных возможностей
Технологии смешанной реальности (Mixed reality, MR)	технологии объединения реального и виртуальных миров, создающие новую среду и визуализации, благодаря которым физический и цифровой объекты сосуществуют и взаимодействуют в реальном времени
Технологии кибербезопасности	технологии защиты систем, сетей и программных приложений от цифровых атак
Технологии 5G	технологии беспроводной связи пятого поколения, для которых характерны высокая пропускная способность (не менее 10 Гбит/с), надежность и безопасность сети, низкий уровень задержки передачи данных (не более одной миллисекунды), что позволяет эффективно использовать большие данные
Функциональное питание	диабетическое и спортивное питание, биологически активные добавки (БАД) к пище и полезные микроэлементы, пробиотики и пребиотики, витамины

Цифровая платформа	информационная система, объединяющая значимое количество независимых участников и обеспечивающая формирование синергетической бизнес-модели, позволяющей сократить транзакционные издержки и ускорить взаимодействие между участниками за счет применения сквозных цифровых технологий
EdTech (Educational technology)	цифровые инструменты и решения, направленные на расширение возможностей и повышение эффективности образовательного процесса
FoodTech (Food technology)	цифровые инструменты и решения, применяемые на всех этапах создания стоимости пищевой продукции – от производства, упаковки и хранения до приготовления и употребления
MedTech (Medical technology)	цифровые инструменты и решения, применяемые для улучшения системы здравоохранения и повышения доступности и качества медицинской помощи

Уровень развития технологий в России



существенное отставание от мирового уровня



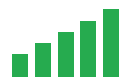
наличие базовых знаний, компетенций, инфраструктуры, которые могут быть использованы для форсированного развития соответствующих направлений исследований



наличие отдельных конкурентоспособных коллективов, осуществляющих исследования на высоком уровне и способных на равных сотрудничать с мировыми лидерами



уровень российских исследований не уступает мировому



российские исследователи – лидеры мирового уровня

1. Глобальные тренды развития человеческого потенциала

1.1. Стабилизация численности населения при увеличении среднего возраста

По оценке ООН, население мира перестанет расти к концу XXI в., достигнув 10,9 млрд человек. В развитых государствах уже сегодня наблюдается стабилизация его численности, в отдельных странах – снижение. Совокупная численность населения Европы и Северной Америки достигла в 2019 г. 1,1 млрд

человек и к 2042 г. может вырасти незначительно, до 1,14 млрд (в том числе за счет притока мигрантов), а к концу века – снизиться до 1,12 млрд. После 2050 г. начнет сокращаться и население Азии. Численность жителей Китая уменьшится к 2100 г. на 27% и составит чуть более 1 млрд человек¹.

Альтернативные варианты прогноза роста численности населения

Согласно другим прогнозам, пиковое значение численности населения будет пройдено уже в 2064 г. (9,7 млрд человек); к 2100 г. она снизится до 8,8 млрд человек. К 2050 г. суммарный коэффициент рождаемости окажется ниже уровня замещения в 151 стране,

а к концу века – в 183. В 2017–2100 гг. население 23 стран, включая Японию, Испанию, Таиланд, Республику Корея, сократится на 50%, Китая – на 48%. Африка к югу от Сахары станет единственным исключением: здесь население к 2100 г. утроится².

В 2018 г. впервые в истории человечества численность возрастной группы «65+» превысила численность детей в возрасте до 5 лет³. К 2040 г. глобальный рост населения трудоспособного возраста замедлится более чем вдвое. Следствием старения населения станут колоссальные изменения сфер здравоохранения и образования, рынка труда и системы социальной защиты.

До 77,1 года

вырастет к 2050 г. средняя продолжительность жизни в мире (с 72,6 года в 2019 г.), а каждый четвертый житель Северной Америки и Европы к этому времени будет старше 65 лет⁴

¹ UN (2019) World Population Prospects 2019. Highlights. https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf (дата обращения: 31.01.2022).

² Vollset S. M., Goren E., Yuan Ch.-W. et al. (2020) Fertility, mortality, migration, and population scenarios for 195 countries and territories from 2017 to 2100: a forecasting analysis for the Global Burden of Disease Study. The Lancet. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)30677-2/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30677-2/fulltext) (дата обращения: 31.01.2022).

³ UN (2019a) World Population Prospects 2019. Highlights. https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_10KeyFindings.pdf (дата обращения: 31.01.2022).

⁴ Day S. (2020) According to the United Nations Europe is a shrinking population. EuroWeekly. <https://www.euroweeklynews.com/2020/03/02/europe-is-a-shrinking-population> (дата обращения: 31.01.2022).

Старение населения формирует повестку для развития и внедрения новых технологий (медицинских, образовательных и др.). Уже сегодня быстро растет спрос на технологии усиления умственных и физических возможностей человека. В ближайшем будущем широко распространятся автономные роботизированные технологии, ассистивные технологии, персон-

ализированные медицинские услуги. Мировой рынок последних к 2028 г. может достичь 796,8 млрд долл. при среднегодовых темпах роста (CAGR) 6,2% в 2021–2028 гг.¹ Снижение стоимости секвенирования и повышение точности технологий редактирования генов будут способствовать расширению рынка генетических исследований и геномной медицины.

1.2. Рост потребности в продлении активного долголетия и ценности здорового образа жизни

Увеличение продолжительности жизни должно сопровождаться продлением ее активной и здоровой фазы, в противном случае нагрузка на социальные системы государств будет чрезмерной. В 2000–2016 гг. среднемировая ожидаемая при рождении продолжительность здоровой жизни выросла с 58,5 до 63,3 года². Больше всего значение данного показателя в странах с высоким уровнем дохода (по классификации Всемирного банка) – 71,2 года, в странах с низким уровнем дохода оно составило 54,9 года³.

Расходы на здравоохранение – одна из наиболее значимых детерминант продолжительности здоровой жизни. Сохранится колоссальный разрыв в затратах на медицинское обслуживание между развитыми и развивающимися странами (в 2020 г. в США, Швейцарии и Норвегии на одного человека в среднем тратилось 8–9 тыс. долл. в год, тогда как в Демократической Республике Конго – менее 25 долл., в Сомали – 6 долл.⁴). Помимо социально-экономических условий (уровня образования, безработицы и др.), существенное влияние на продолжительность здоровой жизни оказывают такие факторы риска, как курение, употребление алкоголя, ожирение, низкая физическая активность.

С ростом популярности концепции активного долголетия увеличивается спрос на носимые устройства для отслеживания показателей здоровья и физической активности человека,

11 трлн долл.

достигнет объем мировых расходов на здравоохранение в 2030 г. (в 2017 г. – 7–9 трлн долл.)

¹ <https://www.businesswire.com/news/home/20210917005267/en/Global-Personalized-Medicine-Market-Size-Share-Trends-Analysis-Report-2021-2028-A-USD-796.8-Billion-Market-by-2028---ResearchAndMarkets.com> (дата обращения: 31.01.2022).

² ВОЗ (2019) ВОЗ: неравный доступ к медицинским услугам приводит к различиям в ожидаемой продолжительности жизни. <https://www.who.int/ru/news-room/detail/04-04-2019-uneven-access-to-health-services-drives-life-expectancy-gaps-who> (дата обращения: 31.01.2022).

³ WHO (2019a) World Health Statistics Overview 2019. Monitoring Health for the SDGs. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/311696/WHO-DAD-2019.1-eng.pdf?ua=1> (дата обращения: 31.01.2022).

⁴ The Lancet (2020) Health sector spending and spending on HIV/AIDS, tuberculosis, and malaria, and development assistance for health: progress towards Sustainable Development Goal 3. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)30608-5/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30608-5/fulltext) (дата обращения: 31.01.2022);

ТАСС (2020b) Эксперты оценили расходы на здравоохранение в мире. <https://nauka.tass.ru/nauka/8482229> (дата обращения: 31.01.2022);

WHO (2019b) Global Spending on Health: A World in Transition. https://www.who.int/health_financing/documents/health-expenditure-report-2019.pdf?ua=1 (дата обращения: 31.01.2022).

развивается биохакинг, смысл которого состоит в повышении работоспособности и замедлении старения. Решению последней задачи способствуют достижения в геномном редактирова-

нии, нейромедицине, технологиях мониторинга и анализа данных в режиме реального времени, производстве умных лекарств и ассистивных технологий.

Японский и американский опыт

В Японии, где четверть населения старше 65 лет, быстро развиваются MedTech и индустрия ухода за пожилыми людьми. Так, чтобы сократить количество автомобильных аварий с их участием, сохранив для них возможность пользоваться машиной (это особенно важно в сельской местности), автопроизводители работают над адаптацией автомобилей к потребностям людей старших возрастных групп. Например, Toyota выпустила двухместный электромобиль с максимальной скоростью 60 км/ч¹.

В США компания Neuro Rehab VR создает условия для терапевтических занятий с использованием VR-технологий для восстановления моторных функций у пожилых пациентов. Мониторинговая система Grand Care в режиме реального времени взаимодействует с беспроводными датчиками активности в доме, позволяет отправлять сообщения или связываться с социальными работниками в случае возникновения угрозы здоровью.

Современные медицинские технологии, программы активного долголетия и профессионального обучения позволяют найти широкое применение трудовым и творческим ресурсам старшего поколения. Бизнес адаптирует производственные процессы к потребностям пожилых людей и привлекает возрастных специалистов в качестве наставников. Так, в 2017 г., когда компания BMW заметила, что средний возраст

ее работников вырос с 39 до 47 лет, на предприятиях началось проектирование эргономичных рабочих мест и был изменен рабочий режим². В будущем ожидается масштабное внедрение экзоскелетов для усиления человеческих возможностей. Подобные технологии уже используют компании Hyundai, China Southern Airlines, General Motors и др.³ В России соответствующие разработки ведет, например, ПАО «Норникель»⁴.

¹ CNET (2019) Teeny-weeny Toyota electric city car will hit Japanese streets next year. <https://www.cnet.com/roadshow/news/toyota-electric-city-car-japan> (дата обращения: 31.01.2022).

² Brand Minds (2019) BMW Is Riding The Ageing Workforce Trend. <https://brandminds.live/bmw-is-riding-the-ageing-workforce-trend> (дата обращения: 31.01.2022).

³ Орлов И. А., Алисейчик А. П., Меркулова А. Г., Комарова С. В., Белая О. В., Грибков Д. А., Подопросветов А. В., Павловский В. Е., Ефимов А. Р., Бетц К. В. (2019) Актуальность использования промышленных экзоскелетов для снижения количества профессиональных заболеваний опорно-двигательного аппарата верхней части тела // Медицина труда и промышленная экология. 2019. 1(7): 412–416. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-7-412-416> (дата обращения: 31.01.2022).

⁴ Норникель (2020) «Норникель» выпустил интеллектуальную версию экзоскелета. https://www.nornickel.ru/news-and-media/press-releases-and-news/nornikel-vypustit-intellektualnuyu-versiyu-ekzoskeleta/?sphrase_id=3467724 (дата обращения: 31.01.2022).

1.3. Кастомизация питания под индивидуальные нужды человека

Важным этапом развития в области охраны здоровья и повышения качества жизни станет переход к персонализированному питанию. К 2027 г. соответствующий сегмент мирового продовольственного рынка может вырасти до 16,6 млрд долл. (с 3,7 млрд в 2019 г.)¹. Этот рост обусловлен как индивидуализацией большей части повседневной активности человека и развитием практик здорового образа жизни, так и распространением заболеваний, связанных с недостатком двигательной активности.

Кастомизации питания способствуют достижения в сфере метаболического профилирова-

ния, исследований микробиома и нутригенетики, позволяющие определить индивидуальные потребности человека в еде, и распространение носимых устройств, которые дают возможность больше узнавать о влиянии питания на самочувствие человека и продуктивность его работы.

342,5 млрд долл.

может достичь рынок FoodTech² к 2027 г. (в 2018 г. – 191 млрд долл.)

Индивидуальные планы питания

В 2019 г. британская компания Atlas Biomed³, продающая домашние наборы для генетических тестов и тестов микробиома кишечника, запустила приложение Atlas app, которое обрабатывает результаты тестирования микробиомы и предлагает индивидуальные рекомендации по питанию.

Благодаря технологиям компьютерного зрения и ИИ приложение может распознавать визуальные образы блюд, определять ингредиенты и содержащиеся в них питательные вещества. Схожие по принципу действия технологии предлагают датский стартап GUTXY и французский LSee.

Если сегодня спрос на здоровое питание удовлетворяется в основном за счет функциональных, специализированных и экологически чистых продуктов, то в будущем это могут быть продукты, синтезируемые с учетом индивидуальных потребностей заказчика. К 2028 г. рынок синтетических продуктов питания может вырасти до 24 млрд долл. (CAGR 4,8%

в 2020–2028 гг.)⁴. Интенсивно развивается сфера FoodTech, в которой выделяются такие сегменты, как доставка еды (в том числе роботами-курьерами), персонализированное питание, здоровое питание, роботизированное оборудование для общепита, новые технологии для переработки и хранения еды (умная упаковка), умная техника для дома, вертикальные фермы и пр.

¹ Business Wire (2020) \$16.6 Billion Personalized Nutrition Market – Global Size, Share & Analysis by Type, Application, Channel Forecasts to 2027. <https://www.businesswire.com/news/home/20201214005337/en/16.6-Billion-Personalized-Nutrition-Market---Global-Size-Share-Analysis-by-Type-Application-Channel-Forecasts-to-2027---ResearchAndMarkets.com> (дата обращения: 31.01.2022).

² Globe Newswire (2021) Food Tech Market Size to Reach Value of USD 342.52 Billion by 2027 | Online Food Delivery Segment Accounted for Largest Market Share of 45.4% in 2019, says Emergen Research. <https://www.globenewswire.com/news-release/2021/01/14/2158488/0/en/Food-Tech-Market-Size-to-Rreach-Value-of-USD-342-52-Billion-by-2027-Online-Food-Delivery-Segment-Accounted-for-Largest-Market-Share-of-45-4-in-2019-says-Emergen-Research.html> (дата обращения: 31.01.2022).

³ Основана выходцами из России.

⁴ Yahoo! Finance (2021) Synthetic Food Market Size to Reach USD 24.15 Billion by 2028 | Increase in Demand for Synthetic Food in Bakery and Confectionary is Projected To Drive the Industry Growth, States Emergen Research. <https://finance.yahoo.com/news/synthetic-food-market-size-reach-190000561.html> (дата обращения: 31.01.2022).

1.4. Сжатие инновационных циклов как фактор роста потребности в обновлении знаний

Пандемия COVID-19 стала триггером, многократно ускорившим цифровую трансформацию и выход технологий, продуктов и услуг на рынок. Интенсивное внедрение новых технологических решений (искусственного интеллекта, больших данных, робототехники, 3D-печати и др.) влечет за собой структурную перестройку рынка труда, исчезновение одних профессий и трансформацию других, постоянное обновление спроса на новые компетенции. Поскольку низкий уровень квалификации работников может свести на нет потенциал роста, связанный с использованием современных технологий, работодатели уделяют все больше внимания программам подготовки кадров и повышения квалификации.

Ответом на эти вызовы стало появление концепции обучения в течение всей жизни (lifelong

learning) и новых форматов получения знаний, что сделало образование более доступным и персонализированным. Непрерывное профессиональное развитие, формальное и неформальное обучение становятся необходимым условием успешной трудовой деятельности. К 2027 г. мировой рынок корпоративного обучения может достичь 417 млрд долл. (в 2019 г. – 332,9 млрд долл.)¹, а рынок новых технологий в образовании (EdTech) – 251,7 млрд долл. (74 млрд долл.)².

8,5 трлн долл.

может потерять мировая экономика к 2030 г. из-за нехватки высококвалифицированных специалистов³

Обучение в течение всей жизни в Республике Корея

Закон Республики Корея о непрерывном образовании обязывает правительство раз в пять лет разрабатывать национальный план развития непрерывного образования. В ходе реализации этих планов были созданы Национальный институт непрерывного образования (NILE) и 17 региональных институтов. В результате повысилась доступность непрерывного образования: доля граждан, участвовавших в его программах, выросла с 26,4% в 2008 г. до 35,8% в 2017 г. Однако значение данного

показателя пока ниже среднего по странам ОЭСР (40,4%). Целью Четвертого национально-го плана содействия обучению на протяжении всей жизни (2018–2022 гг.) объявлено формирование гибкой и высококачественной системы обучения, выстроенной с учетом технологических инноваций, результатов четвертой промышленной революции и социально-демографических изменений (увеличения доли пожилых, роста продолжительности жизни и трансформации рынка труда)⁴.

¹ Allied Market Research (2020) Corporate training Market by Training Method (Virtual and face-to-face), Training Program (Technical training Soft Skills Training, Quality Training, Compliance Training and others), Industry (Healthcare, Banking & Finance, manufacturing, IT, Retail, Hospitality and Others): Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2021–2027. <https://www.alliedmarketresearch.com/corporate-training-market-A06445#:~:text=Request%20Now%20!9.4%25%20from%202021%20to%202027> (дата обращения: 31.01.2022).

² Globe Newswire (2021) EdTech and Smart Classroom Market to Reach USD 251.78 billion by 2027; Rising Adoption of Artificial Intelligent to Bolster Growth: Fortune Business Insights. <https://www.globenewswire.com/news-release/2021/02/01/2167075/0/en/EdTech-and-Smart-Classroom-Market-to-Reach-USD-251-78-billion-by-2027-Rising-Adoption-of-Artificial-Intelligent-to-Bolster-Growth-Fortune-Business-Insights.html> (дата обращения: 31.01.2022).

³ Korn Ferry (2022) The \$8.5 Trillion Talent Shortage. <https://www.kornferry.com/insights/articles/talent-crunch-future-of-work> (дата обращения: 31.01.2022).

⁴ UNESCO (2020) Republic of Korea: The fourth National Lifelong Learning Promotion Plan (2018–2022), issued in 2017. <https://uil.unesco.org/document/republic-korea-fourth-national-lifelong-learning-promotion-plan-2018-2022-issued-2017> (дата обращения: 31.01.2022).

1.5. Рост значимости кибербезопасности по мере цифровизации всех сфер деятельности человека

Сегодня уровень проникновения интернета во все сферы деятельности настолько велик, что перебои в его работе могут иметь колоссальные негативные последствия. С каждым годом растет число пользователей сети и подключенных устройств, собирающих огромное количество персональных данных. В киберпространстве продолжается накопление информации, относящейся к работе критической инфраструктуры и вопросам безопасности, в том числе национальной.

Согласно авторитетному докладу Всемирного экономического форума (ВЭФ) Risks Report 2022, кибератаки относятся к наиболее серьезным и значимым глобальным рискам. Уровень раскрываемости киберпреступлений остается низким: например, в США вероятность обнаружения и судебного преследования хакера оценивается в 0,05%¹. Сравнительная лег-

кость осуществления разного рода кибератак, предполагающих шантаж и вымогательство, и расширение функционала используемых злоумышленниками цифровых инструментов ведут к росту популярности соответствующих бизнес-моделей и увеличению их сегмента черного рынка. Кибератаки несут угрозу не только материальным активам, но и жизни людей, что повышает значимость мер противодействия и способствует росту глобального рынка информационной безопасности.

366 млрд долл.

достигнет мировой рынок информационной безопасности в 2028 г. (в 2021 г. – 165,7 млрд долл.)²

Примеры кибератак в разных сферах

В апреле 2020 г. компьютерные сети израильских объектов водоснабжения подверглись массовой атаке: произошла попытка взлома систем, контролирующей концентрацию хлора в водопроводной воде, что создало угрозу биологического характера³.

Атака на системы управления (электропитание, связь, безопасность) бизнес-центром в Нью-Йорке нанесла ущерб, оцененный в 350 млн долл.⁴

¹ Third Way (2018) To Catch a Hacker: Toward a comprehensive strategy to identify, pursue, and punish malicious cyber actors. <https://www.thirdway.org/report/to-catch-a-hacker-toward-a-comprehensive-strategy-to-identify-pursue-and-punish-malicious-cyber-actors> (дата обращения: 31.01.2022).

² Fortune Business Insights (2021) Cyber Security Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis. <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/cyber-security-market-101165> (дата обращения: 31.01.2022).

³ Haaretz (2020) Iranian Cyberattack Aimed to Raise Chlorine Level in Israeli Water, Report Says. <https://www.haaretz.com/israel-news/iranian-cyberattack-aimed-to-raise-chlorine-level-in-israeli-water-report-says-1.8886235> (дата обращения: 31.01.2022).

⁴ Allianz (2022) Cyber attacks on critical infrastructure. <https://www.agcs.allianz.com/news-and-insights/expert-risk-articles/cyber-attacks-on-critical-infrastructure.html> (дата обращения: 31.01.2022).

1.6. Размывание границ между персональными и неперсональными данными как конец частной жизни

На фоне пандемии коронавируса чрезвычайную актуальность приобрел вопрос цифровой приватности. Личные данные сегодня становятся не только средством продвижения товаров и услуг и завоевания лояльности клиентов, но и инструментом контроля над людьми со стороны государства и корпораций. Для сдерживания эпидемии COVID-19 принимались государственные меры по отслеживанию передвижения и контактов людей, работодатели внедряли системы наблюдения за сотрудниками, которые работают из дома. Зачастую получаемые данные содержали чувствительные с точки зрения приватности сведения о передвижениях, поведении, устойчивых связях и деятельности человека. При этом утрата конфиденциальности часто сопровождается злоупотреблениями со стороны чиновников.

По мере проникновения цифровых систем и приложений во все сферы жизни люди перестают контролировать, где именно хранятся и используются их персональные данные. Расши-

ряется и само понятие персональных данных: они включают биометрические, медицинские, генетические данные, информацию об этнической принадлежности, религиозных, политических и философских взглядах, сексуальной ориентации и пр.

Увеличение числа киберугроз и утечек конфиденциальных данных вызывает рост беспокойства по поводу их сохранности, а способность обеспечить надежную защиту информации становится важнейшим конкурентным преимуществом компаний. Усиливается и государственный контроль за сбором и обращением персональных данных граждан.

У 65% населения мира

к 2023 г. персональные данные будут законодательно защищены (в 2020 г. – у 10%)¹

Общий регламент по защите данных в ЕС

В ЕС вступивший в силу в 2018 г. Общий регламент по защите данных (General Data Protection Regulation, GDPR) определяет характер ответственности национальных и иностранных компаний за обработку личных данных. Регламент уделяет особое внимание прозрачности и доступности данных, уточняет термин «право на забвение», разделяет понятия «сбора» и «использования» данных. Отдельно рассматривается обезличивание персональных данных, которое проводится для

того, чтобы нельзя было определить их принадлежность определенному лицу, не обладая дополнительной информацией. В GDPR используется понятие «анонимизированных данных» – окончательно обезличенных, которые нельзя соотнести с конкретным человеком.

В апреле 2021 г. Европейская комиссия представила первый в мире комплексный законопроект, детально регулирующий использование искусственного интеллекта, в том числе для распознавания лиц².

¹ Gartner (2020) Gartner Says By 2023, 65% of the World's Population Will Have Its Personal Data Covered Under Modern Privacy Regulations. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-09-14-gartner-says-by-2023--65--of-the-world-s-population-w> (дата обращения: 31.01.2022).

² European Commission (2021) Europe fit for the Digital Age: Commission proposes new rules and actions for excellence and trust in Artificial Intelligence. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_1682 (дата обращения: 31.01.2022).

В 2020 г. вступили в силу закон штата Калифорния о защите персональных данных (California Consumer Privacy Act), один из наиболее детализированных американских нормативных актов в этой сфере, и Общий закон о защите личных данных в Бразилии (Brazilian General Data Protection Law). В 2021 г. в Канаде был обновлен закон о защите цифровых персональных данных 2015 г. (Digital Privacy Act)¹. Компания Apple в операционной системе iOS, начиная с версии 14.5, дала пользователю возможность запретить сторонним приложениям отслеживать его действия в приложениях и на сайтах других поставщиков². В 2021 г. в Китае был принят закон, устанавливающий гражданские, административные и уголовные нормы, обеспечивающие защиту личной информации (Personal Information Protection Law)³.

Глобальные тренды оказывают значимое влияние на развитие новых технологий, скорость их выхода на рынок и степень распространенности продуктов и услуг на их основе (рис. 2). Так, рост численности пожилых людей создает спрос на ассистивные технологии, технологии, способствующие продлению активной фазы жизни, новые решения в области образования и трудоустройства. Усиление внимания к собственному здоровью стимулирует прогресс в сфере персонализированной и превентивной медицины, переход к индивидуальному и функциональному питанию. Проникновение цифровых технологий во все сферы деятельности требует быстрого развития эффективных технологических решений в области кибербезопасности и охраны персональных данных.

Рис. 2. Влияние глобальных трендов на развитие отдельных технологий и рост спроса на них*



* По пятибалльной шкале, где 5 – наибольшее влияние, 1 – наименьшее.

¹ CBC (2021) Digital privacy law is being updated for the first time in decades, and it's imperative we get it right. <https://www.cbc.ca/news/opinion/opinion-digital-privacy-bill-c11-1.5863117> (дата обращения: 31.01.2022).

² Apple (2022) Сведения об обновлениях iOS 14. <https://support.apple.com/ru-ru/HT211808#145> (дата обращения: 31.01.2022).

³ National Law Review (2021) China Releases Draft Personal Information Protection Law. <https://www.natlawreview.com/article/china-releases-draft-personal-information-protection-law> (дата обращения: 31.01.2022).

1. ГЛОБАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

(окончание)

	Стабилизация численности населения при увеличении среднего возраста	Рост потребности в продлении активного долголетия и ценности здорового образа жизни	Кастомизация питания с учетом индивидуальных нужд человека	Сжатие инновационных циклов, создающее потребность в постоянном обновлении знаний	Рост значимости кибербезопасности по мере цифровизации всех сфер деятельности человека	Размытие границ между персональными и неперсональными данными
Редактирование генома	5	5	5	2	4	3
Технология биопринтинга	5	5	5	2		
Технологии, дополняющие интеллект (augmented intelligence)	5	5		4	5	4
Технологии кибербезопасности				5	5	5
Технологии массового переобучения	4	4	5	5	4	3
Технологии «новой реальности» (AR/VR/MR)	4	5		5	5	5
Функциональное и персонализированное питание	5	5	5	2	2	2

Источник: НИУ ВШЭ.

2. Ключевые технологии для расширения возможностей человека

2.1. Ассистивные технологии

Ассистивные технологии представляют собой решения для компенсации нарушений слуха, речи, зрения и мобильности. К ассистивным продуктам относятся слуховые аппараты, бионические глаза, бионические протезы, экзоскелеты, целевые и многофункциональные роботы-помощники и др.

Основными потребителями ассистивных технологий являются пожилые люди, лица с ограниченными возможностями здоровья и имеющие хронические заболевания. Эти технологии позволяют пользователям самостоятельно ухаживать за собой, решать повседневные задачи в домашних условиях и тем самым повышают автономность и независимость людей. Распространение ассистивных технологий понизит спрос на услуги опекунов, медицинских учреждений и организаций социальной поддержки, а в долгосрочной перспективе может привести к автоматизации и роботизации повседневной деятельности пожилых людей и людей с ограниченными возможностями здоровья, повышению их вовлеченности в социальную жизнь и трудовую деятельность. Ряд футурологов прогнозируют на горизонте 10–20 лет появление людей-киборгов.

Отдельного внимания заслуживают экзоскелеты – роботизированные системы поддержки человеческого тела. Как правило, такое устройство крепится поверх одежды и представляет собой механический «костюм», отзывающийся на движения надевшего его

человека. Система обычно питается от носимого аккумулятора и оснащена различными сервоприводами для усиления движений. Экзоскелеты бывают частичные (только для ног или рук) и полные – для всего тела. Они находят широкое применение, пользуясь спросом не только у людей с нарушениями тех или иных функций организма. Выделяются три основных вида экзоскелетов:

- медицинские – для физиотерапии (повышения интенсивности и эффективности тренировок и т. д.) или обеспечения мобильности обездвиженных людей;
- промышленные – для снижения нагрузки на рабочих (в строительстве, логистике, машиностроении и др.) и повышения производительности труда (например за счет большей грузоподъемности);
- оборонные – для увеличения физической силы, маневренности и выносливости военнослужащего, обеспечения большей точности его движений.

По данным Международной федерации робототехники, рынок экзоскелетов в 2020 г. составил 11,2 тыс. шт. (100,5 млн долл.), к 2023 г. он вырастет до 20 тыс. шт. (272 млн долл.). Наблюдаемое в последние годы (и прогнозируемое в будущем) повышение средней цены экземпляра объясняется постепенным усложнением конструкции изделий.



Эффекты

- Поддержание физических и когнитивных способностей человека
- Повышение уровня мобильности, возможность вести самостоятельную активную жизнь, заниматься физическими упражнениями
- Рост численности трудоспособного населения и занятости среди людей с ограниченными возможностями здоровья, снижение нагрузки на систему здравоохранения



Барьеры

- Высокая стоимость ассистивных устройств и их эксплуатации в условиях сокращения доходов пожилых людей
- Административно-бюрократические барьеры при получении доступа к ассистивным технологиям, недостаточное финансирование, отсутствие стандартов и общепринятых спецификаций
- Низкий уровень информированности целевых групп населения о доступных ассистивных продуктах и решениях



Риски

- Недостаток цифровой и технологической грамотности пожилых людей для использования современных ассистивных устройств
- Социальная изоляция пожилых людей и людей с ограниченными возможностями здоровья вследствие тотальной автоматизации и роботизации их повседневной жизни



Мировой рынок

31,5 млрд долл.

может достичь объем глобального рынка ассистивных технологий для лиц с ограниченными возможностями и пожилых людей к 2027 г. (в 2020 г. – 21 млрд долл.)¹

6%

– прогнозируемый среднегодовой темп роста (CAGR) глобального рынка ассистивных технологий в 2020–2027 гг.



Российский рынок

40–60 млрд руб.

составил рынок ассистивных технологий в России в 2020 г.²

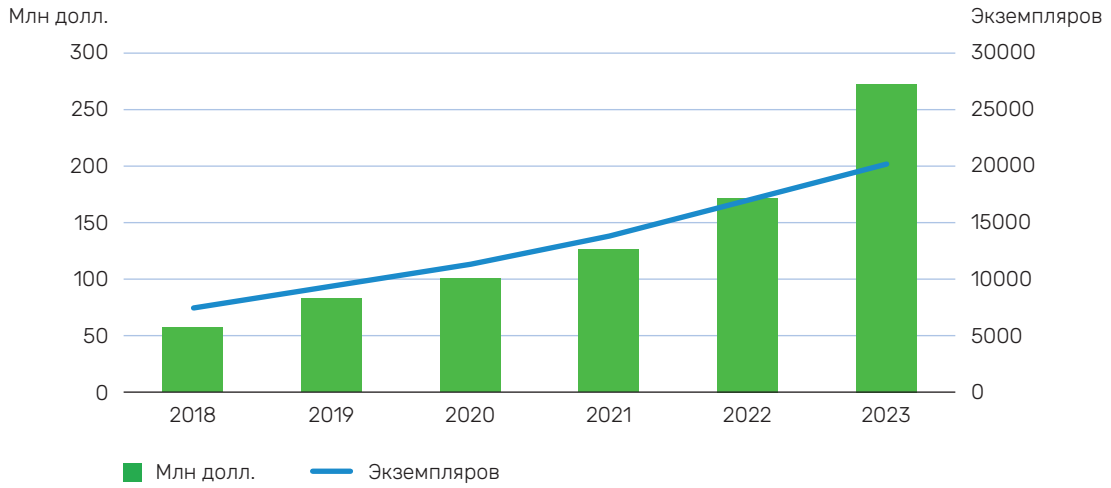
¹ Globe Newswire (2020) Global Disabled and Elderly Assistive Technology Industry. <http://www.globenewswire.com/news-release/2020/08/18/2080166/0/en/Global-Disabled-and-Elderly-Assistive-Technology-Industry.html> (дата обращения: 31.01.2022).

² Дохоян А. М., Маслова И. А. (2020) Ассистивные технологии в инклюзивном образовании. http://www.agpu.net/fakult/PPF/Kaf_SSPiP/MetodicheskoyeObespecheniye/2020-2021/Dohoyan_Maslova_ATvIO.pdf (дата обращения: 31.01.2022).



Структурный анализ

Рис. 3. Мировой рынок продаж силовых экзоскелетов



Источник: IFR (2020) IFR presents World Robotics Report 2020. <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-2.7-million-robots-work-in-factories-around-the-globe> (дата обращения: 15.02.2022).



Уровень развития технологии в России

2.2. Автономные транспортные средства

Автомобиль перестал быть роскошью в 1920-х гг. Спустя сто лет он становится таким же удобным и простым в обращении элементом повседневной жизни, как любой современный гаджет. Частично и полностью автономные транспортные средства – ключевой элемент перспективной транспортной инфраструктуры, радикально меняющий мобильность человека. В течение ближайших десяти лет наземные средства передвижения, включая автомобили и мотоциклы, станут эксплуатироваться преимущественно в беспилотном режиме, что приведет к существенному изменению характера их влияния на образ жизни и деятельность людей. Робомобили сделают количество действующих парковочных мест избыточным, будут способствовать кардинальному изменению функционального дизайна транспортных средств и дорог. Беспилотные автомобили многократно повысят безопасность дорожного движения как для водителей, так и для пешеходов. Возникнут новые модели транспортировки и логистики, в том числе на основе каршеринга и райдшеринга (совместных поездок без водителя). Появятся и совершенно новые бизнес-модели. Например, стриминговые медиа будут транслировать фильмы, музыку, игры или образовательные программы прямо в салон самоуправляемого транспортного средства, что превратит беспилотные автомобили в передвижные центры развлечений и образования. Полный переход к автономному транспорту может высвободить время для более творческих и полезных занятий, чем управление машиной.

Однако путь к появлению беспилотных автомобилей на дорогах не будет ни быстрым,

ни простым – этот процесс зависит от развития технологий, социальных практик (привычек) и регуляторной деятельности государств. Так, современные наземные беспилотники делятся на группы в зависимости от того, предназначены ли они для эксплуатации на дорогах общего пользования или на ограниченной закрытой территории, для перевозки человека или груза. В соответствии с общепринятой классификацией Society of Automotive Engineers (SAE) выделяется шесть уровней автоматизации – от «0» (полностью ручное управление) до «5» (полностью автономное движение). Большинство современных автомобилей имеют уровень автоматизации «2» (частичная автоматизация, включая рулевое управление и газ/тормоз). Автомобили уровня «5» до сих пор не реализованы в виде продукта, а представлены лишь многочисленными прототипами разной степени технологической зрелости. Кроме того, для распространения беспилотного наземного транспорта большое значение имеет инфраструктура (наличие интеллектуальной транспортной системы, платформы взаимодействия с объектами, системы точного позиционирования, цифровой модели дороги, устойчивого покрытия дорог высокочастотными каналами связи)¹.

Распространение беспилотников должно быть поэтапным: до тех пор, пока их движение не станет полностью безопасным, они будут применяться только на закрытых территориях, выделенных полосах или при условии частично автономного управления (супервизорного телеуправления), которое станет возможным при развитии сетей 5G.

¹ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 марта 2020 г. № 724-р «Об утверждении Концепции обеспечения безопасности дорожного движения с участием беспилотных транспортных средств на автомобильных дорогах общего пользования». <https://docs.cntd.ru/document/564526787> (дата обращения: 31.01.2022).



Эффекты

- Сокращение числа ДТП, уменьшение временных затрат и вовлеченности в ручное управление автомобилем, которое даст возможность заниматься за рулем своими делами или отдыхать
- Повышение эффективности транспортной логистики за счет автоматизации и оптимизации трафика
- Появление принципиально новых решений и изначально беспилотных платформ



Барьеры

- Высокая стоимость и длительность испытаний беспилотников
- Необходимость публичного финансирования дополнительной инфраструктуры
- Неодинаковое регулирование в разных странах, дефицит регулирования
- Нерешенные проблемы безопасности и доверия к новым видам транспорта со стороны будущих потребителей



Риски

- Появление дополнительных факторов риска дорожных происшествий
- Изменение структуры занятости, ликвидация рабочих мест водителей и персонала, вовлеченного в управление пилотируемым автотранспортом



Мировой рынок

557 млрд долл.

может составить объем глобального рынка автономных автомобилей в 2026 г. (в 2019 г. – 54,2 млрд долл.) с потенциалом роста до 3,2 трлн долл. к 2030 г.¹

39,5%

– среднегодовой темп роста (CAGR) глобального рынка автономных автомобилей в 2019–2026 гг.²



Российский рынок

4 млрд долл.

достигнет рынок автономного транспорта России к 2030 г. (с учетом грузоперевозок – 9,5 млрд долл.)³

¹ Visual Capitalist (2021) Anticipating the Driverless Future of Vehicles <https://www.visualcapitalist.com/anticipating-the-driverless-future-of-vehicles/> (дата обращения: 31.01.2022). Под автономными автомобилями понимаются транспортные средства 3–5 уровней автоматизации; оценка объема рынка включает стоимость компонентов (аппаратного обеспечения, ПО и услуг), учитывает разные сегменты транспорта (автономный общественный транспорт и автобусы, роботакси, беспилотные грузовики и др.).

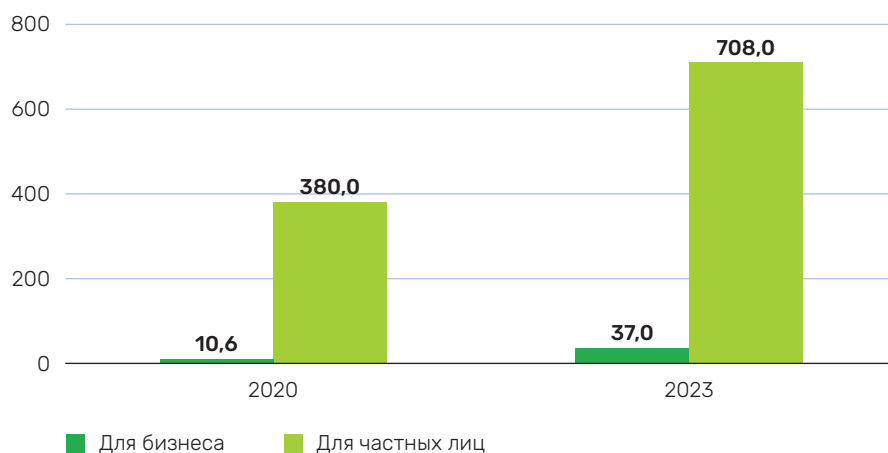
² Allied Market Research (2020) Autonomous Vehicle Market Expected to Reach \$54.23 Billion, by 2026. <https://www.alliedmarketresearch.com/press-release/autonomous-vehicle-market.html> (дата обращения: 31.01.2022).

³ Центр технологий, компонентов, робототехники и мехатроники (2020) Кто водит? <https://robotics.innopolis.university/wp-content/uploads/2020/09/Dajdzhest.pdf> (дата обращения: 31.01.2022).

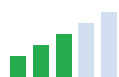


Структурный анализ

Рис. 4. Прирост числа автономных автомобилей
(тысячи)



Источник: Gartner (2019) Gartner Forecasts More Than 740,000 Autonomous-Ready Vehicles to Be Added to Global Market in 2023. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-11-14-gartner-forecasts-more-than-740000-autonomous-ready-vehicles-to-be-added-to-global-market-in-2023> (дата обращения: 11.02.2022).



Уровень развития технологии в России

2.3. Нейротехнологии

Нейротехнологии включают нейроинтерфейсы, нейропротезы, нейросенсоры и технологии визуализации головного мозга. Эти технологии должны анализировать и дополнять работу мозга, сознания и процессы высшей нервной деятельности человека, задействуя методы информатики, кибернетики, мехатроники, материаловедения и других наук. Основные драйверы развития нейротехнологий – это продление активного долголетия и растущая потребность в постоянном обновлении профессиональных знаний. Увеличение средней продолжительности жизни неизбежно приводит к заметному учащению случаев нейродегенеративных расстройств у пожилых людей, а ускорение темпов технологического обновления – к когнитивной информационной перегрузке, влекущей за собой распространение депрессий и иных напряженных состояний у людей трудоспособного возраста¹. Востребованность технологий, предназначенных для улучшения и расширения когнитивных функций человека, будет интенсивно расти в средне- и долгосрочной перспективе.

В отличие от биотехнологий, расширяющих возможности управления человеческим организмом на генетическом (молекулярном) уровне, нейротехнологии основаны на взаимодействии человеческого тела с компьютером. Сегодня они особенно широко применяются в нейропротезировании для восстановления двигательных и сенсорных функций организма в системах нейромодуляции и имплантируемых и неинвазивных стимуляторах для лечения хронических болей.

Технологии нейрокоммуникации могут использоваться в самых разных сферах жизни человека – от медицины и образования до индустрии компьютерных игр и нейромаркетинга. Системы нейровизуализации и функционального картирования помогают быстрой и эффективной нейрореабилитации пациентов, в то время как нейропротезы и экзоскелеты позволяют людям с повреждениями спинного мозга и опорно-двигательного аппарата самостоятельно передвигаться. Неинвазивная стимуляция мозга способна предотвратить прогрессирование ряда заболеваний нервной системы, в том числе психических расстройств, а также значительно усилить когнитивные способности человека.

В долгосрочной перспективе развитие технологий человеко-машинного взаимодействия может привести к возникновению Web 4.0, интернета нового поколения (в котором взаимодействие между людьми и человека с машиной реализуется при помощи нейроинтерфейсов); появлению социальных нейросетей; распространению практик нейрофитнеса и модуляции памяти, направленных на многократное усиление когнитивных способностей². В будущем повсеместное распространение может получить нейроуправление бытовым пространством с помощью искусственных рук и дополнительных органов чувств (нейропротезов). Этому будет способствовать совершенствование дизайна нейрокомпьютерных интерфейсов, в том числе их миниатюризация и создание прозрачных (невидимых) устройств на основе углеродных нанотрубок и новых полимерных биоматериалов³.

¹ Сколтех (2020) Технологии восстановления и расширения ресурсов мозга человека: публичный аналитический доклад.

² НТИ (2022) Нейронет. <https://nti2035.ru/markets/neuronet> (дата обращения: 31.01.2022).

³ Нейронет (2022). <http://rusneuro.net/cambiodocs/media/files/analitijeskii-doklad-podhody-k-formirovaniu-i-zapusku-novyh-otraslei-promyhlennosti.pdf> (дата обращения: 31.01.2022).



Эффекты

- Использование технологий нейрореабилитации для лечения и профилактики нейродегенеративных и психических заболеваний (для многих из которых сейчас доступна только симптоматическая терапия)
- Возможность лечения болезни Паркинсона с помощью нейроимплантации
- Повышение качества жизни пациентов с деменцией и их семей
- Усиление контроля за критическими состояниями человека (психическими срывами, переутомлением и др.)
- Разработка нейроинтерфейсов, способных управлять непосредственно ячейками памяти процессора



Барьеры

- Высокая точность распознавания сигналов мозга пока обеспечивается только инвазивными интерфейсами. Неинвазивные интерфейсы имеют невысокую точность
- Низкая точность распознавания сигналов в местах большого скопления людей, например в транспорте (в окружении большого числа передающих устройств)



Риски

- Опасность использования инвазивных нейроинтерфейсов: риски воспаления и отмирания нейронов из-за отторжения имплантов, развития эпилепсии
- Высокие риски и дороговизна экспериментов в области нейротехнологий



Мировой рынок

15 млрд долл.

составит объем глобального рынка нейротехнологий в 2024 г. (в 2020 г. – 9 млрд долл.)¹



Российский рынок

8 млрд руб.

достигнет объем российского рынка решений в сфере нейротехнологий в 2024 г. (в 2018 г. – 0,1 млрд руб.)²

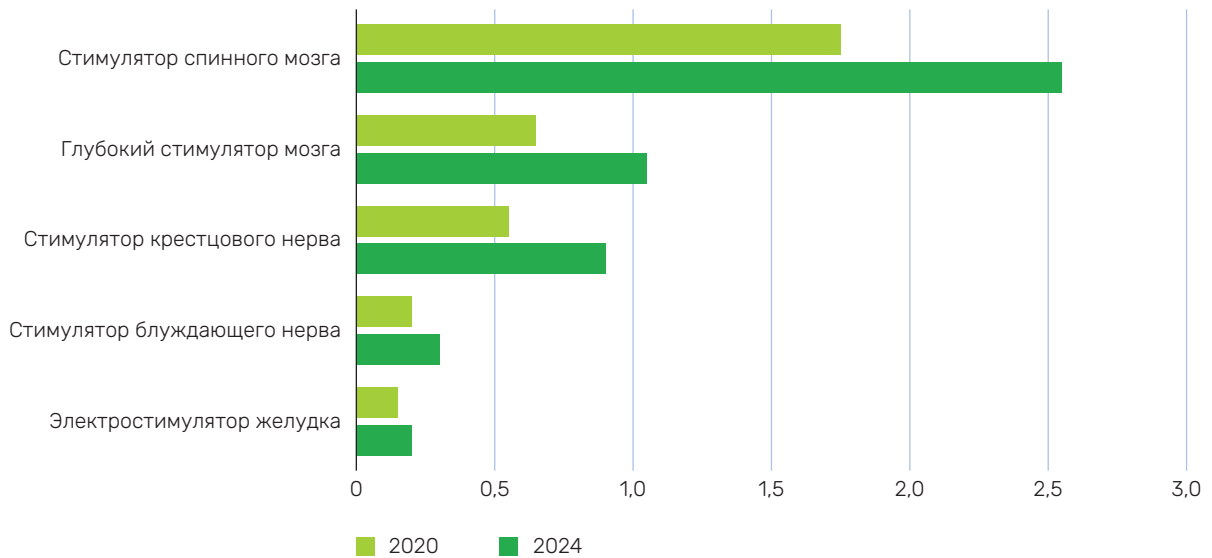
¹ Neurotech Reports (2020) The Market for Neurotechnology: 2020–2024. <https://www.neurotechreports.com/pages/execsum.html> (дата обращения: 31.01.2022).

² РИА Новости (2019) Рынок искусственного интеллекта в России к 2024 году вырастет в 80 раз. <https://ria.ru/20191014/1559746471.html> (дата обращения: 31.01.2022).

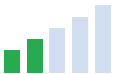


Структурный анализ

Рис. 5. Объем глобального рынка устройств для нейростимуляции по типам продуктов (миллиарды долларов)



Источник: Statista (2017) Estimated neurostimulation devices market size worldwide by product 2013–2024. <https://www.statista.com/statistics/731851/neurostimulation-devices-market-worldwide-by-product> (дата обращения: 11.02.2022).



Уровень развития технологии в России

2.4. Носимая электроника и технологии биомониторинга

Системы биомониторинга включают биосенсоры и биочипы, портативные средства мониторинга и прецизионного контроля функций организма, средства функциональной визуализации, биологические органы и имплантируемые медицинские устройства. К ним, в частности, относятся получившие сегодня наибольшее распространение носимые устройства для мониторинга показателей здоровья (фитнес-браслеты, умные часы и т. д.) с биосенсорами. Подобные гаджеты позволяют отслеживать большое количество показателей здоровья (содержание кислорода в крови, пульс, давление, температуру тела), на основе которых пользователи получают персональные рекомендации по организации

спортивных тренировок, диетическому питанию, лечению. Страховые компании, в свою очередь, заинтересованы в получении данных с носимых устройств, чтобы точнее оценивать риски развития заболеваний у клиентов (это стало особенно актуальным в период пандемии).

Прогнозируется, что в долгосрочной перспективе, помимо фитнес-браслетов и умных часов, будут распространяться другие виды носимых умных устройств для мониторинга состояния человека – пластыри, измеряющие уровень гидратации и температуру тела, наушники для измерения кровяного давления, кольца для отслеживания изменений сердечного ритма, частоты дыхания и качества сна.

Эффекты

- Ранняя диагностика патологических процессов (до появления первых симптомов заболеваний)
- Ускоренное оказание помощи при критических состояниях (гипоксемии, гипотензии и т. д.)
- Повышение качества жизни пациентов с хроническими заболеваниями
- Снижение затрат на врачебный контроль со стороны медицинских организаций

Барьеры

- Повышение требований пользователей к компактности носимых устройств и их эргономическим характеристикам
- Недостаточная точность измерения отдельных показателей здоровья

Риски

- Рост числа кибератак на устройства
- Риск несанкционированного доступа к персональным данным



Мировой рынок

67 млрд долл.

может составить объем глобального рынка носимых устройств для мониторинга здоровья в 2030 г. (в 2019 г. – 11 млрд долл.)¹

18%

– среднегодовой темп роста (CAGR) глобального рынка носимых устройств для мониторинга здоровья в 2020–2030 гг.



Российский рынок

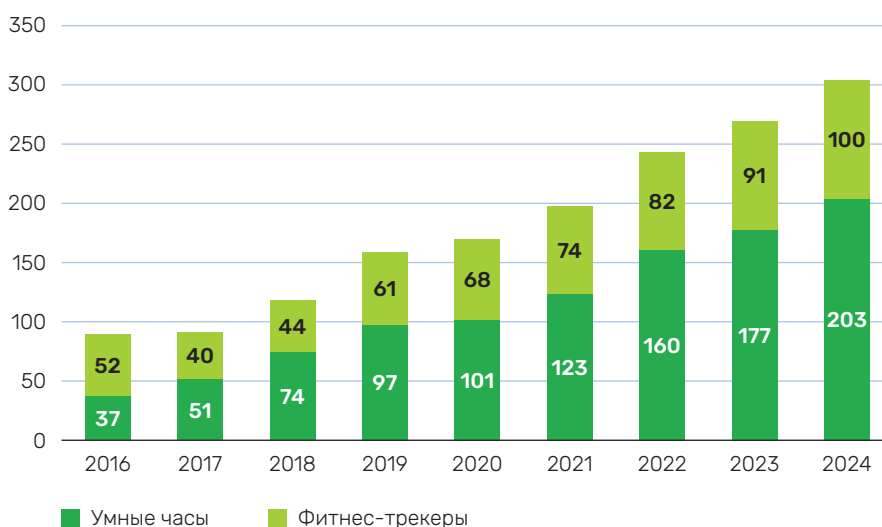
В 2 раза

выросло в 2019 г. число купленных россиянами фитнес-трекеров, умных часов, в том числе детских², по сравнению с 2018 г.



Структурный анализ

Рис. 6. Поставки носимых устройств в мире (миллионы)



Источник: CCS Insight (2021) Wearables Market Proves Resilient to Threat of Covid-19. <https://www.ccsinsight.com/press/company-news/wearables-market-proves-resilient-to-threat-of-covid-19> (дата обращения: 10.02.2022).



Уровень развития технологии в России

¹ Prescient & Strategic Intelligence (2020) Wearable Medical Devices Market Research Report: By Type (Fitness Trackers, Smartwatches, Smart Cloths, Hearing Aids, Patches, Breath Analyzers), Application (Sports & Fitness, Remote Patient Monitoring, Home Healthcare), Channel (Online, Hypermarkets, Pharmacies) – Global Industry Analysis and Growth Forecast to 2030. [https://www.psmarketresearch.com/market-analysis/wearable-medical-devices-market#:~:text=Valued%20at%20%2410.6%20billion%20in,%E2%80%932030%20\(forecast%20period\)](https://www.psmarketresearch.com/market-analysis/wearable-medical-devices-market#:~:text=Valued%20at%20%2410.6%20billion%20in,%E2%80%932030%20(forecast%20period)) (дата обращения: 31.01.2022).

² Ведомости (2019) Россияне все больше интересуются фитнес-браслетами и умными часами. <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2019/11/01/815270-rossiyane-fitness-brasletami> (дата обращения: 31.01.2022).

2.5. Технологии массового переобучения

Образовательные технологии (EdTech, EduTech) охватывают широкий спектр передовых решений, адаптируемых к задачам обучения. Так, искусственный интеллект используется для разработки образовательных траекторий и анализа успеваемости, геймификация – для построения учебных курсов, AR/VR – для обогащения контента, компьютерное зрение – для анализа поведения учеников и т. д. Образовательные платформы выступают связующим звеном между поставщиками образовательного контента и обучающимися. Они обеспечивают доставку контента на устройство пользователя и удержание внимания последнего.

Наиболее масштабная задача в области образования – переучивание взрослых людей с целью актуализации их знаний и переквалификации тех, кто меняет сферу своей занятости. Важнейшую роль в решении этой задачи играют массовые открытые онлайн-курсы (MOOC) и мобильные образовательные платформы. Они особенно востребованы в Индии, Китае и странах Юго-Восточной Азии, где число пользователей

интернета очень велико и спрос на образование достаточно высок.

В будущем объем образовательного контента будет быстро расти, востребованными станут цифровые инструменты, отбирающие нужную конкретному пользователю информацию и контролирующие ее усвоение. Технологии анализа больших данных будут использоваться для предсказания действий обучающихся на основании информации об их поведении в прошлом и для корректировки образовательных программ. Распространение технологий дистанционного обучения, AR, VR и MR-технологий будет способствовать развитию виртуальных классных комнат. К 2024 г. глобальный рынок этого сегмента может достичь 19,6 млрд долл. (CAGR – 16,2% в 2019–2024 гг.)¹. Внедрение систем искусственного интеллекта на производстве создает необходимость обучать сотрудников взаимодействию с такими системами. Еще одно перспективное направление – образование в сфере информационной безопасности.

¹ Market Data Forecast (2021) Virtual Classroom Market – Segmented By Solution (Content Management, Device Management, UCC, Security), Hardware (Mobile Computing Devices, VR Devices), Service (Professional & Managed), Deployment Mode, User Type, and Region – Global Forecast to 2026. <https://www.marketdataforecast.com/market-reports/virtual-classroom-market> (дата обращения: 31.01.2022).



Эффекты

- Повышение доступности образования (в том числе ценовой) для большего числа людей, приводящее к частичному сглаживанию социального неравенства
- Подготовка кадров для удовлетворения спроса на специалистов с новыми компетенциями



Барьеры

- Слабые цифровые навыки и нехватка необходимого оборудования у массового пользователя
- Недостаток доверия к новым форматам обучения и неготовность пользователей и поставщиков контента переключаться на них
- Более низкое качество удаленного образования в сравнении с традиционным (в первую очередь из-за недостатка обратной связи и живого общения)¹



Риски

- Неравномерность доступа к образовательным продуктам, обусловленная политическими и технологическими причинами
- Дискриминация как поставщиков образовательного контента, так и отдельных групп потребителей вследствие монополизации рынка образовательных платформ
- Невостребованность больших масс работников технологически передовыми сегментами экономики, увеличение социального расслоения и напряженности



Мировой рынок

404 млрд долл.

достигнет мировой рынок EdTech к 2025 г. (в 2020 г. – 227 млрд долл.)

12,2%

– среднегодовой темп роста (CAGR) рынка в 2021–2025 гг.



Российский рынок

30 млрд руб.

составил рынок EdTech в 2020 г., из них 15 млрд руб. – рынок обучения взрослых²

7–12%

– доля сегмента EdTech в общем объеме рынка образования (в мире – 4–5%)³

¹ Сбер Университет (2020) Обучение в новой нормальности: вызовы и ответы. https://sberbank-university.ru/upload/iblock/679/Report_the_new_normal_update_web.pdf (дата обращения: 31.01.2022).

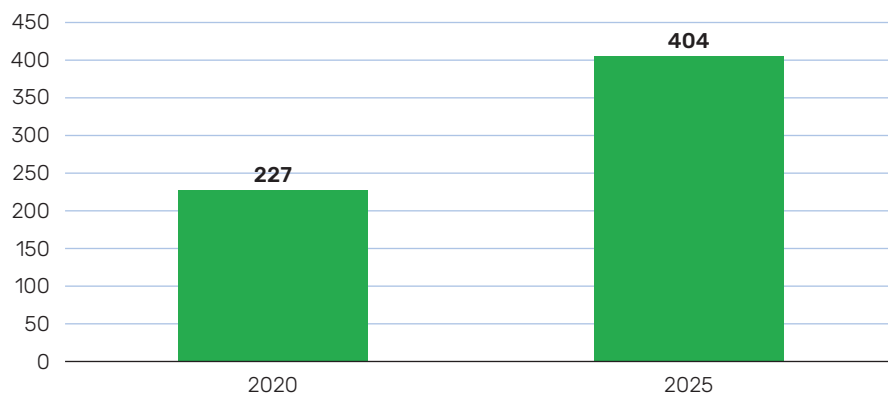
² РБК (2019) 35 крупнейших EdTech-компаний России: рейтинг РБК. <https://trends.rbc.ru/trends/education/5d68e8fb9a7947360f1e2e52> (дата обращения: 31.01.2022).

³ Holon IQ (2021) Sizing the Global EdTech Market. Mode vs Model. <https://www.holoniq.com/notes/sizing-the-global-edtech-market> (дата обращения: 31.01.2022).

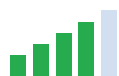


Структурный анализ

Рис. 7. Рост затрат на EdTech в мире
(миллиарды долларов)



Источник: Holoniq (2021) Global Education Technology Market. <https://www.holoniq.com/edtech/10-charts-that-explain-the-global-education-technology-market> (дата обращения: 10.02.2022).



Уровень развития технологии в России

2.6. Биопринтинг

Биопринтинг представляет собой изготовление биологических структур с использованием послойной трехмерной генерации. Основными его методами являются фотолитография, магнитный биопринтинг, стереолитография, прямая экструзия клеток. Поскольку ткани в организме состоят из разных типов клеток, технологии их изготовления путем 3D-биопечати существенно различаются по своей способности обеспечить их стабильность и жизнеспособность. Клеточный материал, изготовленный на биопринтере, переносится в инкубатор, где затем выращивается.

Клетки, необходимые для биопечати органов, берут у пациента и затем культивируют до тех пор, пока их не станет достаточно для создания «биочернил», которые загружаются в принтер. Не всегда возможно взять клетки пациента, поэтому для некоторых тканей берут «универсальные» стволовые клетки, которые способны становиться любой клеткой организма, или строительный материал из других организмов (например свиной коллагеновый белок, морские водоросли и др.). Затем, основываясь на компьютерных моделях (таких как сканиро-

вание или МРТ пациента), головки биопринтера размещают ячейки именно там, где они необходимы, и в течение нескольких часов из большого количества сверхтонких слоев создается искомый органический объект. В большинстве случаев в биопринтерах применяется также органический или синтетический «клей» – растворимый гель или коллагеновый каркас, к которому клетки могут прикрепляться, что помогает им формироваться и стабилизироваться в правильной форме.

Пандемия коронавируса дала мощный импульс развитию рынка биопринтинга. Многие компании предлагают использовать 3D-биопечать для борьбы с распространением COVID-19. Например, с помощью этой технологии изготавливаются комплекты для тестирования. Спрос на подобные услуги в ближайшее время будет расти экспоненциально. Распространение технологий биопринтинга может стать одним из ключей к решению проблемы нехватки органов для трансплантации, что позволит продлевать активное долголетие и увеличивать продолжительность жизни людей.

Эффекты

- Устранение проблемы иммунонедостаточности (несовместимости) при имплантации донорских органов
- Сокращение времени ожидания донорских органов для пересадки (в настоящее время сроки могут достигать 10–15 лет) и, как следствие, спасение жизней: благодаря биопринтингу орган можно напечатать за считанные часы
- Применение биопечатных живых материалов для безопасного исследования новых лекарственных препаратов
- Использование технологии для создания наборов медицинских тестов

Барьеры

- Клеточная сложность живого организма
- Отсутствие нормативно-правовой базы для регулирования применения технологии
- Комплексность и персонализация процесса программирования, связанные с получением доступа к медицинским, клиническим, статистическим и прочим данным и их оцифровкой
- Высокие цены на услуги вследствие больших затрат на исходные материалы, оборудование и его обслуживание

Риски

- Испытания технологии на живых организмах перед массовым внедрением
- Вероятность фатальных ошибок из-за недостаточной персонализации для каждого конкретного пациента
- Нехватка созданных с помощью 3D-биопринтинга органов для трансплантации может привести к спекуляциям на черном рынке

Мировой рынок

15,8%

– среднегодовой темп роста рынка биопринтинга в 2021–2028 гг. (в 2020 г. объем рынка составил 1,4 млрд долл.)¹

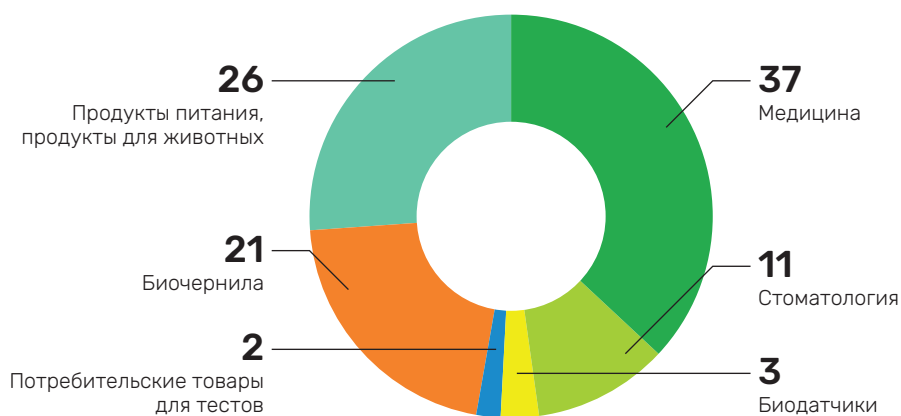
19%

– среднегодовой темп роста рынка изготовления лекарственных препаратов, самого крупного сегмента рынка 3D-биопечати (36,2%). В сегменте производства тканей и органов («биочернил») ожидается самый высокий на этом рынке CAGR – 19,3%

¹ Grand View Research. Global 3D Bioprinting Market Size & Trends Report 2021–2028. <https://www.grandviewresearch.com> (дата обращения: 31.01.2022).

 Структурный анализ

Рис. 8. Структура рынка биопринтинга по сферам применения: 2020
(проценты)



Источник: Grand View Research (2021) Market Analysis Report. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/3d-bioprinting-market> (дата обращения: 11.02.2022).



Уровень развития технологии в России

2.7. Редактирование генома

Технологии анализа и модификации генов – одно из наиболее активно развивающихся направлений молекулярно-генетических исследований. Это новая область медицины, специализирующаяся на предотвращении и эффективном лечении как собственно наследственных (синдром Дауна, гемофилия, дальтонизм), так и опосредованно связанных с наследственностью (диабет, остеопороз, рак и др.) заболеваний при помощи геномных и постгеномных технологий. Анализ генетических данных позволяет исследовать организм каждого пациента на молекулярном уровне. Высокопроизводительное массовое параллельное секвенирование (секвенирование «нового поколения», NGS) обеспечивает быстрый комплексный анализ панелей генов, мутации в которых влияют на выбор той или иной терапии и формирование персонализированной схемы лечения, что повышает его эффективность.

Технологии редактирования генома (например CRISPR-Cas9) уже получили широкое распространение в сельском хозяйстве. С их помощью выводят новые сорта растений и породы животных, обладающие нужными свойствами, без использования чужеродного генетического материала. Это позволяет увеличивать продуктивность использования животных и обеспечивать биологическую защиту растений, очищать окружающую среду, катализировать биотехнологические процессы, в том числе переработку отходов, получение биотоплива и добычу полезных ископаемых.

Редактирование генома человека в экспериментальных целях сейчас запрещено по этическим причинам, но в отдаленном будущем коррективка генома эмбриона человека позволит произвести глубокую коррекцию генотипа человека, существенно продлить срок и повысить качество его жизни и, возможно, приблизиться к достижению бессмертия.



Эффекты

- Лечение широкого круга заболеваний, в том числе генетических, посредством редактирования генома человека
- Диагностирование и лечение генетических аномалий у детей еще до их рождения
- Производство продуктов с улучшенными потребительскими свойствами (высоким содержанием питательных веществ и полезных микроэлементов)
- Повышение устойчивости растений к вредителям и неблагоприятной окружающей среде на генетическом уровне
- Сокращение объема используемых в растениеводстве пестицидов и химических удобрений
- Рост продуктивности сельского хозяйства, сокращение потерь из-за неурожая



Барьеры

- Недоступность методов секвенирования «нового поколения» для стандартных клиничко-диагностических лабораторий (секвенирование ДНК исключительно в крупных лабораториях, имеющих лицензию на проведение научных исследований)
- Несоответствие общих регуляторных механизмов нестандартным решениям в области регистрации высокотехнологичного оборудования, внесения данной услуги в стандарты оказания медицинской помощи и ОМС



Риски

- Невысокая предсказуемость возможных побочных эффектов от редактирования генома человека
- Сохранение запрета на изменение генома нейронов людей в экспериментальных целях, отсутствие возможности применить методы оптогенетики к людям



Мировой рынок

10 млрд долл.

может достигнуть в 2026 г. объем глобального рынка технологий редактирования генома (в 2019 г. – 4 млрд долл.)¹

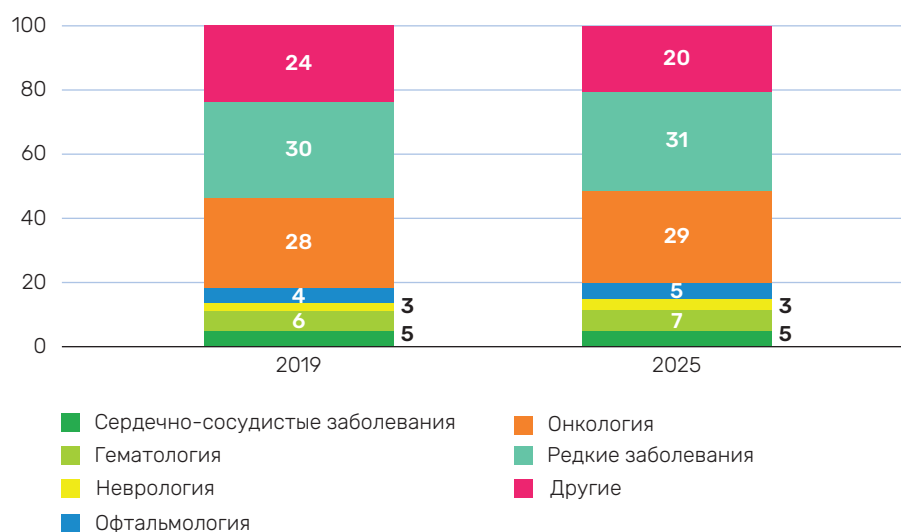
15%

– составят в 2020–2026 гг. среднегодовые темпы роста (CAGR) мирового рынка технологий редактирования генома

¹ Global Market Insights (2019) Gene Editing Market Size By Application (Cell Line Engineering, Animal Genetic Engineering, Plant Genetic Engineering). <https://www.gminsights.com/industry-analysis/gene-editing-market> (дата обращения: 31.01.2022).

 Структурный анализ

Рис. 9. Структура глобального рынка клеточной и генной терапии по областям медицины (проценты)



Источник: Statista (2021) Global cell and gene therapy market share in 2019 and 2025, by therapeutic class. <https://www.statista.com/statistics/1085771/cell-and-gene-therapy-market-share-worldwide-by-therapeutic-class> (дата обращения: 11.02.2022).

 **Уровень развития технологии в России**

2.8. Технологии кибербезопасности

По мере ускорения цифровизации всех сфер жизни кибербезопасность становится одной из самых востребованных технологических областей. Развитие рынка цифровых технологий, появление новых видов устройств, внедрение сетей 5G и 6G и новых способов формирования, передачи, обработки и хранения данных требуют выработки новых техник и подходов в области кибербезопасности. Так, в разделе Cryptography & Security на ресурсе arxiv.org в 2010 г. были размещены 502 научные публикации, а в 2019 г. – уже 2200¹. В области исследований по кибербезопасности самые популярные темы – машинное обучение (в том числе глубокое), Интернет вещей, блокчейн и облачные вычисления.

В сфере кибербезопасности традиционно выделяют три области: защиту аппаратного обеспечения, защиту сетей и защиту программного обеспечения, в том числе данных на этапе их формирования, передачи, хранения и обработки. Оказание связанных с кибербезопасностью услуг выделяют в отдельный сегмент бизнеса (компании зачастую привлекают специалистов в области кибербезопасности на аутсорсинге), который растет очень динамично. Обучение персонала становится крайне актуальной задачей, поскольку недостаточно подготовленный сотрудник может стать слабым звеном в системе защиты.



Эффекты

- Предотвращение несанкционированного доступа, порчи и утечки данных, прямого ущерба и других последствий кибератак
- Повышение доверия бизнеса, общества и государства к новым технологическим решениям
- Внедрение продвинутых цифровых технологий в новые сферы экономики и госуправления



Барьеры

- Низкий уровень информированности о принципиально новых возможностях и свойствах систем кибербезопасности
- Нехватка специалистов. В мире насчитывается 3,5 млн вакансий в области кибербезопасности, а уровень безработицы в секторе уже несколько лет нулевой²
- Пристальное внимание к области кибербезопасности со стороны специальных служб и иных государственных органов, которое затрудняет обмен научными знаниями, привлечение капитала и сотрудников в данную сферу



Риски

- Несвоевременное реагирование на угрозы, которые сопутствуют новейшим разработкам

¹ Сбербанк (2019) Лаборатория кибербезопасности. Обзор динамики трендов в научных исследованиях в области кибербезопасности.

² Cybercrime Magazine (2020) Top 5 Cybersecurity Facts, Figures, Predictions, And Statistics For 2020 To 2021. <https://cybersecurityventures.com/top-5-cybersecurity-facts-figures-predictions-and-statistics-for-2019-to-2021> (дата обращения: 31.01.2022).



Мировой рынок

276 млрд долл.

достигнет мировой рынок кибербезопасности к 2025 г. (в 2019 г. – 159 млрд долл.)¹.



Российский рынок

В 98,6 млрд руб.

оценивался российский рынок кибербезопасности в 2021 г., что на 8% больше, чем в 2020 г.²



Уровень развития технологии в России

¹ CISION PR Newswire (2021) Global Cyber Security Market Report 2021-2025 - Rise in Cyber Security Regulations, Upsurge in Web Traffic, Surge in Tech Startups & Rising E-commerce Sales. URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-cyber-security-market-report-2021-2025---rise-in-cyber-security-regulations-upsurge-in-web-traffic-surge-in-tech-startups--rising-e-commerce-sales-301448827.html> (дата обращения: 31.01.2022).

² TAdviser (2022) Информационная безопасность (рынок России) URL: <https://www.tadviser.ru/> (дата обращения: 31.01.2022).

2.9. Технологии, дополняющие интеллект (augmented intelligence)

В данном исследовании, с учетом акцента на развитие человеческого потенциала, передовые вычислительные технологии, в том числе квантовые и искусственный интеллект (включая общий искусственный интеллект, AGI), понимаются как «усилители интеллекта», количественно и качественно увеличивающие когнитивные способности человека. Неизбежность появления дополняющих интеллект технологий была обоснована Д. Ликлайдером¹ и С. Лемом² еще более полувека назад. Однако только сейчас компьютерные технологии и методы машинного обучения позволяют говорить о том, что реализация этих предсказаний близка.

Квантовые компьютеры – единственная на сегодняшний день технология, которая в состоянии многократно увеличить скорость вычислительных процессов (по сравнению с классическими суперкомпьютерами). Такой скачок позволит решить вычислительные задачи, прежде считавшиеся нерешаемыми, а также откроет беспрецедентно широкие возможности для науки и бизнеса. Квантовое шифрование и коммуникации сделают процесс хранения и обмена данными практически неуязвимым для взломщиков³.

Создание общего искусственного интеллекта, способного, подобно человеку, решать задачи, мыслить, взаимодействовать и адаптироваться к изменяющимся условиям, следует

рассматривать как увеличение возможностей человека. По сути, у нас появится партнер, который поможет нам развивать новые направления деятельности, изучать и менять окружающий мир. Человек будет ставить задачи, а общий искусственный интеллект, воплощенный в машине, – «достигать цели в широком диапазоне сред с учетом ограничений», согласно определению Сбербанка⁴.

Разработка общего искусственного интеллекта представляет сложнейшую научно-техническую проблему, решение которой лежит в области пересечения различных сфер научного знания – естественно-научной, технической и социально-гуманитарной⁵. В настоящее время искусственный интеллект умеет имитировать когнитивные функции человека: уже существуют такие технологии, как компьютерное зрение, обработка искусственного языка, распознавание и синтез речи, рекомендательные системы. К 2023 г. ожидаются первые случаи практической реализации так называемого узкого общего ИИ (narrow AGI), который будет лучше человека справляться с ограниченным кругом задач, требующих когнитивной деятельности⁶. Наконец, к 2050 г. на планете может появиться общий искусственный интеллект, способный обучаться и действовать лучше специалиста в любой области и обладающий потенциалом самоосознания.

¹ National Academy of Sciences (1998) Joseph Carl Robnett Licklider. <http://www.nasonline.org/publications/biographical-memoirs/memoir-pdfs/licklider-j-c-r.pdf> (дата обращения: 31.01.2022).

² Лем С. (1968) Сумма технологии. <http://lib.ru/LEM/summa/summcont.htm> (дата обращения: 31.01.2022).

³ Сбербанк (2020) // Квантовые технологии. Отчет о семинаре. https://files.sberdisk.ru/s/7nExdAnezstgB4b?_ga=2.204060304.1659026998.1618523013-1070335869.1616230218 (дата обращения: 31.01.2022).

⁴ Сбербанк (2021) На подступах к сверхразуму. Сильный искусственный интеллект. <https://www.alpinabook.ru/catalog/book-691229> (дата обращения: 31.01.2022).

⁵ Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации». <http://kremlin.ru/acts/bank/44731> (дата обращения: 31.01.2022).

⁶ Medium (2019) From Narrow AI to AGI via Narrow AGI? <https://medium.com/@bengoertzel/from-narrow-ai-to-agi-via-narrow-agi-8d828d8c2aa2> (дата обращения: 31.01.2022).

Эффекты

- Полное прекращение участия человека в рутинных операциях
- Появление виртуальных акторов с возможностью автономных действий и эмоционально окрашенного общения
- Автоматизация сложных исследовательских проектов, например, в биохимии и фармацевтике

Барьеры

- Отсутствие общепринятого набора метрик, позволяющих оценивать эффективность квантовых устройств и решений
- Низкий уровень информированности целевой аудитории, прежде всего предпринимателей, о принципиально новых возможностях информационных систем на базе ИИ

Риски

- Компрометация популярных алгоритмов шифрования при использовании квантовых методов взлома
- Выход общего искусственного интеллекта из-под контроля человека

Мировой рынок

554,3 млрд долл.

достигнет глобальный рынок ИИ (в том числе программного обеспечения, аппаратного обеспечения и услуг) к 2024 г. при среднегодовом темпе роста 17,5% в 2021–2024 гг.¹

3,2 млрд долл.

составит к 2030 г. мировой рынок квантовых технологий, в том числе вычислений, датчиков и криптографии (CAGR – 17% в 2022–2030 гг.)²

Российский рынок

139 млн долл.

– объем рынка решений с применением ИИ в России в 2019 г., среднегодовые темпы роста инвестиций в технологии ИИ в период до 2023 г. составят более 30%³

753,6 млн долл.

(58,8 млрд руб.) – общий бюджет дорожной карты развития квантовых технологий в России до 2024 г.⁴

¹ IDC Corporate (2021) IDC Forecasts Improved Growth for Global AI Market in 2021. <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS47482321> (дата обращения: 31.01.2022).

² Yole Developpement (2020) Quantum technologies: a jump to a commercial state. http://www.yole.fr/Quantum_Technologies_Overview.aspx (дата обращения: 31.01.2022).

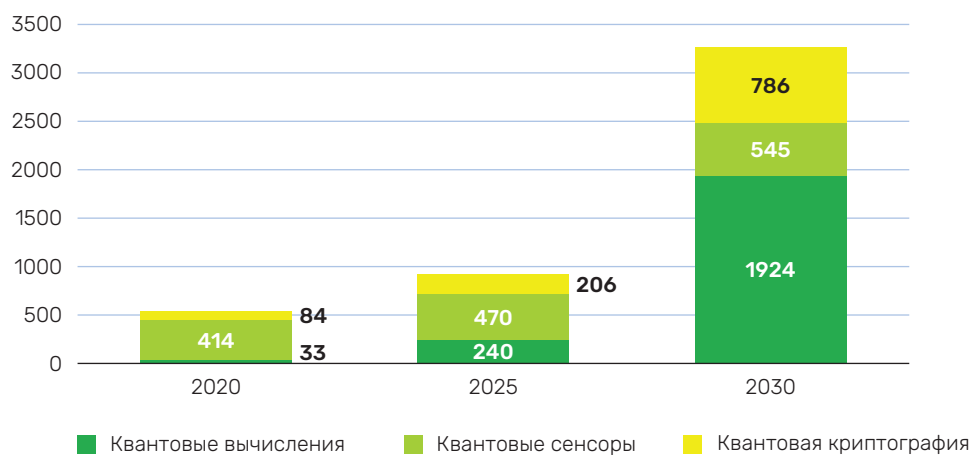
³ АБВУУ (2019) Рынок искусственного интеллекта в России. https://media.rbcdn.ru/media/reports/ABBYY_IDC_Research.pdf (дата обращения: 31.01.2022).

⁴ РБК (2021) Сколько денег страны мира тратят на квантовые технологии. <https://trends.rbc.ru/trends/industry/606ad5239a79474c50841023> (дата обращения: 31.01.2022).



Структурный анализ

Рис. 10. Объем рынка квантовых технологий
(миллионы долларов)



Источник: Yole Développement (2020) Quantum technologies: a jump to a commercial state. http://www.yole.fr/Quantum_Technologies_Overview.aspx (дата обращения: 11.02.2022).



Уровень развития технологии в России

2.10. Технологии «новой реальности» (AR/VR/MR)

Технологии «новой реальности» представляют собой совокупность технологий, обеспечивающих создание дополненной (augmented reality, AR), виртуальной (virtual reality, VR), смешанной (mixed reality, MR) и расширенной (extended reality, XR) реальности, а также комплекса технологий, усиливающих эффект присутствия в этих средах.

AR-технологии позволяют сочетать элементы реального мира с виртуальными объектами, генерируемыми компьютером; обеспечивают синхронность объектов при движении пользователя в реальном времени. VR-технологии моделируют несуществующий мир (полностью цифровой), который становится доступен восприятию органами чувств (глазами, ушами и др.) с помощью носимых устройств (например очков, шлемов, перчаток и разного рода костюмов). MR-технологии добавляют иммерсивный опыт, состыковывают реальности и дают пользователю массу новых возможностей (мгновенный доступ к информации из глобальной сети, новые способы взаимодействия с реальными объектами, добавление новых виртуальных элементов). Важную роль играют технологии обработки и передачи данных, обеспечивающие высокую вычислительную мощность компьютеров и сетей, быструю и надежную передачу данных через сети нового поколения.

Прорывной характер технологий «новой реальности» связан в первую очередь с такими глобальными трендами, как постоянное обновление знаний и активное долголетие. Так, интерфейсы дополненной и смешанной реальности могут стать основой для гаджетов будущего, которые придут на смену смартфонам. Это позволит сделать цифровой мир удобнее, в том числе для пожилых людей. Увеличение количества свободного времени за счет автоматизации труда увеличит спрос на развлекатель-

ные и образовательные услуги, которые можно будет получать с помощью технологий «новой реальности».

Технологии виртуальной реальности, получившие широкое распространение в играх, интенсивно проникают во многие другие сферы жизни (образование, ритейл, военное дело, опасные профессии и производства). Развиваются рынки аренды виртуальных пространств и примерочных. В игровой индустрии наметилась тенденция к развитию технологий дополненной реальности: игроки теперь взаимодействуют с цифровыми персонажами в реальных локациях (яркий пример последних лет – игра *Rocketman GO*, ставшая феноменом массовой культуры во многих странах). Эти технологии стали проникать и в здравоохранение: хирург может теперь детально разглядеть состояние внутренних органов пациента, создать контролируемые симуляции для наблюдения за больным.

В средне- и долгосрочной перспективе при появлении технологий «новой реальности», способных сформировать полноценный иммерсивный опыт и задействовать все органы чувств человека, будут созданы принципиально новые рынки и среды обитания, изменятся привычные человеку процессы. Виртуальное путешествие станет неотличимым от реального, а существующие туристические маршруты дополнятся новыми впечатлениями: человека будут сопровождать виртуальные гиды, а по дороге ему будут встречаться опасные или вымершие животные. Люди смогут под свое настроение адаптировать жилье, меняя цвета и форму окружающих объектов. Обучение станет наглядным, интересным и безопасным: путешествие внутрь органических клеток, к центру Земли, в Средние века и конструирование летательного аппарата с помощью VR превратятся в стандартные образовательные практики.



Эффекты

- Оптимизация расходов и минимизация рисков проектирования и производства
- Повышение качества жизни населения (особенно маломобильного и пожилого) и разнообразия досуга
- Изменение подходов к обучению и повышению квалификации (имитация опасных ситуаций, наглядность невидимых невооруженным глазом исследуемых элементов – генов, клеток, космических объектов)



Барьеры

- Высокая стоимость оборудования, необходимого для погружения в виртуальную реальность
- Нерешенные проблемы энергетической эффективности носимых устройств
- Возможные побочные эффекты на здоровье человека, связанные с расстройством вестибулярного аппарата, ухудшением зрения и т. п.
- Недостаточная для формирования эффекта полного присутствия в виртуальной реальности скорость и надежность передачи данных (редкая смена кадров и низкое разрешение, задержка сигнала и т. д.)
- Некомпактное, тяжелое и дорогое носимое оборудование (очки, шлемы и др.)



Риски

- Утрата конфиденциальности и доверия к технологиям (из-за искажения ими реальности)
- Сокращение контактов между людьми и социальная разобщенность (вследствие превалирования онлайн-каналов обмена информацией)

Мировой рынок

Рынок дополненной реальности

340 млрд долл.

может составить глобальный рынок дополненной реальности¹ к 2028 г. (в 2020 г. – 17,6 млрд долл.)²

43,8%

– среднегодовой темп роста глобального рынка дополненной реальности в 2020–2028 гг.³

Российский рынок

1,4 млрд руб.

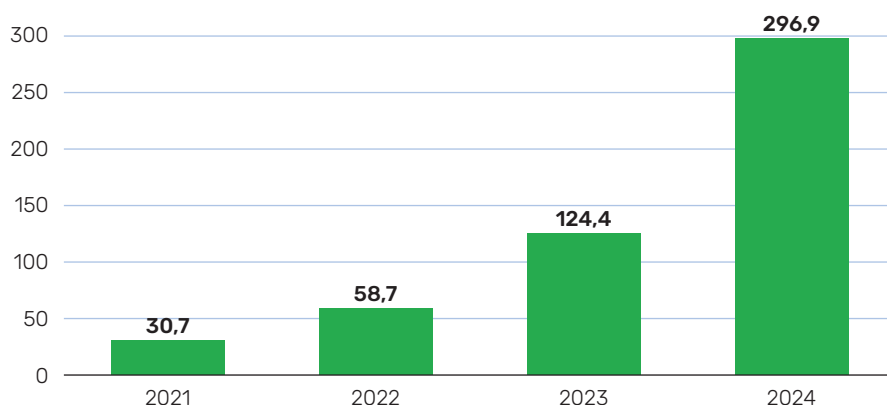
достиг в 2020 г. объем рынка дополненной и виртуальной реальности в России⁴, что на 16% больше, чем в 2019 г.

31%

– среднегодовой темп роста российского рынка дополненной и виртуальной реальности в ближайшие годы⁵

Структурный анализ

Рис. 11. Мировой рынок AR, VR и MR
(миллиарды долларов)



Источник: Statista (2021) Augmented reality (AR) and virtual reality (VR) market size worldwide from 2016 to 2024. <https://www.statista.com/statistics/591181/global-augmented-virtual-reality-market-size/> (дата обращения: 20.02.2022).

Уровень развития технологии в России

¹ Cision (2021) Augmented Reality Market Size Worth \$340.16 Billion By 2028 | CAGR: 43.8%: Grand View Research, Inc. <https://www.prnewswire.com/news-releases/augmented-reality-market-size-worth-340-16-billion-by-2028--cagr-43-8-grand-view-research-inc-301228121.html> (дата обращения: 31.01.2022).

² Grand View Research (2021) Augmented Reality Market Size, Share & Trends Analysis Report By Component, By Display (HMD & Smart Glass, HUD, Handheld Devices), By Application, By Region, And Segment Forecasts, 2021 – 2028. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/augmented-reality-market> (дата обращения: 31.01.2022).

³ Cision (2021) Augmented Reality Market Size Worth \$340.16 Billion By 2028 | CAGR: 43.8%: Grand View Research, Inc. <https://www.prnewswire.com/news-releases/augmented-reality-market-size-worth-340-16-billion-by-2028--cagr-43-8-grand-view-research-inc-301228121.html> (дата обращения: 31.01.2022).

⁴ 3D News (2021) Аналитика: российский рынок AR/VR находится в фазе зарождения. <https://3dnews.ru/1033161/analitika-rossiyskiy-rinok-arvr-nahoditsya-v-faze-zarogdeniya> (дата обращения: 31.01.2022).

⁵ ТАСС (2021) Эксперт: темп роста VR-рынка в России в ближайшие годы составит 31%. <https://tass.ru/ekonomika/10743657> (дата обращения: 31.01.2022).

2.11. Функциональное и персонализированное питание

Рост популярности функциональных продуктов питания и персонализированных диет обусловлен стремлением людей управлять не только своим весом, но и здоровьем в целом. Технологии функционального питания включают в себя диабетическое и спортивное питание, биологически активные добавки (БАД) к пище и полезные микроэлементы, пробиотики и пребиотики, витамины. Персонализированные диеты составляются на основе результатов анализа микробиома отдельного человека или его геномных данных (в том числе определяется индивидуальная непереносимость определенных продуктов).

Главным стимулом к развитию рынка персонализированных продуктов послужили разработки в области метаболического профилирования, которые помогают выявлять индивидуальную потребность людей в той или иной пище. Изменение режима питания, согласно ре-

зультатам исследования микробиома кишечника человека, способствует повышению иммунитета, улучшению самочувствия, ускорению терапии расстройств желудочно-кишечного тракта и хронических заболеваний. Таким образом, генетический анализ позволяет посредством корректировки рациона человека минимизировать риски заболеваний. Кроме того, выбор продуктов питания с учетом индивидуальных потребностей подходит людям, чья самоидентификация связана с палео-, кето-, веганскими и другими диетами. В будущем функциональное и персонализированное питание может стать частью единой цифровой велнес-экосистемы, которая будет агрегировать данные о человеке и на основе результатов анализа ДНК и показателей с носимых устройств предлагать индивидуальную корректировку питания для предотвращения заболеваний.



Эффекты

- Улучшение здоровья и качества жизни человека, снижение риска развития патологий
- Совершенствование физических и когнитивных возможностей человека благодаря восполнению недостатка микро- и макронутриентов
- Снижение нагрузки на систему здравоохранения за счет профилактики болезней, связанных с нездоровым питанием
- Усиление контроля массы тела и снижение риска ожирения



Барьеры

- Высокая стоимость составления индивидуальных программ питания и подбора пищевых нутриентов при участии высококвалифицированных врачей
- Ужесточение государственного регулирования безопасности продуктов питания, повышение барьеров входа на рынок, введение специальных стандартов и сертификатов качества



Риски

- Возможность развития нервной орторексии (расстройства пищевого поведения) у отдельных индивидов вследствие чрезмерного стремления к здоровому питанию
- Высокие риски составления неправильных диет и подбора пищевых нутриентов на основании недостоверной информации из интернета, советов блогеров и т. п.

Мировой рынок

275 млрд долл.

составит в 2025 г. мировой рынок функционального питания¹ при среднегодовом темпе роста (CAGR) 8% в 2020–2025 гг.

17 млрд долл.

достигнет к 2027 г. объем глобального рынка персонализированного питания (в 2019 г. – 4 млрд долл.)²

14%

– среднегодовой темп роста (CAGR) глобального рынка технологий редактирования генома в 2020–2027 гг.

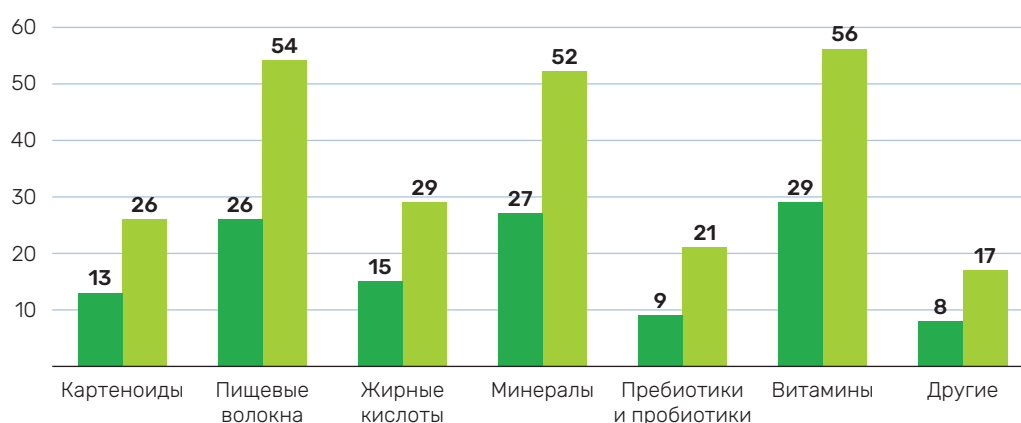
Российский рынок

1,5%

объема мирового рынка может достичь к 2035 г. российский рынок персонализированных продуктов питания³

Структурный анализ

Рис. 12. Глобальный объем продаж функциональных продуктов питания по типам продуктов (миллионы долларов)



Источник: Statista (2016) Sales of functional foods worldwide in 2015 and 2024, by product type. <https://www.statista.com/statistics/253124/global-functional-food-sales-by-product-type> (дата обращения: 11.02.2022).

Уровень развития технологии в России

¹ Grand View Research (2019) Functional Foods Market Worth \$275.7 Billion By 2025 | CAGR: 7.9%. <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-functional-foods-market> (дата обращения: 31.01.2022).

² Business Wire (2020) \$16.6 Billion Personalized Nutrition Market – Global Size, Share & Analysis by Type, Application, Channel Forecasts to 2027. <https://www.businesswire.com/news/home/20201214005337/en/16.6-Billion-Personalized-Nutrition-Market---Global-Size-Share-Analysis-by-Type-Application-Channel-Forecasts-to-2027---ResearchAndMarkets.com> (дата обращения: 31.01.2022).

³ Национальные проекты РФ (2022). <https://futurerussia.gov.ru/nacionalnye-proekty/743257> (дата обращения: 31.01.2022).

Возможности и вызовы для России

Стабилизация численности населения при увеличении среднего возраста

По динамике рождаемости и культуре планирования семьи Россия близка к Европе, США и Японии, но низкая продолжительность жизни и высокая смертность ставят ее в один ряд с развивающимися странами.¹ Падение рождаемости ниже уровня воспроизводства населения, характерное для стран Запада, не компенсируется в России увеличением продолжительности жизни и повышением уровня здравоохранения. Даже при благоприятной динамике рождаемости в ближайшие десятилетия, по прогнозам ООН, во второй половине века ее рост будет затухать и к 2100 г. станет почти нулевым, как и в странах Европы. Это значит, что рассчитывать на подъем рождаемости как механизм предотвращения депопуляции в современных условиях не приходится.

Рост потребности в продлении активного долголетия, кастомизация питания

Описанные выше демографические тенденции делают критически важной задачей продление экономически активного периода жизни людей старшего возраста. Это потребует увеличения ожидаемой продолжительности здоровой жизни, которая зависит не только от уровня дохода и гарантии занятости, но и от социальной реализации человека, качества окружающей среды. К факторам, негативно влияющим на продолжительность здоровой жизни населения, относятся затянувшийся период восстановления экономики после кризиса 1990-х гг., сохранение поведенческих факторов риска (алкоголизация, курение, низкая физическая активность), недоступность средств первичной профилактики ряда широко распространенных заболеваний и др.

К возникающим вызовам можно отнести увеличение налоговой нагрузки на работающее население, снижение стандартов социальных услуг и качества жизни, «утечку умов» в страны с более благоприятными условиями жизни и профессиональной деятельности, нехватку квалифицированной рабочей силы.

В этой связи необходимо уделять особое внимание цифровой трансформации здравоохранения, повышению цифровой грамотности населения, распространению практик «здорового старения», позволяющих увеличить трудовой и творческий вклад старших поколений в экономическое развитие («серебряная экономика»). Для технологического прогресса первостепенное значение приобретают науки о жизни; технологии восполнения функций организма, включая биопринтинг, ассистивные технологии и нейротехнологии, носимую электронику и биомониторинг; технологии искусственного интеллекта, в том числе дополняющие естественный интеллект; системы массового переобучения; технологии «новой реальности», функционального и персонализированного питания.

Сжатие инновационных циклов как фактор роста потребности в обновлении знаний

Усиление глобальной конкуренции и рост потребительских требований приводят к повышению интенсивности инновационной деятельности, сокращению жизненных циклов продукции, трансформации моделей разработки, внедрения и распространения инноваций во всех секторах мировой экономики. Несмотря на наличие масштабных межстрановых и межрегиональных сетей взаимодействия, развитие собственных инновационных разработок,

¹ Вишневский А.Г. (2015) Время демографических перемен. М.: Издательский дом Высшей школы экономики.

не зависящих от изменения внешней экономической или политической конъюнктуры, приобретает все большую важность, поскольку является залогом экономического роста страны, повышения ее конкурентоспособности на мировых рынках. Интенсивное внедрение новых технологических решений обуславливает структурную трансформацию рынка труда, изменение содержания понятий «профессия» и «рабочее место», постоянное обновление спроса на новые компетенции. В связи с этим получила распространение концепция обучения в течение жизни, появляются новые форматы обучения (онлайн- и гибридное обучение, микрообучение, мультимедийное обучение и др.) и интерактивные образовательные продукты на основе ИИ, технологий дополненной и виртуальной реальности.

Основными вызовами становятся неравномерность доступа к образовательным продуктам, монополизация рынка образовательных платформ, невостребованность больших масс работников технологически передовыми сегментами экономики, усиление социального расслоения и напряженности, отсутствие доверия к новым форматам обучения и неготовность пользователей и поставщиков контента переключаться на них.

С учетом важности переподготовки кадров для экономического роста и снижения нагрузки на системы социальной защиты ключевые возможности связаны с усилением сотрудничества государства и работодателей, широким распространением программ переподготовки и повышения квалификации, наращиванием инвестиций в человеческий капитал и благополучие сотрудников, развитием образовательных экосистем и др. Наиболее сильное влияние будет оказывать развитие технологий массового переобучения, «новой реальности» (AR, VR, MR), кибербезопасности, технологий на основе ИИ, дополняющих естественный интеллект.

Рост значимости кибербезопасности по мере цифровизации всех сфер деятельности человека

Обострение вопросов безопасности в цифровой среде представляет долгосрочный тренд.

В рейтинге стран по уровню кибербезопасности (Global Cybersecurity Index) Международного союза электросвязи Россия занимает пятое место, а по таким параметрам, как качество законодательной базы, образование и информационные кампании, потенциал сферы кибербезопасности и развитие партнерских связей, имеет максимальные баллы. Решения российских компаний в сфере кибербезопасности и защищенного электронного документооборота и отечественные платформы для оказания социальных услуг могут конкурировать на мировом рынке с западными и азиатскими. Для нашей страны, так же как и для мира в целом, характерен дефицит специалистов в сфере информационной безопасности. Подавляющее большинство (80%) компаний находятся на ранней стадии цифровой трансформации, а значит, спрос на кадры в этой сфере будет усиливаться.

К ключевым вызовам в области защиты данных можно отнести несвоевременное реагирование на угрозы, сопутствующие внедрению новых разработок; кибероперации против российских информационных систем, в том числе кибершпионаж; уязвимость информационных систем для негативного внешнего воздействия вследствие сохранения высокой доли иностранного ПО и технологий; нехватку ИТ-специалистов и «утечку умов».

Наиболее значимые возможности развития кибербезопасности связаны с повышением доверия бизнеса, общества и государства к новым технологическим решениям; внедрением продвинутых цифровых технологий в новые сферы экономики и государственного управления; принятием прогрессивного законодательства в части охраны персональных данных; созданием новых рабочих мест в сферах, обеспечивающих совершенствование национальной технологической базы. Рост многих технологических рынков, например ассистивных технологий, автономных транспортных средств, нейротехнологий, носимой электроники, редактирования генома, augmented intelligence, технологий массового переобучения, «новой реальности», напрямую зависит от уровня систем защиты цифровых данных.

Размывание границ между персональными и неперсональными данными

Элементы виртуальной среды все активнее проникают в физическую среду. В свою очередь, в цифровом пространстве возникают собственные миры, метавселенные с социальным взаимодействием и экономическими процессами, аналогичными реальным. Происходит размывание границ между персональными и неперсональными данными. Взаимодействие в цифровой среде происходит с помощью виртуальных помощников. Пользователи «примегают» цифровые образы, а существующие только в виртуальном мире персонажи становятся полноправными участниками общения. Российский рынок технологий дополненной и виртуальной реальности находится на этапе становления: большая часть его сегментов представлены сейчас лишь отдельными проектами.

Взаимодействие в сети связано с определенными угрозами – от кибербуллинга до целевого фишинга, дипфейков, кампаний по раскрытию персональных данных и компрометации

информации. Кроме того, оно ведет к сокращению контактов между людьми, социальной разобщенности (вследствие превалирования онлайн-каналов обмена информацией) и утрате доверия к технологиям из-за искажения ими реальности.

Среди основных возможностей, которые дает стирание границ между персональными и неперсональными данными, можно выделить оптимизацию расходов и минимизацию рисков проектирования и производства в промышленности; облегчение прогнозирования и снижение вероятности медицинского вмешательства благодаря внедрению цифровых двойников и виртуальных моделей в сферу здравоохранения; повышение качества жизни населения (особенно маломобильного и пожилого) и разнообразия досуга; изменение подходов к обучению и повышению квалификации (имитация опасных ситуаций, наглядность невидимых невооруженным глазом исследуемых элементов – генов, клеток, космических объектов, различных излучений, веществ и электромагнитных полей).

Заключение

Ведущую роль в разработке новых технологических направлений в России играют крупные корпорации. Отчасти это связано с их заинтересованностью в использовании современных цифровых технологий в своем бизнесе, отчасти – со сложившейся традицией привлечения компаний с государственным участием к развитию прорывных направлений. Так, Сбербанк отвечает за искусственный интеллект, «Росатом» занимается квантовыми вычислениями, РЖД развивает квантовые коммуникации, «Ростех» (совместно с «Ростелекомом») – 5G, IoT и технологии распределенных реестров.

Технологические прорывы влияют на стратегии и планы больших корпораций. Данное

обстоятельство побуждает к поиску новых способов организации работ фундаментального и прикладного характера в формате трансформационных исследований и других перспективных форматах. Инициирование дискуссии о соответствующих подходах в исследовательском и корпоративном сообществах представляет актуальную институциональную задачу.

НИУ ВШЭ и Сбербанк намерены и в дальнейшем развивать практику совместного анализа перспективных направлений технологического развития, особенно в части исследования метрик влияния прорывных технологий на бизнес крупнейших корпораций.

Прорывные инновации: человек 2.0

Редактор Л. Д. Эйделькинд

Арт-директор О. В. Васильев

Дизайн И. В. Цыганков

Компьютерный макет Т. Ю. Кольцова

Подписано в печать 15.03.2022. Формат 60×90 1/8. Бумага мелованная.

Печ. л. 7. Уч-изд. л. 7.1. Тираж 100 экз.

Заказ № 20277.

Национальный исследовательский университет

«Высшая школа экономики»

101000, Москва, Мясницкая ул., 20

Отпечатано в ООО «Типография ИРМ-1»

140000, Московская область, г. Люберцы, Инициативная ул., 38

Тел.: +7 (495) 740-00-77