

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Д.Р. Белоусов, А.Ю. Апокин, Е.А. Пенухина,
Е.М. Сабельникова, И.Э. Фролов**

**РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ:
ВОЗМОЖНОСТИ И РИСКИ
ДЛЯ ОБЩЕСТВА**

Монография

Москва 2015

УДК 001.1
ББК 72
Р85

Рецензенты:

Колганов Андрей Иванович, д.э.н., экономический факультет МГУ

Авторский коллектив:

Д.Р. Белоусов, к.э.н. (руководитель проекта, Общие положения, раздел 4); А.Ю. Апокин, к.э.н. (раздел 1); Е.А. Пенухина (раздел 2); Е.М. Сабельникова (раздел 3); И.Э. Фролов (раздел 4, Приложение)

Развитие науки и технологий: возможности и риски для общества: монография / Д.Р. Белоусов, А.Ю. Апокин, Е.А. Пенухина Е.М. Сабельникова, И.Э. Фролов. – М.: МГИУ, 2015. – 156 с.

ISBN 978-5-2760-2381-6

Монография посвящена социальным эффектам – возможностям и рискам – связанными с развитием современных технологий, прежде всего – информационно-коммуникационных, медико-биологических и образовательных, на перспективу до середины 2030-х годов. Дана характеристика возможных важнейших черт и ожидаемых социальных противоречий «общества шестого технологического уклада». Отмечено, что существенными факторами рисков способны стать: новое социальное неравенство, связанное с доступом к биомедицинским технологиям (управление способностями, в том числе на генетическом уровне; радикальное продление жизни) и существенное усиление власти инфраструктурных корпораций в противовес ослаблению национальных государств и сообществ.

Книга может быть интересна ученым, аналитикам и широкому кругу читателей, интересующихся проблемами долгосрочного научно-технологического и социального развития.

Монография подготовлена при поддержке Минобрнауки России на основе материалов по проекту "Сценарный анализ влияния научно-технологического развития России на макроэкономическую ситуацию в долгосрочной перспективе" (Соглашение о субсидии № 02.603.21.0003, уникальный идентификатор НИР RFMEFI60314X0003) и в рамках программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2015 г. (ТЗ-12).

**УДК 001.1
ББК 72**

ISBN 978-5-2760-2381-6

© МГИУ, 2015
© Д.Р. Белоусов, А.Ю. Апокин,
Е.А. Пенухина, Е.М. Сабельникова,
И.Э. Фролов, 2015

Содержание

Общие положения	5
1. Долгосрочные тренды развития общества и технологические факторы ...	7
1.1. Информационные технологии – информатизация глобального сообщества	7
1.1.1. Глубокое проникновение информационных технологий и связанные с ним тренды	8
1.1.2. Рост сетевых связей.....	18
1.1.3. Преобладание сетевых рынков	22
1.1.4. Исчезновение наличных денег.....	26
1.2. Появление и распространение новых производственных технологий.....	27
1.3. Рост продолжительности жизни и изменение возрастной структуры населения.....	29
1.4. Новое качество жизни в развивающихся экономиках (массовое цифровое равенство в образовании и развлечениях).....	31
1.5. Ключевые противоречия влияния факторов и формирование новых долгосрочных трендов в развитии общества.....	34
1.5.1. Ключевые противоречия влияния факторов и формирование новых трендов	34
1.5.2. Основные технологически обусловленные тренды на долгосрочную перспективу.....	39
2. Развитие высокотехнологичной медицины	48
2.1. Индивидуальное полногеномное секвенирование.....	48
2.2. Генная терапия.....	52
2.3. Медицина стволовых клеток.....	57
2.4. Наномедицина.....	60
2.5. Нейропротезирование и нейроинтерфейсы	63
2.6. Нейрофармакология	67
2.7. Дистанционная медицина (телемедицина)	69
3. Модернизация образования.....	81
3.1. Основные противоречия в развитии системы образования.....	81
3.2. Технологические факторы: возможности и риски.....	89
3.2.1. Технологии работы с Big Data в образовании.....	89
3.2.2. Технологии виртуальной и дополненной реальности	93
3.2.3. Облачные технологии	95
3.2.4. Мобильные технологии	96
3.2.5. Социальные медиа.....	98
3.2.6. Искусственный интеллект	100
3.3. Образовательные форматы.....	102
3.3.1. Электронные образовательные ресурсы нового поколения	102

3.3.2. Одноранговые сети в образовании	106
3.3.3. Игра и симуляции как полноценный образовательный ресурс	107
3.3.4. Конвергентное образование	109
4. Формируется ли новый уклад?	
К новым форматам бизнеса, государства и общества	118
4.1. Уточнение понятия «технологического уклада»	118
4.2. Особенности шестого уклада	121
4.3. О социальных аспектах развития шестого технологического уклада	123
4.4. Основные характеристики шестого уклада и перспективы его трансформации	134
4.5. «Большие вопросы»: к выработке повестки дня-2035+ (тезисы)...	141
Основные выводы	143
Приложение. Кризис мировой экономики и перспективы нового технологического уклада	145
Список литературы	149

Общие положения

Традиционно анализ социальных аспектов научно-технологического развития являлся важной, но все-таки «побочной» частью анализа научно-технологического развития, логически замыкая исследование, после анализа вопросов, связанных с развитием собственно экономики (экономического роста, формирования новых отраслей и производств и т.д.).

До недавнего времени подобный подход был вполне оправдан: трансформация социальной сферы, действительно, чаще выступала как косвенный «наведённый эффект» от развития экономики, чем как непосредственный результат научно-технологического развития¹.

Особенностью нынешней волны научно-технологического развития является именно направленность на человека и, соответственно, вероятный сильный социальный эффект.

Действительно, впервые за многие годы в фокусе технологического развития оказываются здравоохранение, образование и трудно формализуемая сфера на стыке образования и культуры, к которой имеют отношение когнитивные технологии (правда, следует отметить, что и косвенное воздействие на социальную сферу целого ряда технологий окажется достаточно сильным – таков, в первую очередь, «интернет вещей»).

Причем ряд технологий, обеспечивающих биологическое закрепление социального неравенства – нейропротезирование, фетальная генная инженерия, нейрофармакология и другие – потенциально способны привести к глубочайшей трансформации обществ, проблематизируя саму возможность фундаментального равенства людей. Отметим также, что впервые за длительный исторический период зависимость человека от качества работы инфраструктур различного характера, прежде всего – информационных, становится поистине критической для отдельных категорий населения (тяжелобольные, привязанные к имплантированным ИКТ-устройствам).

¹ Контрпримеры, разумеется – возникновение радио и всепроникающих СМИ, вызвавшее масштабные сдвиги в структуре западных обществ и, конечно, компьютерная революция. Однако само их появление не было изначально связано именно с социальной сферой.

Резкий скачок использования (персонализированных) высоких технологий в образовании и медицине связан с происходящей прямо на наших глазах глубокой трансформацией этих сфер, ранее достаточно консервативных.

Развитие страховых принципов в медицине уже фактически превратило её из сферы социальных услуг в отрасль бизнеса, что (порождая, разумеется, огромное количество социальных проблем), ведёт к её стремительной технологической модернизации.

Аналогичный процесс в настоящее время происходит и в образовании. Его двигателем, по всей видимости, выступает распространение образования в течение всей жизни и программ постоянной переквалификации персонала, что делает значительный блок образования частью сервисной экономики, обеспечивающей соответствие персонала постоянно изменяющимся требованиям бизнес-процесса.

1. ДОЛГОСРОЧНЫЕ ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Влияние отдельных процессов технологического развития на общество долгое время было предметом государственного регулирования [1], однако основным предметом технологического анализа (Technology Assessment) оставались экологические и эпидемиологические риски развития новых технологий для общества. Вместе с тем, для современного технологического развития гораздо больший интерес представляет анализ комплексного влияния научно-технологического развития на общество и роль науки как таковой [2].

Скорость социальных изменений в последние века значительно отстает от скорости технологического развития. Последнее, в свою очередь, кардинально меняет относительные преимущества тех или стратегий общественного поведения и, как следствие, баланс политических сил и устойчивую структуру общества.

В данном разделе будут рассмотрены ключевые детерминанты социального развития, прямо или косвенно связанные с технологическим развитием. Основные технологические факторы, возможности и риски, которые они предоставляют, приведены в конце раздела 1.

Факторы развития общества, прямо связанные с распространением технологического развития.

Мы выделяем три основных направления прямого влияния распространения новых технологий на общество: информационные технологии, проникновение новых производственных технологий и новых биомедицинских технологий.

1.1. Информационные технологии – информатизация глобального сообщества

Наиболее глубоким и четко выраженным трендом трансформации общества на прогнозном горизонте останется распространение информационных технологий. Можно выделить следующие тренды в рамках этой тенденции:

- глубокое проникновение информационных технологий;

- рост сетевых связей;
- преобладание сетевых рынков;
- исчезновение наличных денег.

1.1.1. Глубокое проникновение информационных технологий и связанные с ним тренды

Процесс проникновения информационных технологий во все сферы жизни, наблюдаемый в настоящее время, далек от завершения как пространственно, так и функционально.

Доля пользователей интернета в США и Японии превышает 85% населения, тогда как в Китае и Индии она составляет 45% и 15% соответственно. В настоящее время распространение интернета находится на вертикальном участке S-кривой: в 2010–2015 гг. доступ в интернет получили около 15% населения Земли, в том числе 10% населения Китая, 8% – Индии и, что удивительно – 12% и 8% США и Японии соответственно. Однако доступ к широкополосному интернету даже в странах ОЭСР не превышает 27%, в том числе 28% в США и Японии. В странах со средним и низким доходом этот показатель не превышает 5,5%, и его рост гораздо скромнее, чем для доступа к интернету в целом. Таким образом, этот процесс находится в самом начале своего развития.

Проникновение информационных технологий запустило развитие ряда трендов, признаки которых уже заметны в настоящем. Основным крупным новым трендом будущего на прогнозном горизонте представляется *снижение транзакционных издержек в сфере услуг*. Если в сфере развлечений, торговле, транспорте и финансовых услугах этот процесс уже полноценно разворачивается около 20 лет в развитых и 5 лет в развивающихся странах, то на транспорте и в сфере социальных услуг – здравоохранении, образовании и государственном управлении – он только начался в развитых и практически не затронул развивающиеся страны.

Снижение транспортных издержек и беспилотный транспорт: следствия для общества.

Управление транспортными сетями в настоящее время очень слабо затронуто проникновением информационных технологий. В первую очередь это относится к автомобильному транспорту.

Автопилот для грузового транспорта в случае координации движения уже сегодня позволяет снизить топливные издержки не менее чем на 10%. Венская конвенция разрешает использование автопилотов при наличии водителя. Автопилоты с водителем уже разрешены для использования на дорогах за чертой города в США (Невада, Калифорния, Флорида) и Великобритании, в Германии, Японии и Швеции продолжаются испытания. Автопилоты применяются для управления дальними грузовыми автоперевозками и пока что требуют присутствия водителя, однако, по оценкам Renault-Nissan и Tesla Motors, полноценный беспилотный городской автомобиль может быть выпущен уже в 2020 г. В настоящее время в городской черте тестируются низкоскоростные виды беспилотного пассажирского транспорта (LUTZ Pathfinder, ParkShuttle, Navia).

Координация транспортно-логистических потоков с использованием сетевой информации осуществляется на уровне компаний, а не на уровне инфраструктуры в целом. Элементы этой стратегии осуществляют, с одной стороны, платформы координации пассажиров и водителей (такие, как Uber), а с другой – автопилоты и роботизированные транспортные средства (беспилотные автомобили Google), а также компании «новой инфраструктуры ритейла» (Amazon, Wal-Mart). Вместе с тем, *гораздо большее снижение транспортных издержек с учетом нагрузки на инфраструктуру* возможно при сочетании автоматизированного управления транспортными средствами и управлением приоритетами движения на уровне инфраструктуры.

Можно выделить два основных следствия перехода к внешнему автоматизированному управлению беспилотными автомобилями.

Первое – уход от действующей концепции расселения, во многом продиктованной реакцией на транспортные проблемы, в частности, дальнейшее изменение пропорции расселения между городом и пригородом, что дополнительно стимулирует развитие городских агломераций.

Второе – исчезновение автомобиля как символа благосостояния: переход частного транспорта в категорию квазиобщественного («собственный вагон») в сочетании с развитием кон-

цепции «товара как лицензии» существенно снижает статусные функции, связанные с автомобилем.

Снижение издержек в сфере услуг

В сфере социальных услуг проникновение информационных технологий наиболее затронуло образование (см. раздел 3), в меньшей степени – здравоохранение (см. раздел 2) и государственное управление. Представляется, что в ближайшие десятилетия именно эти сферы будут наиболее быстро трансформироваться под влиянием снизившихся транзакционных издержек, поскольку обладают большим потенциалом масштабирования и децентрализации (особенно государственное управление).

Более отдаленная перспектива связана с резким расширением рынков «торгуемых товаров». По мере роста возможностей роботизации и информационных технологий большая часть традиционной сферы частных услуг (розничная торговля, транспорт, финансовые услуги, развлечения, бытовые услуги) перейдут из разряда локальных в разряд глобализированных рынков и, частично, смогут оказываться удаленно. За пределами горизонта коммодитизируются и рынки социальных благ (образование, здравоохранение, частично – государственное управление). Образование в значительной степени стало торгуемой услугой уже сегодня, а развитие телемедицины на прогнозном горизонте приведет к этому же состоянию и здравоохранение.

Рост рисков кибербезопасности

Значительные возможности, которые предоставляет информатизация и глубокое распространение технологий, сопровождаются ростом рисков кибербезопасности. Перенос многих процессов управления и коммуникации в сеть переводит целые группы рисков в этот раздел. Основными трендами роста рисков кибербезопасности представляются следующие:

Киберпреступность:

В настоящее время происходит трансформация отдельных форм традиционной преступности в онлайн-преступность, в первую очередь, в результате перехода в онлайн ритейла и финансовых услуг. В частности, ущерб от киберпреступности в США за 2005–2014 гг. вырос более чем в 4 раза (с 183 до 800 млрд. долл.) на фоне падения ущерба от традиционных краж и грабежа более чем на 30%.

Параллельно наблюдается анонимизация преступности и упрощение транзакций на «черных рынках», связанных с преступными действиями. Развитие публичных черных рынков, несмотря на борьбу с государством (The Silk Road, Black Market Reloaded, AlphaBay Market), находится на самой ранней стадии развития – продажи в 2013 г. составили не более 100 млн. долл. При этом на крупнейших площадках были зарегистрированы сотни тысяч пользователей со средним чеком около 5000 долл. в год., при кратных темпах роста рынка. В случае кризиса системы авторских прав возможно кратное расширение этих рынков за счет продажи нелегальных высокотехнологичных товаров и услуг, в первую очередь, медицинских.

Кибербезопасность:

Основным риском собственно кибербезопасности представляются риски автономного срабатывания и перехвата контроля управляющих систем. Многие управляющие системы сегодня обладают широкой автономией принятия решений. К таким, в частности, относятся системы, связанные с оружием массового уничтожения. В перспективе автономия таких систем расширится, как и число факторов для оптимальной подстройки к меняющимся условиям. В настоящее время технологический фактор уже присутствует в системах «гарантированного возмездия» (например, таких, как российская экспертная система управления РВСН «Периметр» (Dead hand)). Хотя конструкция сверхсложных экспертных систем направлена на минимизацию случайного срабатывания, при усложнении алгоритмов и, особенно, введения самообучаемых элементов, риск случайного срабатывания присутствует.

В то же время и в обычных вооружениях риски автономного срабатывания высоки за счет быстрого распространения беспилотных боевых единиц (дронов). В настоящее время экспертная система дрона уже самостоятельно осуществляет поиск цели, однако решения о действии дрона (атаке, управляемом маневре) принимает оператор². В случае широкого распространения дронов для военных и полицейских целей предполагается, что опе-

² В частности, именно так устроена работа полицейских дронов в отдельных графствах США.

ратор будет осуществлять лишь общее руководство, а действия сможет осуществлять экспертная система с элементами обучения. Существует риск отклонения такой системы от изначально поставленных задач в ходе работы модулей обучения.

При росте проникновения «интернета вещей»³кратно вырастут и риски перехвата дистанционного контроля над управлением объектов жизнеобеспечения, инфраструктуры и потенциально опасных промышленных объектов. Подобные диверсии, такие, как вирус Stuxnet, сегодня доступны только для спецслужб, однако в перспективе взаимодействия через общедоступные каналы связи их осуществление станет проще и затронет многие промышленные и инфраструктурные объекты, а в более дальней перспективе – автоматизированные системы управления транспортом.

Рост уязвимости общества к «информационным войнам» и трансформация структуры медиaprостранства

В условиях мгновенного доступа к информации появились новые возможности влияния на общественное мнение (реклама, PR, пропаганда) путем управляемого распространения идей в интересах определенных групп.

Информационно избыточное пространство предлагает большое количество оценок и нарративов, часто образующих конфликтующие картины реальности. При этом «вертикализация» информационных потоков и широкие возможности дробления нарратива (см. далее) существенно увеличивают атомизацию общества (инкапсуляцию внутри информационных социальных групп) и, следовательно, его уязвимость к информационным войнам. Основа современного потребления информации – цифровые социальные медиа⁴, где эта проблема представляется достаточно острой.

Основой устойчивости общественного мнения к манипуляциям остается способность самостоятельно анализировать и рефлексировать (критически обсуждать) легкодоступную, но разнородную и, как правило, противоречивую информацию по це-

³ По прогнозу Gartner, объем рынка «интернета вещей» должен превысить 2 трлн. долл. уже к 2020 г.

⁴ По оценке Global Web Index, в 2013 г. цифровые медиа занимали 57% времени потребления медиа (5,6 из 10,7 часов в день), около половины этого – в социальных медиа.

лому ряду вопросов, в первую очередь, общественно-политических. Для создания «объективной картины мира» пользователь должен уметь не столько искать, сколько правильно отфильтровывать поступающую информацию – навык, который называется медийной и информационной грамотностью⁵. Он не тождественен цифровой грамотности – умение управлять контентом само по себе не подразумевает способности его критически анализировать.

Вместе с тем, навыки медийной и информационной грамотности сегодня распространены слабо: по данным обследований в США, до половины респондентов даже не обладают навыком функциональной грамотности в нестандартных ситуациях⁶.

Вывод о временной динамике медийной и информационной грамотности сделать сложно: способности школьников и студентов к пользованию новыми сложными знаниями не проверяются на международном уровне и часто не входят в образовательную программу, в отличие от стандартных тестов вроде PISA. В то же время очевидно, что, по мере роста доступности информации, будет повышаться и порог необходимой информационной грамотности, поэтому без изменения фокуса образования (см. раздел 3) вряд ли стоит ожидать её роста. С другой стороны, переход от развернутых к сокращенным формам общения⁷

⁵ Согласно определению ЮНЕСКО, «информационная грамотность подчеркивает важность доступа к информации, ее оценки и этичного использования, а медийная грамотность делает акцент на способности понимать функции медиа, оценивать качество выполнения этих функций и вступать в рациональное взаимодействие с медиа в интересах самовыражения» [3].

⁶ В частности, около 50% жителей США функционально неграмотны в области здравоохранения: не могут самостоятельно понять, как корректно применить лекарство, прочитав информационный буклет. Их распределение равномерно по расе, полу, первому языку, умственным способностям (измеряемым как индекс IQ), и слегка снижается для пожилых [4]. При этом эффект информационной перегрузки заставляет пациентов почти сразу забывать от 40 до 80% медицинской информации, полученной устно от специалиста.

⁷ В частности, сообщения на Facebook в среднем не превышают 1000 знаков. Однако, по оценкам Pew Research Center, в 2012–2014 гг. в США использование Facebook сильно замедлилось (рост с 67% до 71% онлайн-аудитории), тогда как использование сервиса изображений Instagram удвоилось с 13 до 26% аудитории, а сервиса сообщений до 140 знаков Twitter – увеличилось с 16 до 23% аудитории. Растущих сопоставимым объемом сервисов с более длинным форматом сообщений и потенциальным охватом как у Facebook на рынке также не наблюдается.

(короткие сообщения, комиксы и картинки, «мемы») стимулирует переход от рациональной к эмоциональной насыщенности, что также не способствует формированию навыков медийной и информационной грамотности.

В последнее десятилетие происходит существенная трансформация медиа- и информационного пространства, которое получило название «Web 2.0». Вероятно, пространство, соответствующее «Web 3.0», будет сформировано в конфликте горизонтальной и вертикальной конфигураций общества.

Горизонтальная и вертикальная модели информационного пространства: «мир фильтров» или «мир поиска»?

Вертикальный «мир фильтров»: левиафан и человек

Трансформация современного информационного пространства по вертикальной модели «мира фильтров» или модели «социальной сети»⁸ описывается следующими особенностями:

– как правило, приватная информация пользователей доступна социальной сети. При этом значительная часть приватной информации о пользователе может быть получена из его сетевой активности;

– поисковые запросы не позволяют находить информацию на значительной части пространства контента социальных сетей;

– пользователи социальных сетей видят контент, который прошел значительно большее количество фильтров, чем вне сетей «через поисковик»;

– склонность к подтверждению своей точки зрения (confirmation bias) приводит к устранению пользователем из своего информационного пространства информации, которая контрастирует или противоречит его оценке ситуации;

– социальная сеть накладывает свои фильтры информационного пространства в сочетании с введенными пользователем;

– современные социальные сети управляются крупными публичными компаниями, которые являются потенциальными субъектами всех форм национального и глобального воздействия, включая регулирование.

Такая конфигурация информационного пространства создает несколько рисков.

⁸ Роль социальной сети как основного фильтра выделяет, в частности, Pew Research Center [5]

Во-первых, риск мелкого дробления «общественного информационного пространства» за счет инкапсуляции групповых информационных пространств⁹. Существующие в обществе десятки слабо связанных друг с другом дискурсов и субкультур получают еще более специфическую информацию, «таргетированную» за счет частных данных.

Во-вторых, риск возникновения несовместимых дискурсов в условиях прекращения общественного диалога. Взаимная информационная изоляция конфликтующих групп, ранее возможная только в состоянии «железного занавеса» (или войны), легко реализуется моделью «социальной сети» – и позволяет фильтровать не только конфликтные диалоги, но и противоречащую информацию¹⁰. Отсутствие диалога самоусиливается формированием несовместимых нарративов, с функциональной точки зрения аналогичных иностранному языку.

В-третьих, риск незаметной монополизации функции формирования контента крупными группами интересов, в первую очередь политическими. Реализация первых двух рисков создает информационную инфраструктуру, в которой путем давления на социальные сети крупная группа интересов получает возможность создавать таргетированные «иллюзии объективного взгляда на мир» для достаточно мелких групп пользователей. В частности, при обилии конфликтующей фактической информации, политическая сила легко может создать представление у очень разнородных групп населения, что она представляет именно их интересы.

Тренды глубокого проникновения информационной инфраструктуры при исчезновении приватности и возможности управления личными информационными фильтрами резко повышают индивидуальную уязвимость к воздействию на сознание. При этом фильтрация конфликтующей фактической информации в инкапсулированных сетях практически сводит на нет возможно-

⁹ Пример, часто используемый для иллюстрации позиций социальных групп: футболисты не понимают, зачем обществу скрипачи, а скрипачи не понимают, зачем обществу футболисты.

¹⁰ Напротив, в условиях «горизонтального» этапа развития интернета (так называемого «Web 1.0») исключить общение с носителями конфликтных точек зрения, равно как и противоречивую информацию, из информационного пространства было не просто.

сти контрвоздействия. Структура общества, таким образом, предстает как совокупность хорошо защищенных от внешнего воздействия информационных пространств, монополизированных различными группами интересов.

В развитии данной модели информационного пространства заинтересованы все корпоративные группы, однако основной группой интересов представляются национальные правительства с хорошо развитой информационной инфраструктурой социальных сетей – в первую очередь в развитых странах.

«Иллюзия объективного взгляда на мир» позволяет монополизировать как повестку дня, так и нарратив (язык), что создает значительные риски для государств в условиях возникновения информационной войны между национальными повестками. Отсутствие контроля над потоками информации в сообществах своих граждан в данной модели информационного пространства превращается из риска исчезновения национальной политической идентичности в риск национальной безопасности.

Горизонтальный «мир поиска»: интернет как анонимный форум

Выстраивание связей между участниками сети изначально имеет не только вертикальный но и горизонтальный характер. Интернет изначально воспринимался как модель «плоского мира», в котором практически вся информация может быть найдена любым пользователем. Сохранение этих трендов характерно для горизонтальной модели информационного общества, которую также можно назвать «моделью торрента» или «моделью поиска»:

- инфраструктура сети, нацеленная на анонимность пользователей (вплоть до запрета на самоидентификацию и отсутствия записи истории действий);

- полная открытость доступной информации;

- сетевое распространение информации «горизонтально» без априорных ограничений;

- значительная децентрализация информационной инфраструктуры (кроме физической инфраструктуры связи). Там, где это невозможно – отсутствие принудительной фильтрации контента.

В современном мире инструментами развития такой модели представляются расширение модели «глубокого интернета»¹¹ и, в пределе, устройство P2P сетей, нацеленное на полностью анонимное и полностью горизонтальное взаимодействие между пользователями. Также этой модели соответствует широкое распространение криптовалют.

В развитии данной модели информационного пространства заинтересованы, по крайней мере, две группы влияния. Сегодня это, в первую очередь, группы влияния, связанные с «черными рынками». Следует отметить, что по мере развития кризиса системы защиты интеллектуальной собственности влияние «черных рынков» и «пиратства» кратно вырастет. К горизонтальной модели информационного пространства, вероятно, также перейдет статус первоисточника фактической информации. Поэтому по мере реализации рисков модели «социальных сетей» в будущем, часть аудитории, обладающая навыками медийной и информационной грамотности, также перейдет в «мир поиска» («черный рынок информации»), образовав вторую группу влияния.

Колонна на песке или «война миров»: сосуществование вертикального и горизонтального сегментов информационного пространства

Взаимодействие и перетоки между вертикальным и горизонтальным элементами информационного пространства в перспективе будут обусловлены несколькими тенденциями:

- уровнем развития технологий (де)анонимизации и соответствующими техническими требованиями;
- отношением государств к «миру поиска» (правовой статус и возможные запреты);
- степенью эксплуатации приватности для индивидуальной дискриминации существующими корпоративными и государственными акторами;

¹¹ «Глубокий» интернет – сегмент Всемирной Паутины (WWW), не индексируемый поисковыми машинами. Как правило, он построен на инфраструктуре интернета и использует нестандартные протоколы (F2F) частных соединений, маскирующие соединения – в частности, устройства в этом сегменте паутины не имеют IP-адреса. Навигация и поиск в этом сегменте паутины существенно затруднены, что усложняет централизацию информационных потоков через поисковые машины, характерную для интернета. Основные сегменты «глубокого интернета» – Tor (разработан ВМФ США) и I2P (независимый проект).

- злоупотреблением информационной фильтрацией со стороны различных групп интересов;
- простотой и распространенностью использования криптовалют;
- эффектом масштаба сети;
- общим уровнем цифровой и информационной грамотности.

Следует заметить, что поток перераспределения между двумя мирами направлен только в одну сторону. Пользователь, для которого издержки приобретения навыков ухода в «мир поиска» компенсируются потенциальным выигрышем, начинает использовать оба элемента информационного пространства, получая значительную устойчивость к «левиафану» вертикальной модели.

Не менее важно уточнить, что «мир поиска» не будет свободным от влияния крупных корпоративных и национальных игроков. Единственное его отличие от «мира фильтров» – это нейтральность информационной инфраструктуры, которая предоставляет возможность выявлять и изолировать признаки этого влияния. Другими словами, в условиях действий большого количества игроков в информационном пространстве «мира поиска» будут предлагаться все виды дискурсов и нарративов «мира фильтрации», создавая, таким образом, впечатление информационного хаоса. Ключевую роль в работе с этим хаосом для пользователей здесь будет играть медийная и информационная грамотность, уровень которой вряд ли существенно повысится, и наборы «информационных фильтров с открытым кодом», которые будут существенно усовершенствованы.

1.1.2. Рост сетевых связей

Один из основных трендов последних 30 лет – взрывной рост электронной коммуникации. Параллельно в сети появилась информационная и коммуникационная связность между потребителями и производителями, группами интересов и индивидуальными пользователями. Эта связность позволяет получать информацию друг о друге в реальном времени, что в частности, существенно повышает информированность и снижает издержки коммуникации, что позволяет говорить о появлении связанных групп интересов (стейкхолдеров), координация которых ранее не была возможна.

На прогнозном горизонте сохранение подобной ситуации создает возможности значительного роста социальной активности, в том числе международной, включая коммерческую, гражданскую и политическую. Речь идет не столько о формировании новых бизнесов и новых контуров рынка труда (эта тенденция подробно описана далее), сколько о возникновении локальных и функциональных¹² групп интересов, направленных за пределы онлайн, связность которых стала возможна только благодаря сетевому взаимодействию¹³.

Фактически речь идет о замещении социальными сетями функции «клубов» и других оффлайн-площадок для взаимодействия. Следует отметить, что структура этих сетей будет в значительной степени определять их управляемость извне, и разница между ними может быть достаточно существенной.

Взаимодействие на таких площадках позволяет как быстро собирать пожертвования или инвестиции (краудфандинг) для новых идей, так и быстро собирать идеи и создавать новые конструкции для решения предложенной задачи (краудсорсинг). По сути эти площадки способны координировать работу спонтанно возникающих проектных групп (часто международных), оффлайн-стоимость работы которых существенно превышает издержки онлайн-площадки.

Потенциально неохваченным рынком, который быстро развивается, оказывается рынок взаимодействия бюрократии среднего звена, которая заинтересована в международной кооперации без получения дорогостоящих в аппаратном смысле санкций высшего руководства¹⁴.

Накопленные сетевые связи генерируют и ряд рисков. Сетевое вовлечение устраняет приватность и анонимность гораздо эффективнее, чем сбор персональных данных. Во-первых, сетевое взаимодействие требует частичной самостоятельной деанонимизации. Во-вторых, аналитические сетевые системы даже сегодня способны быстро охарактеризовать пользователя по набору

¹² Основной пример – благотворительные кампании.

¹³ Движения протеста волны 2010–2012 гг.: Occupy Wall Street, ближневосточные движения в Тунисе, Египте, Ливии во многом использовали онлайн-координацию.

¹⁴ В первую очередь задачи кооперации, предусматривающие институциональную кооперацию на среднем уровне, ставятся ЕС.

его действий. В-третьих, к информации о характеристиках и активности пользователя сегодня проявляют интерес государственные органы¹⁵. Какие риски для общества создает этот фактор?

Основной риск – жесткое закрепление неравенства исходя из предыдущего поведения пользователей, например, на основании «цифрового отпечатка» (паспорта):

- органы государственного управления инициируют проекты управления административными образованиями, предполагающие подключение и самоидентификацию пользователей;

- телекоммуникационные компании используют защищенную связь с клиентами, используя механизмы идентификации, аналогично действуют биллинговые механизмы;

- финансовые компании управляют цифровым кошельком клиента и имеют представление о его потребностях в финансовых услугах;

- многие крупные компании (включая Amazon, Google и Facebook) идентифицируют пользователя, хранят его персональные данные и социальный профиль.

В первую очередь рассматриваемая тенденция затронет рынки труда, кредитования и медицинского страхования. Использование приватной информации на этих рынках позволит индивидуализировать предложение со стороны банка, страховой компании или работодателя. В частности, работодатель получит право дискриминировать работников по состоянию здоровья¹⁶. Сегодня на рынке труда развитых стран эту задачу решают «выявляющие» аналитические продукты, обобщающие поведение пользователей в сети и результаты психотестов. Эти тесты уже служат основанием для исков о персональной дискриминации, и работники редко их выигрывают.

¹⁵ Вместе с тем, корпоративные игроки обладают высокой степенью самостоятельности. В частности, итальянские менеджеры Google, отказавшей в передаче персональных данных пользователей правительству Китая, были приговорены к тюремному заключению за предоставление возможности размещать на YouTube видеоролики без премодерации [6].

¹⁶ В части биомедицинской информации на борьбу с дискриминацией на рынке труда и страховых компаний уже направлен американский The Genetic Information Nondiscrimination Act, но судебная практика по нему пока неоднозначна. Аналогичные инструменты защиты от дискриминации исходя из сетевой активности не обсуждаются. Во многом это связано с концепцией врожденной свободы выбора: человек не может выбирать свой генный код, но он может выбирать, какую активность в сети осуществляет.

Распространение механизмов дискриминации на основании использования персональных данных в страховании и кредитовании, в силу особенностей «кредитного рационарования» и проблемы коллективных действий, существенно увеличит неравенство возможностей на всех рынках.

Наконец, отслеживание пользователя социальными сетями существенно снижает издержки «цифровой антиутопии»: слежение и деанонимизация существенно упрощаются, что позволяет крупным агентам (включая правительство) быстро выявлять пользователей, на которых необходимо по тем или иным причинам воздействовать.

Следует отметить, что, в случае возрастания злоупотреблений нарушением приватности, значительная часть активности будет осуществляться анонимно или через «горизонтальное информационное пространство» (см. ранее), также это будет способствовать развитию рынков «поддельной цифровой личности».

Рост сетевых связей будет оказывать *значительное трансформирующее влияние на систему госуправления* и принятия решений по мере распространения принципов работы «электронного правительства».

Поиск неэффективности и злоупотреблений, сегодня осуществляемый общественными активистами (такими, как GovTrack.us) на основе открытых данных государства (в том числе по бюджетированию организаций, а также закупкам товаров и услуг), в перспективе могут осуществлять экспертные системы, обученные на основе описанных схем.

При этом уже сегодня взаимодействие через сеть обнуляет коммуникационную компоненту издержек коллективных действий. Доступны технические средства и для выяснения напрямую мнения управляемого сообщества (вплоть до национального уровня) по тому или иному вопросу. Тенденции деанонимизации, простота информационного обмена и перманентная фиксация большинства действий в сети позволяют воссоздавать характерные для традиционного общества репутационные механизмы.

Таким образом, технологически в настоящее время доступны устранение большей части посредников в модели репрезентативной демократии и *переход к механизмам прямой электронной демократии*¹⁷. Вместе с тем очевидно, что перевод таких

¹⁷ В частности, замена живых присяжных на «электронных» и живых депутатов на «вики закона».

моделей управления в практическую плоскость потребует значительных общественно-политических преобразований в системе со сверхвысокой организационной инерцией¹⁸, что на прогнозном горизонте маловероятно.

1.1.3. Преобладание сетевых рынков

Снижение транспортных и коммуникационных издержек и объединение их в сетевые структуры, которое приносит проникновение информационных технологий, подразумевает развитие тренда на трансформацию рынков в сетевые или «вертикальные» через:

- рост доли цифрового потребления в структуре затрат¹⁹;
- лицензионный подход к продаже традиционных товаров и услуг;

- преобладание масштабируемых на стандарте инноваций;

- трансформацию рынка труда в более гибкие форматы.

Сетевая структура рынков предполагает создание значительных возможностей.

Во-первых, речь идет о значительном упрощении масштабируемых на стандарте инноваций. Современная структура рынков, интегрированных с онлайн, позволяет сразу же предложить продукт потенциальным покупателям по всему миру. Поэтому ускорение темпов роста продаж новых продуктов характерно не только для современных онлайн-рынков, но и для старых рынков, интегрированных с онлайн.

Во-вторых, гибкость масштабирования подразумевает гибкость спроса на труд. После кризиса 2008–2009 гг. отмечается устойчивый тренд на повышение гибкости найма²⁰ [7]. Также быстро увеличивается количество дистанционной занятости, которая в перспективе сможет составить до 15% всей занятости.

¹⁸ Такая инерция обуславливает сохранение устаревших электоральных систем вроде двухэтапной системы выборщиков в США или неизбираемой верхней палаты парламента в Великобритании.

¹⁹ Домохозяйства в США с 2000 г. стабильно тратят на программное обеспечение около 0,9% расходов, при этом расходы на доступ к интернету увеличились с 0,25% в 2000 г. до 0,81% – в 2013 г.

²⁰ Около 25% занятых в мире работают по временным контрактам или вообще без контракта. При этом для развитых стран за 2004–2012 гг. доля работающих по перманентному контракту снизилась с 84,4% до 83,2%, также в развитых странах впервые появился 1,1% работающих без контракта, и еще на 1 проц.п. увеличилось количество самозанятых.

В-третьих, одним из наиболее важных особенностей рынка на прогнозном горизонте представляется переход от продажи товара или услуги к продаже лицензии на его потребление²¹. Для товаров длительного пользования это подразумевает переход от концепции отчуждения права собственности при продаже товара к продаже разрешения (лицензии) на временное его использование.

Переход к лицензированию вместо продажи товаров продиктован глубоким проникновением информационных технологий и перспективным переходом к «интернету вещей». В этой концепции сервисное обслуживание при покупке товара (цифровой услуги) подразумевает не столько традиционное гарантийное (ремонтное) обслуживание, сколько регулярное обновление программного обеспечения.

В-четвертых, в рамках описанной модели рынков и переходу к потреблению через сферу услуг предполагается существенный рост спроса на потребление индустрии развлечений. Продукты этой отрасли обладают околонулевыми предельными издержками производства (в том числе не потребляют природные ресурсы), часто требуют от пользователя существенных затрат времени, продаются в форме «временной лицензии на пользование» и обладают эффектом «длинного хвоста», что позволяет предлагать высокое разнообразие продукции. За пределами прогнозного горизонта речь идет о формировании единой индустрии виртуальных развлечений, предполагающей интерактивное пребывание пользователя в дополненной реальности.

Вместе с тем, следует отметить ряд особенностей и рисков, которые несут с собой сетевые рынки.

Во-первых, риск отказа от стандартизации путем использования «войны стандартов» как основного средства конкурентной борьбы.

Условия перехода к продаже лицензии вместо товара превращают отношения с поставщиком из одноразовых в многократные, и создают проблему накопленных невозвратных издержек смены поставщика [8]. Основным противодействующим сред-

²¹ В качестве подобной модели развития отношений можно рассматривать пример исков компании John Deere к покупателям тракторов, которые пытаются самостоятельно осуществлять сервисное обслуживание, о нарушении лицензии на программное обеспечение.

ством, снижающим издержки, остаются открытые кросс-платформенные решения, слабо распространенные за пределами некоторых секторов ИТ.

В таких условиях поставщик заинтересован увеличивать издержки перехода, в частности, создавая уникальные, несовместимые между собой стандарты с существующей пользовательской базой («экосистемы»), которые предоставляют возможность экономии на масштабе [9]. Стандарт как метод конкурентной борьбы наиболее часто используется в конкуренции современных компаний [10], причем распространённой является стратегия «троянского коня» или попытки захвата рынка под видом «ПО по умолчанию»²². Ключевой особенностью прогнозного периода представляется то, что к «войне стандартов» и конструированию «экосистем» уже сегодня переходят компании традиционных «нецифровых» отраслей при трансформации в новый формат²³ [11].

Во-вторых, вывод продуктов онлайн означает резкое ужесточение конкуренции. Глобальная специализация в значительной степени устраняет понимание «национальных рынков». В условиях практически равного доступа к покупателю речь идет о том, что продукты конкурируют глобально, и масштабируется

²² В частности, успех операционной системы (ОС) Windows связывают с договоренностями Microsoft с производителями о предустановке ОС на поставляемые компьютеры. Другим характерным примером может считаться ОС Android компании Google, которая изначально распространялась на принципах ПО с открытым кодом, но пять лет спустя (с 2008 по 2013) после захвата доли рынка (с версии 3.0) код был закрыт, а компания Google запретила производителям мобильных устройств менять настройки поисковой машины по умолчанию.

²³ В частности, Home Depot, крупнейший поставщик стройматериалов и товаров для дома, стимулирует поставщиков продаваемых в его сети домашних устройств делать их совместимыми с Wink – одной из ведущих платформ управления «умным домом». Эта цифровая экосистема, претендующая на лидерство в управлении «умным домом», создается совсем не ИТ-игроком.

Опрос Accenture (2015) подтверждает эту тенденцию. В будущем границы отдельных отраслей окажутся размытыми, поскольку цифровые платформы превратят их во взаимосвязанные экосистемы, уверены четверо из пяти опрошенных; 40% компаний планируют привлечь бизнес-партнеров для цифрового бизнеса из других отраслей, а 48% хотят по-новому сотрудничать с лидерами в сфере технологических платформ.

Если искать аналогии в финансовом мире, то подобную экосистему уже выстраивает Apple Pay, а банки-ритейлеры и платежные системы проявляют интерес к интеграции с ней. Другой пример – крупнейший онлайн-ритейлер Alibaba и его финансовая дочка Any Financial.

малая доля лучших. В числе прочего это подразумевает прямую конкуренцию любого продукта даже не с «национальным чемпионом», а с «лучшим в мире» эквивалентом. Это относится и к рынку труда – в условиях глобализации этого рынка работодатель может свободно сравнивать между собой работников из разных стран.

В-третьих, сочетание двух предыдущих трендов подразумевает резкий рост числа «проигравших» в борьбе за рынки. В модели «войны стандартов» конкуренция осуществляется за рынок в целом, а не за его долю, и большая часть компаний эту конкуренцию проигрывает.

Аналогично обстоят дела и в части конкуренции на рынке труда. Упрощенное масштабирование само по себе позволяет существенно снизить спрос на рабочую силу для осуществления тех же операций, что и раньше, а проигрыш в «войне стандартов» ведет к реструктуризации целых направлений в компаниях.

Такая ситуация подразумевает, что риски потери постоянной работы будут выше, а количество безработных – существенно больше, чем раньше, при параллельном росте гибкости рынка труда. Рост риска, который перекладывается на работников, в свою очередь, увеличивает спрос на формирование новой модели занятости (см. ниже).

В-четвертых, развитие и внедрение новых технологий ближе к концу прогнозного горизонта предполагает возникновение серьезного кризиса современной системы авторских прав и патентов. Переход к устойчивой зависимости от поставщиков обновлений, обладающих эксклюзивными правами, подразумевает изъятие потребительского излишка. В то же время новые биомедицинские технологии создают условия для жесткого закрепления внутриобщественного неравенства путем использования лицензируемых технологий (см. раздел 2).

В условиях, когда подобная практика сопровождается ростом числа «проигравших», значительная часть общества будет практически «выдавлена» на «черные рынки» технологий с переходом на «горизонтальную» структуру связей, соблюдение авторских прав в которой практически невозможно. Соответственно, в отсутствие общедоступных альтернатив на «белом рынке» изменятся и паттерны общественного поведения по отношению

к «технологическому пиратству». В этих условиях устойчивое функционирование системы авторских прав и патентов, которая предполагает изъятие излишка на «белом рынке» у значительной части общества, будет подвергнуто угрозе.

В-пятых, сетевую структуру имеют и юрисдикции. Рост конкуренции юрисдикций (в первую очередь, в инвестиционной части) как форма «войны стандартов» обострилась в настоящее время и, вероятно, продолжится на прогнозном горизонте. Возникает риск множественных юрисдикций – ситуацию, когда действующие проекты в стране должны будут соответствовать ряду норм и судебных решений, устанавливаемых в других странах, которым изначально они не должны были соответствовать²⁴. Конкуренция юрисдикций – один из элементов силовой конкуренции, и потому в условиях роста военно-политической нестабильности этот инструмент будет применяться более часто.

1.1.4. Исчезновение наличных денег

Хотя предложения устранить наличные деньги из оборота и устанавливать отрицательную ставку (плату за пользование своими деньгами) [12] выглядят сегодня нереализуемыми, тенденция роста использования электронных денег уже позволила вывести значительную часть расчетов из наличного оборота. Предоставляемые ростом электронного платежного оборота возможности хорошо документированы, поэтому целесообразно сосредоточиться на рисках, связанных с этим процессом.

Во-первых, риски платежных систем становятся одним из ключевых рисков национальной и глобальной безопасности. В условиях, когда подавляющая часть глобальных активов (включая деньги) переходит в бездокументарную форму, а расчеты осуществляются электронно, платежная система становится ключевым элементом инфраструктуры не только криминальных, но и террористических и диверсионных атак, в том числе в военных конфликтах.

Во-вторых, с появлением криптовалют наличные деньги потеряли статус единственного платежного средства, обеспечива-

²⁴ Ключевой пример – законодательство и судебные решения по спорам об интеллектуальной собственности.

ющего анонимность и, в перспективе, успешное уклонение от уплаты налогов. Хотя современные криптовалюты (такие, как биткойн) не обеспечивают полноценной анонимности [13], в современных условиях действия по деанонимизации требуют ряда дополнительных условий и, как следствие, не могут использоваться массово.

Следовательно, рост оборота различных криптовалют, следующие поколения которых, вероятно, будут спроектированы в целях обеспечения большей анонимности, создает существенные риски налоговых неплатежей. В перспективе это формирует запрос на новые формы налогообложения и новый формат взаимодействия налогоплательщиков с государством (в виде «голосования ногами»).

В-третьих, по мере роста оборота расчетов в криптовалютах существует риск *снижения спроса на национальные валюты и, как следствие, снижение реакции экономики на денежно-кредитную политику*. В современных условиях эмиссия криптовалют автоматизирована²⁵ и потому полностью предсказуема, в отличие от политики центральных банков. Если в будущем для этого класса активов будут обеспечены условия сохранности (защиты от взлома биржевых счетов) и ликвидности (то есть вовлечения в оборот), то криптовалюта может стать не только «хранилищем стоимости», но и «хорошим» платежным средством, которое, по закону Грэхема, вытеснит из оборота «плохое» платежное средство в виде национальных валют.

1.2. Появление и распространение новых производственных технологий

Распространение новых производственных технологий и сопутствующая ему трансформация обрабатывающей промышленности на прогнозном горизонте подразумевает несколько возможностей.

Речь идет о росте разнообразия и индивидуализации (кастомизации) производимой продукции, что, в сочетании с миниа-

²⁵ В частности, эмиссия биткойнов на 2015 г. практически прекратилась в связи с приближением к потолку объемов валюты.

тюризацией производств и их предполагаемой географической децентрализацией, существенно снижает транспортные издержки для большей части товарного оборота.

В свою очередь, такое развитие подразумевает существенное падение выигрыша от масштаба в производстве, и открывает ниши для малого и среднего бизнеса в обрабатывающей промышленности на рынках, где ранее могли работать только крупные корпорации.

Такая трансформация технологий в обрабатывающей промышленности несет в себе и существенные риски, в первую очередь, для лидеров этих рынков. Для отраслей-национальных чемпионов в попадающих под влияние развития НПТ подотраслей обрабатывающей промышленности ситуация дополнительно осложняется тем, что в условиях кастомизации и миниатюризации производств существующие производственные мощности быстро морально устаревают, а сопутствующие им транспортные издержки и отсутствие разнообразия могут сделать продукцию неконкурентоспособной, особенно в развитых странах. Параллельно, по мере географического распространения (географической деконцентрации) производств, существенно снижается спрос на дальние грузовые транспортные перевозки.

Наконец, массовая замена неквалифицированного труда капиталом в новых производственных технологиях подразумевает окончание эры экспорта труда. Таким образом, перестает действовать единственная эффективная модель «экономического чуда» развивающихся стран XX века.

Полная автоматизация неквалифицированного труда на прогнозном горизонте затронет не менее половины трудовых ресурсов. В работе Frey and Osborne [14] дается оценка автоматизации к 2033 г. в объеме до 47% объема современной занятости в США. При этом, согласно исследованию Bakhshi et al [15], около 21% профессий в США пока технически невозможно автоматизировать, так как они требуют:

- высоких социальных навыков. Пока что компьютеры не проходят тест Тьюринга;
- нестандартного мышления, новых идей в условиях неопределенности задачи. Хотя компьютеры технически могут со-

здать любую комбинацию существующего знания, отсутствуют четкие фильтры и определения новых мыслей и идей;

– работа с нестандартными объектами с высокой мануальной точностью. Восприятие реальности машинами в любых нестандартизированных средах пока что существенно отстает от человеческого. Кроме того, отмечаются сложности с дизайном манипуляторов.

Эти тенденции, в сочетании с ростом количества «проигравших» в условиях сетевых рынков, по оценке Л. Саммерса²⁶, увеличат средний уровень безработицы в США до 14% [16]. Впоследствии, за пределами прогнозного горизонта будет автоматизирован и труд работников средней квалификации.

Тенденции автоматизации в перспективе создают значительный избыток предложения труда, и существенная часть этого избытка будет выведена из состава рабочей силы.

Факторы, связанные с косвенным влиянием технологического развития

1.3. Рост продолжительности жизни и изменение возрастной структуры населения

Ожидаемая продолжительность жизни за последние 25 лет увеличилась на 6 лет. Технологическое развитие в области медицины предполагает дальнейший рост этого показателя с 68 до 77 лет к 2045 г. Такие демографические изменения будут носить масштаб «четвертого демографического перехода»²⁷, для которого характерны существенный рост продолжительности жизни и рост доли пожилого населения, которые, вероятно, будут сопровождаться новым снижением рождаемости.

Среди основных возможностей – *рост предложения высококвалифицированной рабочей силы* за счет продления активного трудового возраста, в первую очередь в развитых странах. Успешное распространение модели «четвертого демографиче-

²⁶ Саммерс предполагает, что автоматизация затронет и 47% «беловоротничковой» занятости.

²⁷ Идея «третьего демографического перехода» связана с миграцией населения [17].

ского перехода» подразумевает к концу прогнозного горизонта увеличение активного трудового возраста в развитых странах с 70 до 75 лет (в перспективе еще больше).

Для общества в целом это подразумевает ряд тенденций, в первую очередь, в политической сфере. Возрастная структура избирателей к 2035 претерпит существенные изменения. В совокупности с тенденциями высвобождения трудовых ресурсов в отсутствие перехода к новой модели рынка труда (возможно, также и потребления) существует *риск снижения политической поддержки технического прогресса*.

На более длинном прогнозном горизонте сочетание второго демографического перехода в развивающихся экономиках и «четвертого» – в развитых приведет к *снижению демографических диспропорций для развитых стран относительно развивающихся* за счет как роста рождаемости в результате ассимиляции мигрантов в ходе «третьего демографического перехода», так и неравенства доступа к новым биомедицинским технологиям.

Изменения демографической структуры без реформ системы социальных трансфертов подразумевают *риск необеспеченности социальных обязательств государства* уже к концу прогнозного периода. Даже в существующих условиях ОЭСР констатирует к 2050 г. потерю сбалансированности пенсионных систем ее стран [18]. Рост возраста на пенсии одновременно с дальнейшим ухудшением отношения количества работающих к количеству пенсионеров в результате «четвертого демографического перехода» существенно ускорит этот процесс. В то же время высвобождение занятости будет способствовать снижению налоговых доходов от труда, создавая проблемы с доходами бюджета. Возникновение такой ситуации, вероятно, создаст *риск кардинального пересмотра социальных обязательств государства*.

1.4. Новое качество жизни в развивающихся экономиках (массовое цифровое равенство в образовании и развлечениях)

Быстрый рост благосостояния в развивающихся экономиках за счет модели «экспорта трудовых ресурсов» на прогнозном горизонте продолжится и закончится ближе к концу прогнозного периода. Ему будут сопутствовать сдвиги в производственных цепочках, связанные, с одной стороны, с *ростом в структуре рабочей силы развивающихся стран квалифицированного труда*, и, с другой стороны – *распространением новых производственных технологий* (см. соотв. раздел).

Существенное *увеличение потребления за счет цифровых услуг*, которые подразумевает распространение цифрового равенства, для развивающихся экономик означает, фактически, распространение услуг с нулевыми предельными издержками производства. Подушевое потребление этой категории услуг в США составляет, по меньшей мере, 340 долл./чел в год, что примерно эквивалентно 10% общего потребления в Индии или 20% в Африке – регионах с низким проникновением цифровых услуг (и около 3% для России). С ростом цифровой компоненты в индустрии развлечений и дальнейшим удешевлением доступа потребление «цифровых» товаров может увеличить измеримое в современной методологии благосостояние развивающихся стран на 25–30%.

Помимо количественных, распространение цифрового доступа вместе с внедрением географически распределенных новых производственных технологий (в первую очередь, аддитивной обработки и 3D-печати) подразумевает существенные качественные изменения в промышленном потенциале развивающихся стран. В то время как создание традиционных промышленных производств даже в легкой промышленности требует значительных капитальных вложений, новые миниатюрные производства идеально подходят для развивающихся стран, поскольку сопряжены с небольшими капитальными затратами. Таким образом, в развивающихся странах резко вырастет доступ к образованию и технологическим инструментам, которые сегодня

подразумевают высокие требования и к квалификации, и к оборудованию.

Еще одна возможность для развивающихся стран – *удешевление обеспечения безопасности с ростом роли кибероружия*. По мере роста использования кибероружия вместо конвенционального повышаются требования к уровню подготовки, образованию и численности подразделений, в то время как требования к капиталу (вычислительной мощности, новейшим технологиям) остаются прежними. Последнее, вместе с широким распространением онлайн-образования, предоставляет новые возможности в сфере обороны и безопасности странам с относительно дешевой рабочей силой и структурой населения, смещенной в пользу молодых (Индия, Африка, в перспективе – Китай).

При переходе к массовому обучению по онлайн-образовательным программам с дистанционным приобретением навыков в компьютерных науках, в развивающихся странах резко повышаются возможности для развития оборонной кибербезопасности за счет широкого доступа к ее «гражданской» базе. Поскольку программное обеспечение представляется самым ценным элементом для оборонных дронов, постольку данная тенденция позволит существенно сократить технологический разрыв по основным направлениям развития кибероружия между развитыми и развивающимися странами²⁸.

Отдельный риск представляет собой *рост потребления природных ресурсов и быстрое загрязнение окружающей среды* в результате промышленного развития, уже существенно затронувшее Китай и Индию. В частности, современное качество жизни развитых стран подразумевает уровни подушевой нормы потребления энергоносителей и цветных металлов²⁹, которые не выглядят возможными с точки зрения перспектив добычи и производства соответствующих материалов. Кроме того, рост по-

²⁸ Это, в свою очередь, дополнительно повысит ценность развития биотехнологического оружия для развитых стран как «асимметричного» преимущества в обороне.

²⁹ Так, подушевое потребление нефти в Китае (Индии) за 2010–2012 гг. было ниже уровня стран ОЭСР в 3,5 (8) раза, но при этом на Китай уже приходилось 14 (а на Индию – 4)% мирового потребления нефти. Для меди аналогичные пропорции – различие в уровне потребления составляет 2 (20) раз, доли в глобальном потреблении 40 (2)%.

ребления сопровождается соответствующий рост уровня загрязнения окружающей среды в развивающихся странах.

Запасы основных полезных ископаемых допускают выход подушевого потребления Китая и Индии на уровень ОЭСР. В то же время соответствующее изменение издержек добычи потребует радикальных сдвигов одновременно в областях, с одной стороны, технологий добычи, а, с другой – материаловедения и энергоэффективности. Хотя подобных сдвигов вряд ли следует ожидать в ближайшие 20 лет, частично эти потребности развивающихся стран будут купированы развитием новых производственных технологий. Но, в основном, изменения произойдут за счет сдвига качества жизни в развитых странах.

Отсутствие возможности «экспортировать труд» отсекает от роста многие развивающиеся экономики, пытавшиеся следовать по модели «азиатского экономического чуда». При этом для Китая проблема «постареть раньше, чем разбогатеть» подразумевает существенные ожидания дальнейшего роста благосостояния, которые пока что не подкрепляются долгосрочными перспективами, и описанные выше тенденции развития новых производственных технологий, скорее, ухудшают эти перспективы. Отсутствие механизмов для роста при наличии ожиданий нового благосостояния создает *риск несбывшихся ожиданий конвергенции к стандарту жизни развитых стран*, который затрагивает значительную часть развивающихся стран. Для сохранения поддержки населения в условиях несбывшихся ожиданий руководства этих стран могут обратиться к внешнеполитической повестке, что послужит дополнительным фактором роста международной напряженности.

В долгосрочной перспективе для развивающихся стран, в большинстве своем обладающих слабой или переходной политической традицией, по мере обеспечения цифрового равенства возникают *новые возможности внедрения управленческих технологий прямой демократии*, что позволяет значительно сократить издержки репрезентативного демократического управления и создать ряд новых социальных лифтов между «народом» и «элитами».

В случае, если к концу прогнозного горизонта сохранятся высокие издержки внедрения новых биомедицинских техноло-

гий, возникает риск формирования нового технологического неравенства между развитыми и развивающимися странами, на этот раз построенного на доступе к технологиям обеспечения продолжительности жизни.

1.5. Ключевые противоречия влияния факторов и формирование новых долгосрочных трендов в развитии общества

Разрешение противоречий между возможностями и рисками (описаны в разделах 1.1–1.4), связанными с влиянием технологического развития на социальные процессы, подразумевает зарождение новых трендов развития общества. Поэтому на первом шаге анализа необходимо выявить подобные противоречия и возможные решения, и на втором – рассмотреть возможные тренды развития, которые возникнут в результате действия этих решений.

1.5.1. Ключевые противоречия влияния факторов и формирование новых трендов

Сетевые рынки, распределенное производство и рост продолжительности жизни – избыток предложения труда?

Классическая модель «созидательного разрушения» [19], которая описывает технологическое развитие, подразумевает, что новые технологии через некоторое время создают больше рабочих мест, чем устраняют вначале. Вместе с тем, в краткосрочном периоде избыток предложения труда может стать источником социальной нестабильности и привести к существенным и не всегда позитивным сдвигам в обществе.

Динамика современного процесса «созидательного разрушения» служит предметом научной дискуссии о том, кто получил вознаграждение за навык (skill premium), снизившееся у группы низкоквалифицированного труда³⁰. Однако, вне зависи-

³⁰ Согласно одной из распространенных гипотез [20], последние десятилетия технический прогресс перераспределял это вознаграждение высококвалифицированной группе, никак не затрагивая среднюю квалификацию (средний класс). Конкурирующая гипотеза предполагает, что перераспределение равномерно затронуло обе группы.

мости от получателей, на прогнозном горизонте в развитых странах предполагается исчезновение рабочих мест с низкой и средней квалификацией, на которых занято около половины рабочей силы. Параллельно в силу внедрения медицинских технологий на 5–10 лет будет отложен выход с рынка труда когорты работников современного пенсионного возраста.

Для развивающихся стран, широко использующих сегодня экономию на масштабе, внедрение распределенного производства и автоматизация также приведет к значительному падению спроса на рабочую силу низкой квалификации, вне зависимости от возраста работников. К концу прогнозного горизонта такой ход развития наложится на демографическую волну входа на рынок поколения, появившегося после отмены политики «одна семья-один ребенок» в Китае. Таким образом, в середине 2020-ых гг. в мире будет наблюдаться существенный избыток трудовых ресурсов средней и низкой квалификации.

Ожидания роста благосостояния развивающихся стран, новые технологии (энергетика и распределенное производство), дорогая инновационная медицина – рост геополитической напряженности?

В подразделе 1.4 рассматривались последствия внедрения новых производственных технологий для развивающихся стран. Одним из наиболее существенных рисков, создаваемых автоматизацией и внедрением распределенного производства, представляется падение внешнего спроса на низкоквалифицированный дешевый труд, который использовался как основной экспортный ресурс в модели «азиатского экономического чуда».

Таким образом, обладающие дешевыми, но незадействованными в полной мере трудовыми ресурсами слаборазвитые страны ЮВА, страны африканского континента и Индия уже не смогут полноценно воспользоваться этой моделью вслед за Японией, Кореей, Китаем и рядом других стран.

При этом отсутствие доступа развивающихся стран к новым биомедицинским технологиям, распространение которых ожидается к концу прогнозного периода, создает риски закрепления межстранового неравенства человечества («первый мир» против «третьего мира») сначала для новых поколений, а затем – перманентно на биологическом уровне.

Угроза долгосрочной потери национальной конкурентоспособности для правительств развивающихся стран подразумевает рост готовности к перераспределению влияния, при этом тренд на упрощение доступа к технологиям кибервойны и удешевление роботов означает падение издержек не только для терроризма, но и для силовых конфликтов, в том числе между развитыми и развивающимися странами.

Рост потребления природных ресурсов в развивающихся странах при ожиданиях стандарта жизни развитых стран – изменение стандарта жизни через виртуализацию потребления?

Одним из возможных ответов на кризис «перманентно несбывшихся ожиданий» для развивающихся стран представляется изменение эталонной модели потребления и занятости.

Неравенство, согласно современным исследованиям [21] – это субъективно воспринимаемая категория. Таким образом, путем изменения ожиданий, в том числе модели воспринимаемого неравенства, можно изменить распространенную эталонную модель «западного стандарта» потребления, ресурсное обеспечение которой будет затруднено. Это позволит не только существенно сгладить как разрыв между ожиданиями и реальным положением в развивающихся странах, но и путем регулирования контента, стабилизировать ожидания низкодоходных групп населения развитых стран, в наибольшей степени пострадавших от автоматизации производств.

Информационное пространство представляется одновременно как важнейшим инструментом изменения ожиданий, так и основой для новой эталонной модели потребления. В частности, тенденция роста потребления цифровых благ позволяет существенно увеличить объем потребления в развивающихся странах практически с нулевыми издержками. Такой процесс уже имеет место как в развитых, так и в развивающихся странах, и этот процесс существенно ускорится в случае перехода к кризису системы авторских прав (см. выше).

В то же время в описанных условиях может возникнуть необходимость обеспечения экономической неактивности значительной доли населения при сохранении социальной стабильности. Представляется, что виртуализация потребления могла бы как раз стать инструментом для достижения подобной цели –

однако это потребует изменения отношения к труду как к интегральной части жизненной модели до пенсионного возраста.

Изменение возрастной структуры избирателей и необходимость ускорения инновационного процесса – «пенсионеры-стартаперы» (новая возрастная группа 65–80)

Косвенные факторы развития новых медицинских технологий позволяют ожидать существенного роста в развитых странах доли группы современного «раннего пенсионного возраста» – граждан 65–80 лет, при этом потенциально находящихся в активной трудовой фазе жизни и являющихся носителями избирательного права.

Значительная часть вакансий для этого поколения находится в процессе автоматизации уже сегодня, а новые медицинские технологии выйдут для них на доступный уровень только концу горизонта. При этом для значительной доли этой когорты пенсионное обеспечение, которое смогут предложить распределительные пенсионные системы (находящиеся на грани неплатежеспособности) окажется недостаточным. Большая часть этих факторов также будет прямо или косвенно связана с технологическим прогрессом.

В отсутствие активного взаимодействия с обществом, в первую очередь с этой когортой, существует значительный риск формирования группы противодействия ускорению инновационного и технического прогресса – при том, что именно для обеспечения социальной стабильности с участием этой группы необходимым представляется его ускорение.

Следует отметить, что когорта, о которой идет речь, станет одной из первых, значительной части которой предстоит дважды поменять квалификацию в течение трудового периода. Представляется, что, при успешной кооптации значительной части когорты в процесс происходящих инновационных изменений (вероятнее всего, в качестве инновационных предпринимателей), можно значительно снизить риск их политического противодействия ускорению инновационного процесса.

Рост сетевых связей и исчезновение наличных денег против упрощения «цифровой антиутопии» – новый формат государства?

Из предыдущего анализа следует, что институт государства в целом и репрезентативной демократии в частности столкнется в ближайшие десятилетия с существенными вызовами. Среди них:

- снижение налоговых поступлений в случае роста использования криптовалют;
- переход значительной части насилия в роботизированные формы и появление новых видов ОМУ;
- крах распределительных пенсионных систем;
- значительный рост доли избирателей пенсионного и предпенсионного возраста.

Анализ взаимодействия общества и государства (гипотезы «левиафана» и «общественного договора») во многом сходен с анализом взаимодействия между мирами «фильтрации» и «поиска» (горизонтальной и вертикальной моделями информационного пространства), проведенный в подразделе 1.1.

Значительное упрощение физического и цифрового слежения за гражданами, с одной стороны, и за законотворческими действиями государства – с другой, усилят противоречия между государством и обществом. Попытки общества изменить государство во многом будут похожи на попытки обеспечить превосходство «горизонтальной» структуры информационного пространства над «вертикальной» и, скорее всего, окажутся безуспешными, особенно при внедрении средств биомедицинской индивидуализации (чипы, геномные сенсоры). Единственным исключением представляется случай «информационной войны» между государствами с разным уровнем доминирования в глобальном «вертикальном инфопространстве», когда переход к «горизонтальной модели» может способствовать эффективному противодействию более совершенному противнику.

Представляется, что внедрение новых информационных технологий приведет, в том числе, и к значительной автоматизации, повышению прозрачности действий государственных органов и сокращению численности госаппарата, и, в конечном счете, на порядок усилят внутрибюрократическую конкуренцию. При этом сфера государственного управления, особенно в развивающихся странах, может быть институционально модернизирована за счет внедрения новых технологических платформ.

Вместе с тем, для сохранения стабильности в условиях описанных выше вызовов государству для трансформации ожиданий социальных групп необходима будет значительная часть компетенций «вертикальной» модели. На прогнозном горизонте маловероятна ситуация слома традиционных моделей репрезентативной демократии, однако снижение издержек коммуникации позволяет ожидать перехода к модели прямой демократии на местном уровне, в том числе в отдельных развивающихся странах. При этом образование останется ключевым элементом национальной конкурентоспособности, а доступ населения к новым биомедицинским технологиям представляется одним из основных способов эту конкурентоспособность сохранить.

1.5.2. Основные технологически обусловленные тренды на долгосрочную перспективу

Новое неравенство

Внутристрановое неравенство в XX в. сократилось, во второй половине века сокращалось и межстрановое. Но с 90-х гг. XX в. межстрановое неравенство опять начало расти, а в XXI в. при наличии технологических предпосылок к нему добавится и внутристрановое.

В кризис 2008–2009 гг., когда уровень безработицы достигал 10%, существенно обострилась разница между безработицей в различных доходных группах. Если для верхних 10% по доходам уровень безработицы не превышал 3%, то для нижнего дециля он составлял более 30%. Вероятно, застойная безработица (около 30% безработных) и посткризисное сокращение трудовой активности (на 10% трудоспособного населения) также затронули, преимущественно, нижние децили распределения доходов.

Таким образом, на прогнозном горизонте ожидается дальнейший рост и закрепление неравенства доходов.

В пользу роста неравенства играет, во-первых, высвобождение большого количества рабочей силы в промышленности и на транспорте из-за ожидаемой новой промышленной революции, построенной на распределенном производстве, что, в первую очередь, затронет большинство децилей в развивающихся странах, а в развитых – лишь низкодоходные группы. По аналогии со «сланцевой нефтью» избыток трудовых ресурсов перестанет

быть важным фактором роста для развивающихся стран. Вторых – реструктуризация сферы услуг из-за расширения сетевых рынков и сокращения дублирующих сервисов, с одной стороны, и расширения возможностей информатизации на ряд профессий сферы услуг (торговля, финансы, развлечения, СМИ) – с другой. Этот тренд будет воздействовать, в первую очередь, на развитые страны в части средне- и низкодоходных групп.

В пользу закрепления неравенства играют:

- рост порога для функциональной неграмотности (см. подраздел 1.1), снижающей устойчивость общества к манипуляциям в информационном пространстве;

- развитие высокотехнологичных медицинских услуг и нейрофармакологии, до стадии массового распространения консервирующих и даже усиливающих неравенство возможностей;

- потенциально – использование генной инженерии для фактического закрепления неравенства возможностей.

Проактивная политика государства, направленная на сглаживание противоречий, связанных с неравенством, эти сможет разрешать противоречия через:

- национальное субсидирование масштабирования и роста доступа к новым медицинским технологиям – это наивысший приоритет не только для неравенства, но и для национальной конкурентоспособности и безопасности;

- развитие доступа к дистанционному образованию через обеспечение «цифрового равенства», в первую очередь, для развивающихся стран;

- виртуализацию потребления, в первую очередь, в развитых странах, значительно снижающую ресурсные издержки распространения стандарта «золотого миллиарда».

Изменение модели труда и потребления: от цикла «учеба-работа-пенсия» к «учеба-предпринимательство-учеба-...».

Формирование с одной стороны, избытка трудовых ресурсов, а, с другой стороны, удлинение цикла активной трудовой жизни способны существенно изменить эталонную модель жизненного цикла. В пользу такого сценария действует целый ряд факторов:

- ускорение смены технологических укладов до более чем одного за период активной трудовой жизни;

- автоматизация значительной части нетворческих профессий;
- уход государства от солидарной пенсионной ответственности.

Следовательно, конкурентоспособные работники будут вынуждены часто переучиваться и осваивать все более творческие профессии, фактически, получая в составе трудовой премии все большую премию за риск. Параллельно соображения социальной стабильности будут требовать устойчивого перевода большинства не востребуемых трудовых ресурсов в состояние экономической неактивности без роста социальных конфликтов, сопряженных с неравенством. И все это – в условиях недостатка ресурсов перераспределительных пенсионных систем.

Подобный тренд создает значительные стимулы к популяризации «виртуального потребления» как альтернативе физическому потреблению и труду, и переводу значительной части населения в «виртуальную экономику», активность в которой не требует потребления значительных объемов физических ресурсов. Успешная популяризация «виртуального потребления» в этих условиях должна сделать привлекательной (возможно, с участием новой нейрофармакологии) модель экономической и социальной неактивности как альтернативу жизненному циклу «учеба-работа-пенсия» для неконкурентоспособных работников, особенно в развивающихся странах.

В то же время конкурентоспособные работники будут вынуждены принимать на себя все большие риски, вероятно, постепенно превращаясь в самозанятых на гибком контракте с крупными корпорациями. Сохранение конкурентоспособности, вероятно, потребует как постоянного обучения, так и серьезных предпринимательских навыков («диверсификации мышления» и умения брать на себя риск и успешно переносить неудачи). Развитие и вхождение в эту социальную группу в перспективе станет основной целью образования (и, если применимо, нейро- и геномной евгеники).

Социальное страхование в этой модели жизненного цикла состоит не столько из пенсионного обеспечения, сколько из поддерживающих систем: близкого к бесплатному образования для «временно проигравших» и аналога «перманентного прожиточного минимума» (почти полностью состоящего из виртуальных

благ) для «перманентно проигравших». Создание такой системы потребует существенных общественных преобразований, и ее создания вряд ли можно ожидать до конца прогнозного периода.

Снижение социальной инерции и восприятие технологического развития обществом: супердиверсификация управляет суперконцентрацией ресурсов?

Перестройка общества и экономики под новый технологический уклад подразумевает ликвидацию структурных диспропорций. Связанные с этим шоки сглаживаются разрывом скоростей между социальным развитием и технологическим. Этот разрыв замедляет распространение «технологий-убийц». Действие этого механизма – одно из классических объяснений [19] существования длинных волн экономического развития.

Возможности, связанные с социальной инерцией

Снижение социальной инерции (или рост скорости общественных изменений), в том числе и по отношению к технологическому развитию – один из сверхдолгосрочных (дальносрочных) трендов развития общества. Основная возможность, которую предоставляет снижение социальной инерции – снятие существующих ограничений доступа в производительные «социальные лифты» – представляется основным способом вовлечения в процессы развития (технологического, экономического и, как следствие, социального) как можно более широких слоев населения в географическом, национальном и социальном измерениях³¹.

Следует отметить, что технологическое развитие, повлекшее удешевление инфраструктуры и, через рост торговли и специализации, рост премии за квалифицированный труд, стало одним из основных факторов развития этого тренда в эпоху второго и третьего технологических укладов (XVII–XIX вв.). Социально-

³¹ В условиях традиционного аграрного общества любая существенная концентрация ресурсов была сопряжена с рисками вымирания и потому возможна только через насилие в руках государства. Поэтому отвлечение ресурсов на технологические проекты (подразумевающие, как и в случае с инфраструктурными, высокие постоянные издержки) было сопряжено исключительно с государством.

Традиционное аграрное общество было построено на парадигме выживания в условиях высокой неопределенности при постоянной отдаче от масштаба в экономике. Так как негативное изменение погодных условий значительно увеличивало смертность, естественным защитным механизмом было распределение рисков в общинах.

политическая структура общества подстраивалась к типу производства, что нашло отражение в формировании общественной мысли того времени [22]. Вместе с тем, способ подстройки и вовлечения слоев общества существенно менялся от уклада к укладу.

В противовес индустриальной концепции «эффекта масштаба», основным источником роста в современном постиндустриальном обществе предполагается НТР, которой соответствует «эффект грибницы» [23]. Поэтому, в отличие от эпохи массового производства, в постиндустриальную эпоху стандартизация мышления – в целом и навыков – в частности из необходимого условия превращается, скорее, в ограничение развития. Диверсификация способа мышления (то есть расширение «грибницы»), в том числе через обеспечение равенства прав социальных групп, представляется основным способом осуществления развития через НТР в постиндустриальном обществе.

Риски, связанные со снижением социальной инерции

Кризис модели «учеба – работа – пенсия»

В ближайшие 20–30 лет ускорение технологического развития потребует еще более радикального снижения социальной инерции.

В частности, возникнет необходимость пересмотра традиционной модели жизненного цикла человека «учеба – работа – пенсия». В господствовавшей до XX в. системе «межпоколенческих социальных лифтов» скорость адаптации общества к появлению новых технологий превышала длительность человеческой жизни (два поколения), и не вызывала обесценения человеческого капитала в течение трудовой деятельности. Однако в последний век скорость адаптации сначала сравнилась с длительностью трудоспособного возраста (одно поколение), а в последние тридцать лет – превысила ее.

Поколение, рожденное в 1970-х гг. (и часть поколения 1980-х гг.) прошлого века, получившее образование, в лучшем случае, по стандартам четвертого технологического уклада, к 40–50 годам будет вынуждено работать в шестом технологическом укладе. При неизменной скорости технологического развития поколение 2010-х гг. с образованием по стандартам шестого технологического уклада окажется в условиях восьмого техно-

логического уклада к 25 годам. Таким образом, для этого поколения обесценение человеческого капитала произойдет еще до завершения образования.

В рамках модели «учеба – работа – пенсия» амортизация человеческого капитала была равномерной и восполнялась в течение жизни обучением без отрыва от производства, в пределах предполагая модель «непрерывного образования». Однако «непрерывное образование» не требует пересмотра оснований образования³², обуславливающих смену технологического уклада.

Рост технологических рисков и «сверхадаптации» общества к технологическому укладу

Социальную инерцию, то есть разницу в скорости развития технологий и общества можно рассматривать и как инструмент снижения рисков технологической неопределенности для общества. «Сверхадаптация», то есть слишком быстрая подстройка общества к существующему технологическому укладу, во-первых, повышает издержки смены технологического уклада, и, во-вторых, увеличивает специфические риски, связанные с самим укладом – в эту категорию входят и технологические угрозы безопасности человечества, и структурные диспропорции в экономике, возникающие после смены технологического уклада.

Сводные результаты проведенного анализа приведены в таблице (см. Таблица 1).

³² Такая гипотеза была высказана еще философами Просвещения. В частности, речь идет о постепенном стирании границ в требованиях к базовой подготовке профессионалов между «естественными» и «гуманитарными» науками за счет перехода к единому аппарату и расширению использования экспериментальных (имитационных) вместо дескриптивных методов. При переходе к четвертому технологическому укладу в разряд «естественных» наук попала психология, к пятому – социальные науки. Возможно, в шестом укладе в разряд «естественных» наук попадут юриспруденция, история и литература.

Таблица 1

**Основные технологические факторы, возможности
и риски технологического развития в области развития общества**

Технологические факторы (тренды)	Горизонт распространения	Возможности	Риски
1	2	3	4
<i>Информатизация глобального сообщества</i>			
Глубокое проникновение информационных технологий	до 2035	– значительное упрощение масштабирования и сокращение транзакционных издержек в сфере услуг (здравоохранение, образование и др.)	– рост рисков кибербезопасности – пределы использования «интернета вещей» для объектов жизнеобеспечения – рост уязвимости общества к «информационным войнам» – новая роль дронов
	после 2035	– коммодитизация потребления и исчезновение «неторгуемых» товаров	
Рост сетевых связей	до 2035	– значительный рост горизонтальной социальной связанности и активности (внутриобщественной, международной)	– исчезновение приватности – «новое неравенство» на основе личных данных – снижение издержек «цифровой антиутопии»: упрощение слежения, создание «иллюзии выбора» через персонификацию личного сетевого пространства
	после 2035	– сетевые формы управления («прямая электронная демократия»)	

1	2	3	4
Преобладание сетевых рынков	до 2035	<ul style="list-style-type: none"> – исчезновение «национальных рынков» – рост удаленных форм (само)занятости – упрощение роста масштабируемых на стандарте инноваций 	<ul style="list-style-type: none"> – «войны стандартов» – рост прямой конкуренции с «лучшим в мире» – рост количества «проигравших»
	после 2035	<ul style="list-style-type: none"> – потребление только через сферу услуг – доминирование в культуре виртуальной индустрии развлечений 	<ul style="list-style-type: none"> – кризис системы авторских прав и патентов – конкуренция юрисдикций
Исчезновение наличных денег	до 2035		<ul style="list-style-type: none"> – рост рисков платежных систем – рост уязвимости к кибератакам, в том числе со стороны государств – распространение криптовалют и риски индивидуальных налоговых поступлений
	после 2035		<ul style="list-style-type: none"> – исчезновение государственных валют?
<i>Появление и распространение новых производственных технологий</i>			
Появление и распространение новых производственных технологий	до 2035	<ul style="list-style-type: none"> – падение выигрыша от эффекта масштаба – рост разнообразия (индивидуализация) – миниатюризация и распределенность производств – полная автоматизация неквалифицированного труда 	<ul style="list-style-type: none"> – исчезновение модели «азиатского чуда» – распад «национальных чемпионов» в обрабатывающей промышленности – пересборка маршрутов торговли
	после 2035	<ul style="list-style-type: none"> – полная автоматизация труда средней квалификации 	<ul style="list-style-type: none"> – пересмотр подхода к трудовой деятельности

Окончание табл. 1

1	2	3	4
<i>Рост продолжительности жизни и изменение возрастной структуры населения</i>			
Изменение возрастной структуры избирателей	до 2035	– сдвиг возрастной структуры развивающихся экономик	– замедление политической поддержки технического прогресса при повышении возраста работников (избирателей)
	после 2035	– снижение демографических диспропорций для развитых стран относительно развивающихся (за счет неравенства доступа к медицинским технологиям)	
Долгосрочная не-обеспеченность социальных обязательств государства	до 2035	– рост предложения квалифицированной рабочей силы (продление пенсионного возраста)	
	после 2035		– крах пенсионных систем и необходимость полного пересмотра социальных обязательств государства
<i>Значительное улучшение качества жизни в слаборазвитых и развивающихся экономиках</i>			
Значительное улучшение качества жизни в слаборазвитых и развивающихся экономиках	до 2035	– новое качество жизни в развивающихся экономиках (массовое цифровое равенство в образовании и развлечениях) – удешевление обеспечения безопасности с ростом важности кибероружия	– рост потребления природных ресурсов и быстрое загрязнение окружающей среды – международные риски несбывшихся ожиданий конвергенции к стандарту жизни развитых стран
	после 2035	– возможности перехода напрямую к новейшим форматам управления	– формирование нового технологического неравенства

2. РАЗВИТИЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ МЕДИЦИНЫ

В данном разделе проведен анализ основных технологических трендов, связанных с развитием высокотехнологичной медицины, и рассмотрены формируемые ими возможности и риски для будущего развития общества.

2.1. Индивидуальное полногеномное секвенирование

Первая технология прямого ДНК-секвенирования³³ была предложена еще в 1975 г. Ф. Сенгером и А. Коулсоном, однако полностью расшифровать геном³⁴ человека удалось только к 2003 г. (в результате работы над проектом «Геном человека»).

Быстрое развитие технологий секвенирования и появление секвенаторов нового поколения привело к значительному ускорению процесса расшифровки генома и экспоненциальному снижению его стоимости, что открывает широкие возможности для его внедрения в повседневную практику.

Возможности:

Технологии индивидуального полногеномного секвенирования формируют новые перспективы для развития здравоохранения. Их быстрое удешевление и массовое распространение уже в рамках рассматриваемого временного горизонта – до 2035 г. – позволит перейти к по-настоящему персонализированной медицине.

Несмотря на то, что геном человека по-прежнему остается не до конца изученным объектом, происходит быстрое накопление геномных (а также протеомных) данных. Их анализ в рамках исследований по медицинской генетике открывает возможности для детального понимания влияния генетических факторов на процесс заболевания. Соответственно, использование данных о генетическом профиле пациента позволяет учесть индивидуаль-

³³ Секвенирование ДНК – техника определения нуклеотидной последовательности молекулы ДНК для формального описания ее первичной структуры.

³⁴ Геном – наследственная информация, зашифрованная в виде ДНК, РНК или белков.

ные генетически обусловленные особенности организма при постановке диагноза, лечении, профилактике и реабилитации после болезни, что существенно повышает эффективность персонализированной медицины по сравнению с традиционной.

Дополнительные возможности по развитию персонализированной медицины на основе геномных технологий связаны с развитием фармакогеномики – области исследований, применяющей знания специфических генетических вариаций для обеспечения индивидуального подхода к назначению и дозированию лекарств [24].

Использование данных о генетическом профиле пациента позволяет, с одной стороны, обеспечить максимальную эффективность лекарственного средства, а с другой – минимизировать побочные эффекты. Таким образом, возможности применения геномных технологий в фармакологии связаны, прежде всего, с созданием персонализированных лекарств, оптимизированных под генетические особенности конкретного человека³⁵.

Несмотря на рост эффективности лекарств при их персонализации, барьером для развития данного направления станет низкая рентабельность разработки персонализированных лекарств в случае немногочисленности целевых групп пациентов.

Еще одним направлением практического применения знаний о геноме человека выступает развитие новых диагностических технологий. Если традиционные технологии диагностики позволяют обнаружить заболевание, когда в организме уже начинаются определенные процессы, связанные с его протеканием, то диагностические методы, основанные на геномном секвенировании, дают возможность определять предрасположенность к за-

³⁵ На сегодняшний день уже имеется целый ряд примеров успешного применения достижений фармакогеномики. К числу наиболее ярких можно отнести лечение варфарином (назначается при тромбозах). Особенностью данного лекарства является высокая чувствительность организма человека к дозировке (превышение или занижение дозы, которая различается в зависимости от особенностей организма, приводит к тяжелым побочным эффектам). В ходе исследований удалось установить влияние двух генов (CYP2C9 и VKORC1) на действие варфарина в организме. Полученные результаты дали возможность использовать данные генетических тестов, определяющих вариации в указанных генах, наряду с данными о весе и возрасте пациента, для определения эффективной начальной дозировки.

болеванью, тем самым смещая вектор развития здравоохранения к предиктивной медицине.

Прежде всего, данные технологии будут развиваться в направлении ранней диагностики онкологических заболеваний. На сегодняшний день уже получены важнейшие знания о структурных изменениях в геноме человека, связанных с различными типами онкологических заболеваний. Исследования геномов онкологических больных с использованием технологий полногеномного секвенирования могут обеспечить прорыв в понимании природы рака, создав полную картину его возникновения и развития.

В настоящее время в мире активно ведутся работы по созданию открытых детальных каталогов аномалий структуры генома, связанных с развитием онкологических заболеваний. Наибольших успехов в данной области удалось достичь консорциуму «Атлас ракового генома» (Cancer Genome Atlas, TCGA), проекту «Раковый геном» (Cancer Genome Project) и Международному консорциуму по изучению ракового генома (International Cancer Genome Consortium). Систематизированный каталог позволит не только продвинуться в понимании природы рака и усовершенствовать методы его диагностики, но и разработать новые методы лечения, путем создания мишень-ориентированных препаратов, воздействующих на конкретные мутировавшие гены.

Также развитие генетической диагностики на основе полногеномного секвенирования будет иметь большое значение для выявления предрасположенности к тяжелым генетически обусловленным заболеваниям. По мере накопления данных точность такой диагностики будет неуклонно повышаться.

Особую роль уже сейчас играет преимплантационная генетическая диагностика при экстракорпоральном оплодотворении, позволяющая диагностировать генетические нарушения у эмбрионов до их внедрения в организм матери и существенно снизить риск рождения детей с генетическими заболеваниями.

Риски:

Персональная генетическая информация имеет особый статус в силу ряда особенностей [25]:

– она позволяет предсказать будущее состояние здоровья человека, здорового на момент проведения генетических исследо-

ваний, и, следовательно, может быть использована для дискриминации, например, при приеме на работу или при страховании;

– может оказывать значительное влияние не только на обследуемого индивида, но и на его родственников, включая потомков;

– может иметь большое психологическое и социальное значение для человека.

В связи с перечисленными особенностями генетической информации, основные риски, формируемые развитием и широким распространением геномных технологий, связаны с возможностью генетической дискриминации и, соответственно, проблемой защиты генетической информации.

Осознание мировым сообществом возможных рисков геномных технологий произошло еще до начала работ по проекту «Геном человека». В 1992 г. Всемирная медицинская ассамблея приняла Декларацию о проекте «Геном человека», в которой отмечалась опасность использования генетической информации в немедицинских целях.

По мере накопления генетических знаний и широкого распространения генетических тестов начался процесс подстройки законодательств развитых стран в связи с необходимостью защиты персональной генетической информации.

Сразу после завершения в 1997 г. проекта «Геном человека» в США был принят законодательный акт, рекомендующий использование шифров для хранения генетической информации.

Первый в мире закон о запрете дискриминации по генетическому признаку был принят в 2008 г. в США – Genetic Information Nondiscrimination Act (GINA). Закон запрещает генетическую дискриминацию при медицинском страховании и найме на работу. Таким образом, с принятием GINA в США информация о генетических особенностях человека (наличие наследственных заболеваний или предрасположенность к редким генетическим болезням) больше не может быть использована при приеме на работу и увольнении, а также при определении стоимости медицинской страховки.

На сегодняшний день подобные законы приняты уже в 15 странах (Франция, Швеция, Финляндия, Дания и другие)³⁶.

³⁶ В России возможность принятия такого закона пока только обсуждается.

Однако принятие официальных законов о запрете генетической дискриминации не гарантирует сохранение конфиденциальности генетической информации. Существенным риском является возможность возникновения «серых» баз генетических данных и их нелегального использования. Риски будут нарастать по мере накопления знаний о геноме человека, что будет существенно повышать ценность информации, которую можно извлечь из генетического профиля конкретного человека.

Развитие технологий Big Data и их использование для анализа генетических данных может привести к возникновению не только медицинской, но и социальной дискриминации на основе генетических данных (если, к примеру, в ходе исследований будет доказана связь склонности к насилию или асоциальному поведению с наличием того или иного гена), а также к биологизации социальных по своей сути процессов.

Дополнительным риском, связанным с развитием геномных технологий, может стать возможность использования знаний о генотипе для создания биологического оружия выборочного действия, направленного на носителей определенных аллелей в хромосомах или генетических признаков (таких как принадлежность к определенной этнической группе, пол, цвет глаз и другие).

2.2. Генная терапия

Накопление знаний о геноме человека и развитие методов генной инженерии открывают широчайшие возможности для развития генной терапии – лечения заболеваний путем внесения изменений в генетический аппарат человека с целью направленного изменения дефектных генов или придания клеткам новых функций.

В рамках генной терапии можно выделить два подхода, различающихся по типу клеток-мишеней:

– соматическая генная терапия, когда редактируется ДНК неполовых клеток уже рожденного человека (при таком подходе, внесенные в генетический аппарат изменения не передаются по наследству);

– и фетальная генная терапия, при которой редактируется ДНК оплодотворенной яйцеклетки или эмбриона на ранней стадии развития. Предполагается, что при фетальной генной терапии генетические изменения затронут все клетки организма, включая половые, и, следовательно, будут передаваться по наследству.

В зависимости от реализуемого подхода различаются как будущие возможности генной терапии, так и риски, которые она несет для развития общества.

Возможности:

Соматическая генная терапия – быстро развивающееся направление высокотехнологичной медицины, отличительной особенностью которого является нацеленность не на устранение следствий болезни, а на ее первопричину.

Можно выделить два основных метода генной терапии:

– *ex vivo*, когда генетический материал с помощью специальных векторов³⁷ вводится в клетки, выращиваемые в культуре (*in vitro*), а затем модифицированные клетки вводятся пациенту;

– *in vivo*, когда вектор с нужным геном вводится непосредственно в организм человека (в определенную ткань или орган, в перспективе – в кровеносную систему).

Однако если не вдаваться в методологию, оба метода направлены на решение одной и той же задачи – исправление ошибок в работе генов.

На текущий момент практически все препараты для генной терапии находятся на той или иной стадии клинических испытаний. Однако уже сегодня можно говорить о революционных возможностях, которые несет в себе генная терапия.

В ближайшем будущем генная терапия, вероятно, позволит лечить многие (в настоящее время их описано более 4000) моногенные болезни, возникновение которых спровоцировано мутацией одного гена. Кроме того, ожидается прорыв в лечении ряда полигенных и даже инфекционных заболеваний (в 2007 г. с помощью генной терапии удалось впервые вылечить ВИЧ-инфицированного больного).

³⁷ Вектор представляет собой переносчик генов. В качестве векторов используются различные виды вирусов, плазмиды, катионные липосомы.

Особые надежды связаны с возможностью применения генной терапии для лечения онкологических заболеваний.

Многочисленные исследования показали, что развитие большинства видов раковых заболеваний провоцируется дефектами в определенных генах (генах-супрессорах, подавляющих образование злокачественных опухолей или, наоборот, онкогенах, стимулирующих возникновение опухолей), поэтому для их лечения может применяться генная терапия, направленная на активацию или, соответственно, подавление неправильно работающих генов.

К числу других разрабатываемых в настоящее время перспективных подходов к генной терапии онкологических заболеваний можно также отнести:

- онколитическую вирусную генную терапию (избирательное разрушение клеток вирусом);
- пролекарственную генную терапию (самоубийство клеток-мишеней);
- иммунотерапию (противоопухолевые вакцины);
- генную терапию с использованием стволовых клеток.

Первые результаты в применении генной терапии для лечения рака были получены в 2006 г. – с помощью генетически модифицированных Т-лимфоцитов (Т-киллеров) удалось вылечить метастатическую меланому (рак кожи). В настоящее время ведется большое количество клинических испытаний – развиваются новые методы доставки генов и подходы к лечению онкологических заболеваний, и в пределах рассматриваемого временного горизонта можно ожидать серьезного прорыва в этом направлении.

Фетальная генная терапия еще недавно считалась явлением из разряда футурологических и возможным только в очень отдаленной перспективе, однако, новейшие методы редактирования генома (CRISPR/Cas9³⁸) открыли новые революционные перспективы для ее развития.

³⁸ Система CRISPR/Cas9 – новейшая технология редактирования генома, разработанная в 2013 г. Принцип ее работы был позаимствован у бактерий – с помощью такого иммунного механизма они защищаются от вирусов. Суть технологии CRISPR/Cas9 заключается в следующем: система как ножницы разрезает молекулу ДНК (в нужном месте, которое находит благодаря одновременно вводимой в клетку маленькой молекуле РНК), вырезая кусок с неправильным геном и встраивая вместо него «правильную» копию.

В большинстве развитых стран опыты в области фетальной геномной терапии по этическим соображениям запрещены законодательно или де-факто – на исследования в этой области не выделяется финансирование. Но, к примеру, в Китае запретов на опыты в области геномной модификации человеческих эмбрионов нет, а значит, фетальная геномная терапия все равно будет развиваться.

Так, в апреле 2015 г. китайские ученые из Университета Сунь Ятсена впервые в мире опубликовали результаты эксперимента по редактированию генома эмбриона человека.

Суть эксперимента заключалась в том, чтобы вылечить генетическое заболевание крови – бета-талассемию. Для эксперимента были отобраны 86 нежизнеспособных оплодотворенных яйцеклеток (полученные из них эмбрионы не могли бы выжить, но были способны некоторое время развиваться в пробирке). Во все яйцеклетки ввели участок «здорового» гена и систему CRISPR/Cas9 для редактирования дефектного гена. На этапе, когда эмбрион достиг размера 8 клеток, эксперимент был остановлен. Результат – 4 эмбриона из 86 удалось правильно отредактировать.

Пока говорить об успешности фетальной геномной терапии преждевременно – для реального ее использования доля успешно отредактированных эмбрионов должна составлять около 100%. Однако можно ожидать, что достигнув нужных показателей эффективности, это медицинское направление получит широкое распространение в мире (вероятно, за пределами 2035 г.).

Возможности, которые открывает фетальная геномная терапия, прежде всего, будут связаны с терапевтическим применением. Редактирование на стадии эмбриона дефектных генов позволит вылечить тяжелые наследственные заболевания, а также снизить предрасположенность к развитию тех или иных генетически обусловленных болезней.

Помимо терапевтического применения вероятно возникновение нового рынка услуг фетальной геномной инженерии – «дети

Методы геномной инженерии, применявшиеся ранее, предполагали разрезание и сшивание ДНК *in vitro* (то есть в пробирке) с последующим введением измененной ДНК в клетку. Особенность технологии CRISPR/Cas9 заключается в том, что она позволяет проводить все описанные действия в живой клетке.

на заказ», когда родители смогут заранее выбирать желаемые характеристики будущего ребенка, такие как цвет глаз, форма носа, рост и другие.

Очевидно, что фетальная генная инженерия не ограничится только редактированием внешних признаков и будет также использоваться для улучшения физических, психических и интеллектуальных характеристик будущего ребенка. Причем, так как при редактировании генома эмбриона изменяются гены во всех клетках организма, то полученные в результате модификации признаки будут передаваться будущим поколениям.

Риски:

На нынешнем этапе развития генной терапии, когда возможные побочные эффекты ее применения слабо изучены, высока вероятность возникновения событий типа «черный лебедь»³⁹, способных привести к развитию массовых фобий и запрету на дальнейшие исследования в области генной терапии⁴⁰.

Еще одним риском в рамках рассматриваемого временного периода (до 2035 г.) является вероятное возникновение «черных» рынков лекарственных препаратов для генной терапии, прежде всего, в развивающихся странах. Очевидно, что такие препараты, особенно на первых этапах, будут стоить исключительно дорого (к примеру, полная стоимость курса лечения препаратом Glybera для генной терапии редкого наследственного заболевания – недостаточности липопротеинлипазы – составляет 1,1 млн. евро). Высокая стоимость оригинальных препаратов будет стимулировать производство в развивающихся странах дешевых подделок с труднопредсказуемыми эффектами и препаратов, не прошедших должным образом клинические испытания.

³⁹ Редкие и трудно прогнозируемые события, имеющие значительные последствия.

⁴⁰ Как пример уже произошедшего события типа «черный лебедь», надолго затормозившего развитие генной терапии, можно привести смерть Джесси Гелсингера – первого человека, умершего в результате клинических испытаний генной терапии.

В 1999 г. Дж. Уилсон, руководитель Института генной терапии (США), проводил клинические испытания, направленные на лечение дефицита орнитин-транскарбамилазы (тяжелое генетическое заболевание печени). В качестве «транспорта» для исправленного гена были выбраны аденовирусы, обладающие способностью точно встраиваться в нужное место. У Гелсингера введенные аденовирусы вызвали сильную иммунную реакцию, в результате которой он скончался.

Сразу после смерти Гелсингера в мире были заморожены работы, связанные с применением генной терапии к человеку.

Кроме того в случае сохранения запретов на развитие фетальной генной терапии, возможна криминализация сферы генетических исследований, что в условиях бесконтрольности, может привести к непредсказуемым и тяжелым последствиям.

За пределами 2035 г. в случае легального развития фетальной генной терапии возникнут новые виды рисков.

Ключевым риском применения генной терапии для нетерапевтической модификации человека в общечеловеческом масштабе является риск изменения самой природы человека. Причем данный риск подразумевает не только этическую сторону вопроса, но и реальную опасность вмешательства в генетический аппарат последующих поколений и ошибок в генной инженерии.

Кроме того, желание улучшить физические или интеллектуальные качества будущих детей, в сочетании с высокими финансовыми барьерами для применения услуг фетальной генной терапии, может привести к возникновению биологического неравенства людей, закрепляющего экономическое и социальное неравенство, и формированию генетических каст. Дети состоятельных родителей будут рождаться гарантированно красивыми, сильными и с крайне высокими интеллектуальными способностями (возрождение евгеники), что будет фактически закрывать социальные лифты для немодифицированных людей.

2.3. Медицина стволовых клеток

Стволовые клетки представляют собой недифференцированные клетки, способные к самовоспроизведению и дифференцировке в зрелые специализированные клетки, а также имеющие значительный полиферативный потенциал (способность многократно делиться). Их роль в организме сводится к восполнению естественной потери клеток, выполняющих специализированные функции, и именно эта их особенность (способность восполнять утраченные специализированные клетки) определяет ту роль, которая им отводится в будущем развитии медицины.

По происхождению стволовые клетки подразделяют на два вида: эмбриональные и соматические. Эмбриональные клетки

(получаемые из эмбрионов) обладают неограниченной способностью к дифференцировке и неограниченным полиферативным потенциалом, однако, их использование связано с серьезными этическими проблемами.

Соматические клетки (полученные из организма взрослого человека) представляют собой клетки различных типов, локализованные в специализированных органах и тканях: в крови, костном мозге, головном и спинном мозге, мышечных тканях, пульпе зубов, печени, поджелудочной железе и других тканях. Особенно много соматических стволовых клеток содержится в пуповинной крови и плаценте. Они обладают ограниченной способностью к дифференцировке и делению, но в отличие от эмбриональных клеток, использование соматических клеток не вызывает этических возражений, и поэтому именно взрослые соматические стволовые клетки имеют значительный потенциал для практического применения.

Возможности:

Медицина стволовых клеток способна обеспечить два радикальных прорыва в здравоохранении [26]. Первый прорыв – в лечении ряда неизлечимых в настоящее время заболеваний (прежде всего, заболеваний связанных с гибелью или дисфункцией специфических видов клеток, а также, возможно, онкологических заболеваний). Второй – в более отдаленной перспективе (за пределами 2035 года) – развитие регенеративной медицины и выращивание новых органов взамен поврежденных старением, болезнью или лекарствами.

Ожидаемый прорыв в лечении заболеваний будет основан на возможности стволовых клеток восстанавливать разрушенные или неверно функционирующие специализированные клетки. Уже сегодня стволовые клетки активно используются для лечения ишемической болезни. В будущем клеточная терапия, вероятно, позволит лечить нейродегенеративные заболевания (такие как болезнь Альцгеймера, синдром Паркинсона), причиной которых является разрушение нейронов в определенной зоне головного мозга, сахарный диабет I типа, при котором нарушается нормальная работа клеток поджелудочной железы, и др.

Значительный потенциал применения клеточной терапии имеется в лечении онкологических заболеваний – уже много лет

кроветворные стволовые клетки широко используются для лечения рака крови (путем трансплантации костного мозга). В будущем, возможно, удастся с помощью клеточной терапии лечить и другие виды онкологических заболеваний, восстанавливая поврежденные раком ткани и органы.

Возможности клеточной терапии также могут быть расширены за счет комбинирования генной и клеточной терапии. Использование стволовых клеток в качестве первичных реципиентов модифицированной ДНК при генной терапии наследственных или дегенеративных заболеваний способно существенно снизить риск прямого введения рекомбинантной ДНК в организм человека.

В более отдаленной перспективе (предположительно за пределами 2035 г.) вероятно активное развитие регенеративной медицины на базе стволовых клеток – причем данное направление может двигаться в части как стимулирования регенерации *in vivo*, так и выращивания органов вне человеческого организма или их создания из биоискусственных тканей с последующей трансплантацией.

Риски:

Потенциальным риском развития медицины стволовых клеток в ближайшие годы является возможный рост числа онкологических заболеваний, как побочный эффект применения клеток, способных к неограниченному делению.

В отдаленной перспективе (после 2035 г.) риски развития медицины стволовых клеток в основном будут связаны с развитием регенеративной медицины.

Выращивание органов из стволовых клеток, очевидно, будет дорогостоящей технологией (особенно на первых этапах развития), доступной только обеспеченной части населения и локализованной в развитых странах. В этой связи высока вероятность возникновения «черных рынков» услуг регенеративной медицины в развивающихся странах, с низким уровнем качества оказываемых услуг и существенной вероятностью летального исхода операции. При этом, вероятнее всего, «черный рынок» будет специализироваться на эмбриональных стволовых клетках, что приведет к расцвету криминального бизнеса «аборты за деньги».

В перспективе, развитие регенеративной медицины на базе стволовых клеток может привести к радикальному увеличению продолжительности жизни населения, что формирует определенные вызовы для общества, как социальные (новые виды неравенства из-за ограниченной финансовой доступности регенеративных технологий), так и медицинские (рост числа хронических и психических заболеваний). Подробнее о вызовах, связанных с резким увеличением продолжительности жизни, – см. раздел 1.

Кроме того, развитие регенеративной медицины несет в себе определенные этические риски для общества, связанные с возможной трансформацией общественной морали из-за снятия физических ограничений на безответственное поведение (к примеру, если можно вырастить новую печень взамен поврежденной, то снимаются физические ограничения на злоупотребление алкоголем). Помимо этических рисков, такая трансформация может привести к существенному росту нагрузки на систему здравоохранения из-за формирования безответственного отношения к здоровью.

2.4. Наномедицина

Наномедицина (применение нанотехнологий в медицинских целях) – сравнительно новое направление в высокотехнологичной медицине. Ее возможности, как и риски, еще во многом не изучены, однако, уже не остается сомнений, что наномедицина способна совершить революцию в здравоохранении.

Возможности:

Нанотехнологии способны обеспечить медицину сверхчувствительными инструментами (как *in vitro*, так и *in vivo*) для ранней диагностики на клеточном и подклеточном уровне, что может стать прорывом в диагностике онкологических заболеваний.

Примером наиболее перспективной технологии в данной области можно назвать активно разрабатываемую в настоящее время технологию использования флуоресцентных полупроводниковых нанокристаллов (квантовых точек), позволяющих визуализировать на уровне отдельных молекул процессы в клетке, не

разрушая ее. При этом яркость и фотостабильность нанокристаллов позволяет наблюдать молекулярные движения и отслеживать внутриклеточные процессы в реальном времени [27].

Основной проблемой на пути развития данной технологии является токсичность квантовых точек, однако, в квантовых точках третьего поколения эта проблема уже в значительной степени купирована за счет окружения токсичных частиц полимерной или силиконовой оболочкой, что создает задел для их возможного будущего использования *in vivo*.

К другим направлениям развития диагностики с использованием нанотехнологий относится создание нанодатчиков, способных обнаружить определенные биологические молекулы (молекулы определенного вида белка, сигнализирующего о начале болезни). Собранные на одном микрочипе такие нанодатчики смогут служить своего рода карманной лабораторией, осуществляя полную диагностику по одной капле крови.

Наиболее перспективным направлением применения нанотехнологий в лечении заболеваний представляется использование наноконтейнеров для адресной доставки лекарств, прежде всего, для лечения онкологических заболеваний. Существующие на сегодняшний день лекарства против рака, будучи сильно токсичными, воздействуют сразу на все клетки организма, в результате чего их использование ведет к крайне тяжелым побочным эффектам. Переход к адресной доставке лекарств с использованием наночастиц позволит воздействовать на больные клетки локализовано, повышая тем самым эффективность лечения и снижая побочные эффекты и тяжесть лечения для пациента.

В отдаленной перспективе (за пределами 2035 г.) возможно появление нанороботов размером с молекулу (что позволит им перемещаться по кровеносной системе, в том числе через капилляры), способных лечить множество различных заболеваний от холестериновых бляшек в кровеносных сосудах до рака, а также, реставрировать внутренние органы.

Однако пока такие роботы существуют только в теории, а попытка их практической реализации столкнется с большими сложностями, такими как необходимость их оснащения мощным (относительно своего размера) двигателем, позволяющим перемещаться против течения крови и обеспечение питания этого

двигателя, создание системы точной навигации наноробота внутри человека, обеспечение безопасности использования и, главное, формирование у них способностей к выполнению медицинских задач. Все это, с учетом требуемого размера нанороботов, делает невозможным их появление в обозримом будущем.

Риски:

Наномедицина, как и нанотехнологии в целом, являются сравнительно новыми технологическими направлениями, поэтому экспериментальных данных о потенциальных рисках, связанных с их применением, для человека и окружающей среды пока не достаточно. На данном этапе в мировом сообществе вызывают беспокойство три вида рисков развития наномедицины: токсикологические, экологические и риски военной безопасности.

Токсикологические риски связаны со следующими особенностями наночастиц [28]:

- высокая химическая и каталитическая активность поверхности наночастиц;
- высокая концентрация в воздухе при незначительном количестве распыленного вещества;
- способность проникать в любые органы и ткани человека через кожу, дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт, барьеры глаза, обонятельный эпителий и парэнтерально, в том числе в центральную нервную систему;
- способность проникать (при размере менее 50 нм) в клеточное ядро (генотоксичность).

Эти особенности определяют высокую токсичность наночастиц для живых организмов, отсутствующую у более крупных частиц того же вещества. Они способны преодолевать клеточный и гематоэнцефалический барьер и накапливаться во внутренних органах и тканях, вызывая патоморфологические поражения внутренних органов [29]. Кроме того, наночастицы крайне тяжело выводятся из организма. Таким образом, их воздействие на организм человека может иметь крайне серьезные последствия для его здоровья, вплоть до летального исхода.

Экологические риски связаны с возможностью негативного воздействия нанотехнологий на окружающую среду из-за экологических загрязнений от изготовления наноразмерных медицинских устройств, в том числе, из-за возможности переноса нано-

частиц воздушными потоками и накопления в почве и растениях, опасности загрязнения подземных вод, проблемы утилизации наноотходов. Такого рода загрязнения представляют особую опасность, поскольку существующие системы фильтров (прежде всего, воды) не могут улавливать столь малые частицы и не способны обеспечить безопасность человека в случае выброса наночастиц. С учетом высокой токсичности отдельных видов наночастиц, попадание их в систему водоснабжения способно привести к массовой гибели людей.

Риски военной безопасности связаны со значительным потенциалом, который формируют нанотехнологии для создания новых эффективных видов оружия массового поражения. Этот потенциал определяется высокой токсичностью отдельных видов наночастиц, их высокой проникающей способностью, возможностью незаметной транспортировки и легкостью распыления (значительно более эффективной по сравнению с биологическим оружием). Кроме того, наночастицы, имеющие полость (например, углеродные нанотрубки) могут служить контейнерами для доставки в организм человека специально сконструированных вирусов, что, с учетом способности нанотрубок преодолевать гематоэнцефалический барьер, позволит обеспечить 100%-ю вероятность заражения.

В отдаленной перспективе развитие медицинских технологий с использованием нанороботов, как и развитие регенеративной медицины на базе стволовых клеток, станет источником нового вызова для общества, связанного с возможностью радикального увеличения продолжительности жизни населения (подробнее – см. раздел 1).

2.5. Нейропротезирование и нейроинтерфейсы

Еще одно направление высокотехнологичной медицины, лежащее на стыке нейробиологии, биомедицинской инженерии и информационно-коммуникационных технологий – нейропротезирование и создание нейроинтерфейсов.

Нейропротезирование направлено на восстановление утраченных функций нервной системы или сенсорных органов с по-

мощью имплантации специальных устройств (нейропротезов и нейроимплантатов), подключаемых к нервной системе. При этом обмен информацией между нервной системой и имплантатом осуществляется посредством нейроинтерфейса.

Возможности:

На сегодняшний день нейропротезирование и нейроинтерфейсы, подключаемые к периферической нервной системе, уже являются реальностью. Широкое распространение в мире получили слуховые нейропротезы (кохлеарный имплантат⁴¹), разработаны зрительные имплантаты (протез сетчатки глаза, позволяющий различать очертания предметов), созданы бионические протезы конечностей, управляемые подсознательно и даже способные передавать тактильные ощущения.

Дальнейшее развитие нейропротезирования будет связано как с техническим совершенствованием самих протезов и имплантатов (в том числе, с использованием новых материалов), так и с усложнением нейроинтерфейсов.

В обозримом будущем основные возможности, которые создает развитие нейропротезирования, будут связаны с повышением качества жизни людей с ограниченными возможностями и возвращения их к активной жизни за счет восстановления двигательных и сенсорных способностей.

Дополнительные возможности могут возникнуть в связи с разработкой экзоскелета – устройства, способного увеличить физические способности (мускульную силу) человека за счет

⁴¹ Наиболее известным примером успешно применяемого нейропротеза является кохлеарный имплантат, позволяющий компенсировать потерю слуха при повреждении или гибели волосковых клеток улитки. Принцип его работы – перевод звуков в электрические импульсы и преобразование их в сигналы, понятные нервной системе.

Кохлеарный имплантат состоит из двух частей: внешней (речевой процессор) и внутренней (собственно имплантат).

Речевой процессор включает в себя микрофон, микропроцессор и передатчик. Суть работы речевого процессора заключается в улавливании звуков от микрофона, преобразовании их в последовательные электрические импульсы и передаче этих импульсов на имплантат.

Внутренняя часть имплантируется подкожно и состоит из приемника, дешифратора сигналов и цепочки электродов, вживляемых в улитку. Электрические импульсы, полученные от речевого процессора передаются на электроды, расположенные в улитке, от электродов сигналы (в понятном для нервной системы виде) передаются слуховому нерву, а от него – непосредственно в мозг, где они распознаются как звуки.

внешнего каркаса. Создание таких устройств уже активно ведется в мире и первые прототипы (как медицинские, так и армейские) выглядят многообещающе. Однако, по-прежнему нерешенной остается проблема компактного источника питания, способного на длительное время обеспечить экзоскелету возможность автономной работы.

В будущем, развитие этого направления способно не только дать возможность полноценно передвигаться полностью парализованным людям (управление будет осуществляться за счет устройств, считывающих электрические импульсы с кожи головы или с имплантированных в мозг микрочипов), но и обеспечит возможность работы в агрессивных средах (например, при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций или работе с опасными веществами).

Развитие нейроинтерфейсов, очевидно, не ограничится соединением с периферической нервной системой и будет направлено на создание двустороннего прямого интерфейса «мозг-компьютер». Исследования в этом направлении активно развиваются и уже сегодня имеются первые прототипы. Создание нейрокомпьютерного интерфейса, помимо прямого медицинского применения (возможность мысленного управления протезами или экзоскелетом), несет в себе много дополнительных возможностей – от дистанционного управления бытовыми приборами посредством мысленных команд до имплантируемых устройств дополненной реальности, передающих необходимую информацию напрямую в мозг. Это открывает принципиально новые возможности для человека, позволяя со скоростью мысли получать любую имеющуюся в сети Интернет информацию.

Кроме того, развитие технологий подобного рода, очевидно, позволит улучшать отдельные функции мозга (например, память) с помощью нейропротезования.

Риски:

Развитие нейропротезирования несет в себе определенные риски военной безопасности. Разработки, подобные созданию экзоскелета – помимо помощи людям с ограниченными возможностями – могут найти широкое применение в качестве новых военных технологий, способных обеспечить существенный перевес в локальных конфликтах, не предполагающих применение

оружия массового поражения. Развитие технологий нейрокомпьютерных интерфейсов (после 2035 г.), позволяющих оператору мысленно управлять боевым роботом (находясь в безопасном месте) способно привести к игрофикации и виртуализации войны и снижению издержек ее ведения для развитых стран (а также создаст возможность ведения односторонней войны, прежде всего против индустриальных стран, таких как Россия и Китай).

В отдаленной перспективе в случае создания полноценного нейроинтерфейса, позволяющего не только подсознательно управлять протезами, но и получать от них обратную связь (такую, как передача тактильных ощущений, проецирование изображения напрямую в мозг), нейропротезирование может получить распространение в целях нетерапевтической модификации (киборгизации) человека (улучшение физических качеств, вживление имплантатов, дополняющих реальность или улучшающих память). Как и в случае использования геной терапии для нетерапевтической модификации человека, распространение таких технологий может вызвать рост дифференциации в обществе и возникновение такого явления, как киберрасизм – социальное неравенство, возникшее в результате несправедливого распределения нейроимплантов.

В качестве отдельного риска, связанного с появлением двусторонних нейрокомпьютерных интерфейсов (на базе имплантируемых устройств), можно выделить вероятное создание компьютерных вирусов, напрямую влияющих на здоровье человека (прежде всего, психическое).

Кроме того, активное внедрение в повседневную жизнь нейрокомпьютерных интерфейсов может привести к распространению нейрозависимости и дальнейшей виртуализации общества (подробнее см. раздел 1), а также серьезному росту психических заболеваний из-за информационной перегрузки.

2.6. Нейрофармакология

Нейрофармакология представляет собой бурно развивающийся раздел фармакологии, изучающий влияние лекарственных средств на нервную систему. Ее расцвет связан с так называемой революцией нейромедиаторов – развитием знаний о биохимической природе мозга и происходящих в нем ментальных процессах [30].

Нейромедиаторы – биологически активные химические соединения, с помощью которых осуществляется передача электрического импульса от нервной клетки. Их количество и взаимодействие непосредственно влияют на субъективное самочувствие человека (влияя на такие его стороны, как самооценка, настроение, память, ощущения, страх и др.) и сильно связаны с тем, что в психологии принято понимать под «личностью».

Понимание химии процессов, происходящих в головном мозге, позволяет напрямую влиять на эти процессы, и открывает широкие возможности для управления поведением человека.

Возможности:

В настоящее время в мире потребляется огромное количество разнообразных препаратов, регулирующих уровень определенных нейромедиаторов и, тем самым, влияющих на биохимические процессы мозга. Однако, как практически все лекарства, данные препараты зачастую имеют серьезные побочные эффекты, могут вызывать привыкание и синдром отмены после прекращения приема.

Будущие возможности нейрофармакологии, вероятно, будут связаны с разработкой психо- и нейростимуляторов нового поколения, более эффективных и при этом не имеющих побочных эффектов (в том числе, отложенных) и не вызывающих привыкания. Их использование в терапевтических целях позволит помочь людям, страдающим психическими заболеваниями (в том числе, депрессией), и значительно улучшить общее психическое здоровье населения. Развитие данного направления в медицине особенно востребовано в условиях общемировой тенденции к росту числа людей, страдающих психическими расстройствами, в том числе, из-за постоянно растущей информационной нагрузки, стрессов, ускорения темпа жизни и других негативных факторов.

Помимо терапевтического использования, нейрофармакологические препараты нового поколения могут получить широкое распространение в рамках «косметической фармакологии» – то есть не для лечения, а для улучшения отдельных способностей (например, памяти, работоспособности, концентрации внимания). Хотя такое применение несет в себе существенные риски для общества (см. ниже), оно также содержит определенные возможности, связанные, например, с повышением производительности труда.

Риски:

Нейрофармакология, позволяющая влиять на биохимические процессы в мозгу и, тем самым, корректировать модель поведения человека, может быть использована в целях социального контроля и социальной инженерии.

Уже сегодня существуют препараты, широко используемые для корректировки модели поведения и, по сути, направленные на формирование усредненной личности.

Так, к примеру, детям с синдромом дефицита внимания и гиперактивности (зачастую являющимся вариантом нормы) в США назначается психостимулятор риталин (метилфенидат). Его фармакологическое действие во многом схоже с действием таких наркотических веществ, как кокаин и метамфетамин – он повышает внимание, создает чувство эйфории и кратковременный энергетический подъем. Однако в отличие от наркотических веществ, употребление риталина в небольших дозах под наблюдением врача не вызывает физического привыкания и не имеет столь серьезных побочных эффектов, как кокаин.

В ряде случаев, терапевтическое применение такого рода препаратов, как риталин, может быть оправдано (когда имеются серьезные клинические симптомы), однако, существует значительный риск расширения показаний к его применению для корректировки почти нормального поведения или замены одного нормального поведения на другое, которое считается социально более предпочтительным.

Еще одним примером широко распространенного нейрофармакологического препарата является прозак (флуоксетин). Это антидепрессант, влияющий на уровень серотонина (одного из важнейших нейромедиаторов, дефицит которого приводит к

формированию депрессивного состояния, суицидальных настроений и неконтролируемой агрессии).

Так же как и в случае риталина, применения прозака в терапевтических целях способно помочь людям с клиническими проявлениями депрессии, однако, существует высокий риск его использования в качестве «таблетки счастья». Нетерапевтическое распространение препаратов «счастья» с целью социальной инженерии (при отсутствии побочных эффектов, это может быть выгодно политически) будет способствовать формированию широкого слоя населения, лишённого мотивации к развитию.

Отдельно стоит отметить риск появления новых форм наркомании, основанных на сочетании различных разрешенных веществ, например, совместном приеме психостимуляторов и алкоголя, что способно привести к появлению серьезных психических расстройств, прежде всего – среди молодежи как наиболее уязвимой части общества. При этом отсутствие физического привыкания к препаратам нового поколения не отменяет риск формирования психологической зависимости.

Кроме того, если психо- и нейростимуляторы нового поколения будут обладать высокой эффективностью, то люди, принимающие их, получат неоправданные преимущества при приеме на работу, поступлении в учебные заведения и т.д. Это несет в себе дополнительные риски раскола в обществе из-за деления людей на группы по принципу постоянного употребления или принципиального отказа от употребления нейрофармакологических препаратов, возможности дискриминации людей, отказавшихся от искусственного стимулирования способностей организма, формирования новых профессиональных стандартов «де-факто» (когда лица, не принимающие нейростимуляторы, не смогут занимать определенные должности) и создания предпосылок для образования новых форм неравенства в обществе.

2.7. Дистанционная медицина (телемедицина)

Глобальные социальные вызовы, связанные с процессом старения населения и ростом числа сердечно-сосудистых и других хронических заболеваний, потребуют серьезной адаптации

системы здравоохранения. Одним из ключевых направлений такой адаптации, вероятно, станет быстрое развитие и внедрение телемедицины – технологий дистанционного предоставления медицинских услуг (в части как диагностики и медицинского наблюдения, так и лечения).

Возможности:

В основе быстрого распространения телемедицины лежит развитие информационно-коммуникационных технологий. Уже сегодня, по данным исследований ВОЗ [31], в развитых странах, имеющих необходимую инфраструктуру, широко применяется 4 вида телемедицинских услуг:

- телерадиология (передача цифровых радиологических изображений (например, рентгеновских снимков) посредством ИКТ с целью интерпретации и/или консультации);

- телепатология (передача оцифрованных снимков различных патологий (например, микроскопических изображений клеток) посредством ИКТ с целью интерпретации и/или консультации);

- теледерматология (передача медицинской информации, касающейся состояния кожи, посредством ИКТ с целью интерпретации и/или консультации);

- телепсихиатрия (использование ИКТ для оценки психического состояния и/или проведения консультаций с помощью видео- и телефонной связи).

Внедрение телемедицинских технологий даже на нынешнем уровне технологического развития позволяет существенно повысить доступность медицинских услуг (прежде всего, в малонаселенных и труднодоступных районах, районах катастроф и стихийных бедствий) и имеет значительный потенциал удешевления медицинского обслуживания за счет расширения масштабов оказания медицинской помощи на дому и сокращения времени пребывания в стационаре (или отказа от госпитализации).

Кроме того, уже существующие технологии телемедицины позволяют значительно повысить эффективность оказания скорой медицинской помощи за счет возможности оперативной отправки данных о пациенте (например, кардиограммы) на расшифровку прямо из машины скорой помощи и получения результатов еще до прибытия в больницу.

Новые возможности в телемедицине будут во многом связаны с использованием мобильных устройств (в том числе, специальных браслетов здоровья) и имплантируемых микрочипов, передающих необходимую биологическую информацию для целей дистанционного наблюдения за больными и осуществления мониторинга здоровья в реальном времени.

Данные устройства позволят собирать и оперативно оценивать показатели здоровья и направлять их в специализированный центр обработки медицинских данных (для автоматического анализа и хранения). Длительная история наблюдений даст возможность определять индивидуальные нормы здорового состояния для каждого человека и в случае серьезного отклонения от нормы (повышение уровня глюкозы в крови, высокое артериальное давление и др.) устройства смогут отправлять соответствующие предупреждения пациенту и медицинской организации, осуществляющей его обслуживание.

Подобные устройства будут, прежде всего, применяться для осуществления медицинского наблюдения вне стационара за пациентами из групп риска (хронические больные, люди с выявленной предрасположенностью к определенным заболеваниям, пожилые люди), а также для непрерывного контроля состояния здоровья в целях раннего обнаружения заболеваний, самостоятельного сбора медицинских данных и ведения электронной истории болезни.

Широкое внедрение подобных технологий в медицинскую практику позволит осуществлять раннюю диагностику и профилактику заболеваний, повысить качество медицинских услуг (благодаря переходу к персонализированной медицине, учитывающей индивидуальные особенности организма) и удешевить медицинское обслуживание за счет автоматизации процессов медицинского наблюдения.

Развитие технологий телемедицины будет создавать возможности в части не только диагностики и медицинского наблюдения, но и дистанционного лечения, в том числе, проведения хирургических операций с использованием робототехники⁴².

⁴² Роботы-хирурги уже достаточно широко применяются в мире. Наиболее известным примером является роботизированная хирургическая система Da Vinci (производится серийно компанией Intuitive Surgical, США).

Дальнейшее развитие медицинской робототехники позволит проводить сложнейшие хирургические операции в условиях, когда врач и пациент будут разделены значительным расстоянием (например, при невозможности транспортировки пациента).

Одним из направлений развития медицинской робототехники, вероятно, станет разработка автономных роботов, способных самостоятельно ставить диагноз и назначать лекарственную терапию с использованием методов когнитивной медицинской аналитики.

Разработке такого рода технологий будет способствовать накопление медицинской статистики (в том числе, благодаря устройствам мониторинга состояния здоровья пациента) и развитие технологий обработки и анализа больших массивов данных. Первыми шагами в данном направлении можно считать проект компании IBM по созданию когнитивной вычислительной компьютерной платформы Watson (на базе суперкомпьютера) для анализа медицинских данных.

На первых этапах такие системы анализа медицинских данных будут использоваться как дополнительные средства диагностики, снижающие вероятность ошибки врача при постановке диагноза. В перспективе автономные роботы, использующие такого рода системы, смогут заменить собой врачей некоторых специальностей (прежде всего, терапевтов).

Еще одно перспективное направление развития технологий телемедицины – микроимплантируемые устройства с внешним управлением для длительного микродозирования лекарств у людей с хроническими заболеваниями (диабет, ВИЧ-инфекция и др.). Использование таких устройств позволит обеспечить точ-

Da Vinci представляет собой аппарат, состоящий из двух блоков. Один из блоков – робот с четырьмя «руками» – манипуляторами, второй – пульт управления, с которого оператор с помощью джойстиков и многократно увеличенной 3-D картинке оперируемого участка управляет роботом.

Несмотря на то, что данная система не способна работать автономно, она существенно расширяет возможности хирургии за счет высокой гибкости и маневренности. Использование роботизированной системы позволяет проводить низкоинвазивное хирургическое вмешательство через маленькие разрезы. При этом сокращается время на реабилитацию, время пребывания в стационаре, а также значительно снижается риск возникновения осложнений.

В настоящее время система Da Vinci установлена в сотнях клиник по всему миру, более 25 аппаратов уже установлены в России.

ность выполнения предписаний врача, особенно в случаях, когда отклонения от назначенного лечения могут привести к развитию серьезных осложнений, а также существенно снизить риск смерти пациента⁴³.

Драйверами развития микроимплантируемых устройств могут стать смежные технологии самозарядных беспроводных устройств (что позволит решить проблему обеспечения микроимплантов электроэнергией) и дальнейшее развитие биodeградируемых материалов (позволят решить проблему вывода устройств из организма после окончания использования).

Риски:

Существенным риском, связанным с развитием телемедицины, является возможность дискриминации по медицинским показателям и проблема защиты персональной медицинской информации. Также как и в случае с генетической информацией, персональные медицинские данные могут быть использованы для дискриминации со стороны работодателя, страховой компании или общества в целом. С учетом постоянной передачи медицинских данных в рамках он-лайн мониторинга здоровья и обеспечения доступа к ним большого числа медицинских работников, вероятность «утечки информации» значительно повышается.

Дополнительные риски распространения телемедицинских технологий (в первую очередь, микроимплантируемых и мобильных устройств, передающих информацию о человеке в режиме реального времени) связаны с возможностью установления государством новой формы контроля над личностью (подробнее о данной категории рисков – см. раздел 1) и нарушением права человека на неприкосновенность частной жизни.

В случае широкого распространения устройств пожизненного применения существует риск возникновения биологической зависимости человека от государства и/или крупных корпораций, например, в связи с необходимостью постоянной поддержки и обновления программного обеспечения для микроимплан-

⁴³ В настоящее время уже созданы и проходят испытания первые опытные образцы микроимплантируемых устройств. В качестве примера можно привести устройство, имплантируемое в мозг для лечения болезни Паркинсона, или микронасос, подающий лекарство против конвульсий в соответствующие отделы головного мозга для предотвращения приступа эпилепсии.

тируемых устройств с внешним управлением, а также биологической зависимости населения от интернета.

Кроме того, в случае распространения микроимплантируемых устройств с внешним управлением возникает риск злонамеренного вмешательства (например, хакерской атаки на устройство, что может привести к его неправильной работе и серьезным последствиям для здоровья).

Как и в случае других дорогостоящих медицинских технологий, еще одним риском для телемедицины является высокая вероятность возникновения «черных рынков» микроимплантируемых устройств и программного обеспечения для них. Проблема качества микроимплантов (в отличие от внешних устройств) напрямую связана со здоровьем человека, поэтому распространение не прошедших сертификацию имплантируемых устройств, как и программного обеспечения для них, означает не только рост «теневоего» сектора экономики, но и риск ухудшения здоровья населения.

Сводные результаты анализа приведены в таблице (см. Таблица 2).

Таблица 2

**Технологические факторы, связанные с развитием высокотехнологичной медицины:
возможности и риски для развития общества**

Технологические факторы (тренды)	Горизонт распространения	Возможности	Риски
1	2	3	4
Индивидуальное полногеномное секвенирование	до 2035	<p>Переход к персонализированной медицине.</p> <p>Развитие фармакогеномики (повышение эффективности лекарственного лечения за счет индивидуального подхода к назначению и дозированию лекарств на основе данных о генетическом профиле пациента).</p> <p>Развитие генетической диагностики (в том числе, выявление генетической предрасположенности к тяжелым генетически обусловленным заболеваниям).</p> <p>Повышение эффективности лечения онкологических заболеваний.</p>	<p>Генетическая дискриминация и проблема защиты генетической информации.</p> <p>Возникновение «серых» баз генетических данных.</p> <p>Новые виды биологического оружия, направленные на носителей определенных генетических признаков.</p>

1	2	3	4
Генная терапия (воздействие на геном человека)	до 2035	<p><i>Соматическая генная терапия:</i> Лечение моно- и полигенных, а также ряда инфекционных заболеваний, ранее не поддававшихся лечению. Лечение онкологических заболеваний.</p>	<p>Вероятно возникновение событий типа «черный лебедь», способных привести к массовым фобиям, запрету на развитие генной терапии, а также социальному кризису. «Черный» рынок услуг генной терапии.</p>
	после 2035	<p><i>Фетальная генная терапия:</i> Лечение тяжелых наследственных заболеваний. «Дети на заказ» – фетальная генная инженерия, модификация генома человека с целью улучшения физических, психических и интеллектуальных характеристик.</p>	<p>Изменение природы человека (опасность вмешательства в генетический аппарат последующих поколений, ошибки в генной инженерии). Нетерапевтическая модификация человека, биологическое неравенство людей, закрепляющееся на фоне экономического неравенства, и связанные с этим риски роста дифференциации в обществе. В случае запрета, фетальная генная терапия может стать драйвером «теневого» экономики</p>

Продолжение табл. 2

1	2	3	4
Медицина стволовых клеток	до 2035	Прорыв в лечении ряда неизлечимых в настоящее время заболеваний, прежде всего, заболеваний связанных с гибелью или дисфункцией специфических видов клеток (болезнь Альцгеймера, синдром Паркинсона, сахарный диабет и др.), а также, возможно, онкологических заболеваний.	Возможный рост числа онкологических заболеваний.
	после 2035	Развитие регенеративной медицины: выращивание новых (генетически подходящих) органов взамен поврежденных старением, болезнью или лекарствами.	Радикальное увеличение продолжительности жизни, что формирует определенные социальные и медицинские вызовы (рост числа хронических и психических заболеваний). Возникновение «черного» рынка услуг регенеративной медицины (вероятно, на базе эмбриональных стволовых клеток, что повлечет за собой развитие криминального бизнеса «аборты за деньги»). Снятие ограничений на безответственное поведение с последующим ростом нагрузки на систему здравоохранения.

1	2	3	4
Наномедицина	до 2035	Сверхранняя диагностика на клеточном (подклеточном) уровне. Карманные лаборатории с использованием нанодатчиков. Адресная доставка лекарств в определенные клетки с использованием наноструктур.	Токсикологические риски, связанные со способностью наночастиц проникать через клеточные и гематоэнцефалический барьеры и накапливаться в органах и тканях, вызывая серьезные заболевания, вплоть до летального исхода. Экологические риски (проблема утилизации наноотходов, экологические загрязнения от изготовления наномедицинских устройств и материалов). Риски в сфере военной безопасности (использование достижений наномедицинских технологий в военных целях).
	после 2035	Нанороботы размером с молекулу, способные перемещаться внутри человека и лечить множество заболеваний, включая онкологические, а также, реставрировать внутренние органы.	Радикальное увеличение продолжительности жизни, что формирует определенные социальные и медицинские (рост числа хронических и психических заболеваний) вызовы.

Продолжение табл. 2

1	2	3	4
Нейропротезирование и нейроинтерфейсы	до 2035	<p><i>Бионические протезы (подключаемые к периферической нервной системе):</i> Повышение качества жизни людей с ограниченными возможностями. Создание экзоскелета. Возможность работы в агрессивных средах.</p>	<p>Риски в сфере военной безопасности (снижение издержек ведения войны для развитых стран).</p>
	после 2035	<p><i>Нейропротезы и нейроимплантаты, подключаемые к центральной нервной системе:</i> Создание нейрокомпьютерного интерфейса. Улучшение отдельных функций мозга (например, памяти) с помощью нейропротезов.</p>	<p>Нетерапевтическая модификация человека, связанные с ней риски роста дифференциации в обществе. Создание компьютерных вирусов, напрямую влияющих на здоровье человека. Нейрозависимость, виртуализация общества, рост числа психических заболеваний.</p>
Нейрофармакология	до 2035	<p>Использование психотропных веществ нового поколения (без побочных эффектов и не вызывающих привыкания) для помощи людям, страдающим психическими заболеваниями (в том числе, депрессией), улучшение психического здоровья населения, а также – в случае широкого распространения в нетерапевтических целях – возможности повышения производительности труда.</p>	<p>Использование нейрофармакологии в целях социальной инженерии и управления обществом. Новые формы наркомании и (в случае отсутствия физического привыкания) формирование психологической зависимости. Риск раскола в обществе из-за деления людей на группы по принципу постоянного употребления или принципиального отказа от употребления нейрофармакологических препаратов, возможности дискриминации, формирования новых профессиональных стандартов и образования новых форм неравенства.</p>

1	2	3	4
<p>Дистанционная медицина (теле-медицина)</p>	<p>до 2035</p>	<p>Удешевление медицинского обслуживания и повышение его доступности. Повышение эффективности оказания скорой медицинской помощи в случае широкого внедрения уже имеющихся телемедицинских технологий.</p> <p>Дистанционное наблюдение за больными с использованием мобильных устройств и имплантируемых микрочипов, передающих необходимую биологическую информацию, мониторинг состояния здоровья в реальном времени.</p> <p>Дистанционное лечение (в том числе, хирургические операции) с использованием робототехники.</p> <p>Использование микроимплантируемых устройств, управляемых извне, для длительного микродозирования лекарств у людей с хроническими заболеваниями, что позволит существенно снизить риск смерти.</p>	<p>Дискриминация по медицинским показателям и проблема защиты персональной медицинской информации.</p> <p>Микрочипирование людей несет в себе риски, связанные с возможностью установления новых форм контроля над личностью.</p> <p>Биологическая зависимость от государства и крупных корпораций, необходимость постоянного обновления микроимплантируемых устройств с внешним управлением (в том числе, в части программного обеспечения), биологическая зависимость от интернета.</p> <p>Риск злонамеренного вмешательства (хакерские атаки, создание компьютерных вирусов) в работу микроимплантируемых устройств с внешним управлением.</p> <p>Возникновение «черных рынков» микроимплантируемых устройств и программного обеспечения для них.</p>

3. МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

3.1. Основные противоречия в развитии системы образования

Развитие системы образования в долгосрочной перспективе в первую очередь будут определять сформировавшиеся тренды социально-экономического развития, которые сопровождаются соответствующими вызовами для образовательной системы в целом.

Основные тенденции, влияющие на систему образования помимо технологических:

- демографические – рост ожидаемой продолжительности жизни и старение населения; рост интенсивности миграционных потоков;

- усиление глобальной конкуренции во всех сферах – за все ресурсы, включая трудовые, главным образом наиболее квалифицированные кадры;

- изменение спроса на профессии рынке труда – сокращение жизненного цикла профессий и отмирание некоторых из них по мере внедрения ИКТ и результатов других направлений НТП, появление новых профессий;

- изменения в социальной структуре общества – в частности возможное размывание среднего класса;

- глобальные экологические риски – истощение природных ресурсов, климатические изменения.

Действующие разнонаправленно отмеченные тренды приведут к формированию следующих *основных противоречий* в развитии системы образования:

- передача знаний (массовость обучения) vs. социализация индивида;

- работник, способный быстро менять набор компетенций vs. работник с готовым «портфелем» компетенций;

- мир «поиска» информации vs. мир «фильтрации» информации.

Противоречие 1: Передача знаний (массовость обучения) vs. социализация индивида

Система образования, наряду с непосредственно функцией подготовки кадров, обладающих требуемыми знаниями и компетенциями, выполняет две важнейшие социальные функции: социализации индивида и формирования социального лифта. Вероятные изменения в системе образования под влиянием технологических факторов и сформированных глобальных вызовов могут привести к ослаблению способности системы образования выполнять эти социальные функции.

Процесс социализации продолжается в течение всей жизни индивида ввиду постоянно изменяющихся социальных условий и необходимости адаптации к ним. Личность человека формируется под воздействием окружающих внешних и внутренних факторов и является, таким образом, результатом усвоенных в процессе обучения, воспитания общественных норм, ценностей, правил поведения, «примеривания» на себя различных социальных ролей.

Выделяют первичную и вторичную социализацию. Первичная социализация имеет межличностный характер и проводится ближайшим окружением ребенка – члены семьи, друзья, учителя, тренеры и т.п. Вторичная социализация осуществляется агентами внешней по отношению к человеку социальной среды – представителями администрации учебных заведений, предприятий, СМИ и т.д.

По мере все большего замещения «живого» общения виртуальным процесс социализации индивида в реальном мире, как первичная (в меньшей степени), так и вторичная, будет затруднен. Тенденция к замещению присутственного формата образования на виртуальный, вероятно, усугубит ситуацию: формируется конфликт между функциями системы образования – воспитательной, социализирующей и познавательной, образовательной. Он-лайн образование концентрируется прежде всего на передаче знаний, и слабо выполняет функцию инкультурации индивида. Возникает вопрос, какой институт возьмет на себя роль социализации индивида по мере утраты этой роли системой образования.

Помимо этого смещение акцента деятельности образовательных учреждений в сторону передачи знаний в ущерб воспитанию может привести к увеличению случаев и форм асоциального поведения.

Все большее проникновение новых технологий, прежде всего социальных медиа, в жизнь индивида при одновременном устойчивом снижении возраста первого выхода в сеть привело к формированию нового феномена – «киберсоциализации» – социализации в виртуальном пространстве под влиянием и посредством использования современных ИКТ-технологий.

Можно говорить о формировании нового типа культуры – культуры общения и поведения в виртуальной среде. Индивиды дополняют и заменяют живое общение сетевым. Помимо сокращения затрат на общение (возможность связываться с контрагентом практически в режиме 24/7) имеется значительное преимущество – формирование в сети, где по сути нет никаких ограничений, любого образа «себя», воплощая желаемое представление о себе. Помимо этого, в сети становится возможным выплеск негативных эмоций, агрессии, высказывание своих истинных взглядов на тот или иной вопрос, что не всегда возможно в реальном общении.

Новые технологии, с одной стороны, предоставляют дополнительные возможности для социализации индивида, с другой – формируют требования на раннее по возрасту индивида овладение основами компьютерной грамотности и умения работать с информацией. Таким образом, изменяется набор требований к человеку для признания его социализированным.

По мере дальнейшей виртуализации общения и, как следствие, роста значимости киберсоциализации, возникает необходимость формирования культуры поведения в сети, обучения определенным нормам и защиты от нежелательного контента (прежде всего детей⁴⁴). Однако маловероятно, что эта необходимость будет удовлетворительно обеспечена. Киберсоциализация будет иметь стихийный характер со всеми возможными негативными последствиями, присущими данному типу социализации.

⁴⁴ В настоящее время на рынке присутствуют различные продукты, предлагающие «безопасный интернет», однако всеобъемлющий характер сети ведет к легкому доступу к нежелательному контенту с другого устройства.

Отдельным вопросом является влияние ИКТ на такую функцию образования как социальный лифт. Для развития общества чрезвычайно важны хорошо работающие социальные лифты. Во-первых, они позволяют постоянно обновлять и подпитывать элиты за счет молодых, талантливых кадров, и, во-вторых, способствуют социальной стабильности и высокой мотивации в обществе, поскольку при приложении достаточного количества усилий значительна вероятность перехода в более высокий социальный класс.

Образовательные и научные учреждения выступают как один из основных видов социальных лифтов, однако в современной России⁴⁵ роль образования как социального лифта устойчиво снижалась⁴⁶, исключение составляли лишь последние годы⁴⁷.

Технологическое развитие, ведущее к появлению новых образовательных форматов и трансформации образовательной системы в целом, может противоречиво влиять на роль образования как социального лифта.

С одной стороны, снижение издержек по предоставлению образовательных услуг за счет виртуализации образования расширяет возможности для индивидов в глобальном масштабе по

⁴⁵ Данная проблема характерна не только для России. В частности результаты свидетельствуют об устойчивом снижении эффективности образовательных учреждений как социального лифта в Великобритании. Выпускники частных школ, доля учеников которых составляет порядка 5–7%, образует большую часть элиты страны. Доступ в «топовые» учебные заведения крайне эксклюзивен [32]. Подобная ситуация привела к принятию стратегии стимулирования социальной мобильности в стране, предлагающей различные меры поддержки представителей нижних социальных групп, рассчитанные на все возрастные группы.

⁴⁶ Социологи ввели понятие «социального тромба», подразумевающего крайне ограниченный, узкий «проход» по социальным лифтам, например, определенными социальными группами. Примерами ограничений в России могут служить обязательные требования к владению определенными навыками (чтения, счета) при приеме в более престижные школы, что автоматически означает не конкурс талантов, а конкурс возможностей родителей по раннему развитию ребенка. До введения ЕГЭ программа ряда вступительных ВУЗов настолько сильно отличалась от школьной программы, что поступить без занятий с репетиторами или обучения в школах/на курсах при данном ВУЗе было крайне затруднительно.

⁴⁷ Формально положительное влияние на функцию образования как социального лифта должно оказать введение ЕГЭ, которое расширяет возможности иногородних студентов для поступления в ВУЗы других регионов (прежде всего Москвы и Санкт-Петербурга).

получению качественного образования вне зависимости от принадлежности к тому или иному социальному классу. В этом же направлении будут действовать новые форматы отбора кандидатов для дальнейшего обучения и/или непосредственно работы – например, прохождение онлайн-игры, решение квеста, набора кейсов – что будет увеличивать роль образования как социального лифта и повышать социальную мобильность в обществе.

С другой стороны, в долгосрочной перспективе действующие технологические и социальные тренды могут привести к закреплению структуры образования на дорогое элитарное – присутственное и дешевое массовое – виртуальное (виртуальные колледжи, массовые открытые онлайн курсы). Доступ к первым будет практически закрыт для основной массы населения (возможно, не только по критерию доходов, но и по критерию физиологических особенностей – подробнее см. раздел 2), что приведет к замыканию элит и фактической утрате системой образования функции социального лифта.

Противоречие 2: работник, способный быстро менять набор компетенций vs. работник с готовым «портфелем» компетенций

Для прогнозного периода будет характерно противоречие между запросом к системе образования со стороны работника и требованиями работодателя при регулирующей позиции государства.

С точки зрения работника, целью которого является востребованность на рынке труда, формируется спрос на знания в различных сферах деятельности и соответствующий базовый набор компетенций, который в дальнейшем можно будет быстро менять в процессе трудовой жизни (по мере ее радикального продолжения).

С точки зрения работодателей – необходим «готовый» работник с полным набором компетенций, которого не требуется переучивать и доучивать в процессе трудовой деятельности.

Государство пытается соблюдать баланс между специалистами различного уровня подготовки: на макроуровне требуются как высококвалифицированные специалисты широкого профиля, способные работать в кросс-отраслевых сферах деятельности,

так и относительно узкие специалисты с четко очерченным кругом компетенций.

Указанное противоречие развивается в противопоставление между знаниевым и компетентностным подходом к построению системы образования и противоречие между целостной и мозаичной картиной мира, которая формируется у индивида в процессе обучения, и возможно, в итоге приведет к формированию элитарного присутственного образования и дешевого массового виртуального.

Знаниевый подход способствует формированию целостной картины и предполагает, что индивид получает фундаментальное образование по большому числу предметов, на основе чего формируется широкий кругозор, выстраиваются связи между объектами, развивается нестандартное мышление и креативность. В дальнейшем индивид может быстро набирать требуемые навыки в процессе трудовой деятельности и дополнительного образования, легко менять сферы деятельности в процессе трудовой жизни, осваивать кросс-отраслевую специализацию.

К числу факторов, способствующих спросу на знаниевый подход к образованию, на прогнозном периоде, прежде всего, относятся:

- спрос на междисциплинарных специалистов;
- сокращение жизненного цикла профессий и исчезновение ряда из них.

Уже в настоящее время формируется спрос на специалистов, обладающих междисциплинарными знаниями. Такой спрос в будущем по мере развития таких отраслей как нейробиология, нейрокибернетика, нанотехнологии будет только возрастать. На подготовку междисциплинарных специалистов, в частности, нацелено и конвергентное образование – синтез науки, образования и бизнес-проектов (подробнее см. раздел 3.3).

На прогнозном периоде вероятно более быстрое обновление производственных процессов, в т.ч. и основного и основного капитала, в отраслях экономики и, как следствие, – сокращение жизненного цикла профессий, что в свою очередь формирует требование быстрой переподготовки в целях повышения востребованности на рынке труда.

С другой стороны, автоматизация приведет к заметным изменениям на рынке труда – целый ряд профессий практически исчезнет (по крайней мере, в развитых странах), одновременно появятся совершенно новые профессии, освоить которые имея лишь ограниченный «портфель» компетенций невостребованных специальностей будет достаточно затруднительно. В качестве примеров будущих профессий, имеющих кросс-отраслевую специализацию, можно привести следующие: системный биотехнолог, ИТ-медик, системный инженер интеллектуальных энергосистем, оператор автоматизированных транспортных систем, системный инженер композитных материалов, организатор интернет-сообществ, архитектор виртуальности, проектировщик инфраструктуры «умного дома», проектировщик медицинских роботов и проч. [33].

Компетентностный подход основан на том, что индивид сразу набирает весь набор компетенций в процессе обучения, который потребуется ему в процессе трудовой деятельности.

Данный подход заложен в основу текущих трансформационных процессов образования и формирующихся новых образовательных форматах. В частности широкое проникновение и развитие на прогнозном периоде массового дешевого виртуального образования позволит быстро формировать те или иные навыки и умения, однако развивать системность мышления, получать фундаментальные знания в таком «мозаичном» формате намного сложнее.

В направлении развития компетентностного подхода к образованию действует и *формирование «клипового» мышления* у индивидов (особенно молодых) по мере все большего внедрения ИКТ⁴⁸. Клиповое мышление превратилось в своего рода защитную реакцию организма человека на все более растущий инфор-

⁴⁸ Понятия «клиповое мышление», «клиповое сознание» появились в литературе в 1990-е гг.. Устоявшихся определений этих терминов в настоящее время нет, но в целом можно определить «клиповое мышление» как познавательную деятельность, результатом которой является отражение действительности как множества объектов со слабо выявленными или отсутствующими связями между ними, при этом поток информации фрагментарен, происходит частая смена контента, отсутствует целостное восприятие мира.

мационный поток⁴⁹, окружающий мир при клиповом мышлении воспринимается фрагментарно – как последовательность несвязанных между собой фактов, событий.

Одновременно с преимуществами, позволяющими индивиду подстроиться под информационную перегрузку, клиповое мышление несет значительные риски для своего обладателя, наиболее важные из которых – снижение как концентрации внимания, так и коэффициента усвоения знаний, а также ухудшение памяти.⁵⁰

Стихийное формирование клипового мышления ведет к трудностям в реализации «знаниевого» подхода в образовании – индивиду сложно длительное время погружаться в текст и удерживать в памяти большое количество объектов, фактов, выстраивать связи между ними, что формирует своеобразные вызовы для системы образования в виде изменения методик преподавания.

Противоречие 3: мир «поиска» информации vs. мир «фильтрации» информации

Существующие технологические тренды в будущем приведут к значительному изменению информационного пространства, которое будет строиться на противоречии между горизонтальной и вертикальной конфигурациями общества, или «миром поиска» и «миром фильтров» (подробно см. раздел 1).

Подстройка системы образования под указанные изменения зависит от ответа на основной вопрос: насколько эксклюзивными будут навыки применения фильтров, спрос на которые будет все больше по мере нарастания избыточного непроверенного контента. Высокая степень эксклюзивности, вероятно, приведет к разделению системы образования на элитарное и массовое и закрепление соответствующей структуры общества.

⁴⁹ Помимо этого, «клиповое» мышление стимулирует развитие многозадачности и позволяет его обладателю значительно сократить время отклика на новую информацию и скорость реакции на нее.

⁵⁰ В частности, многими педагогами уже отмечается тот факт, что среднестатистические школьники мало читают и быстро забывают прочитанное, вместо оригиналов произведений школьной программы читают краткие пересказы. В принципе информационный мир и развитие ИТ-технологий ведут к тому, что память человека ухудшается. Индивиду теперь не требуется хранить в памяти значительные массивы информации (например, об авторах литературных произведений, расположении тех или иных географических объектов и т.п.), практически любую информацию можно быстро найти в сети с помощью поисковиков.

3.2. Технологические факторы: возможности и риски

Анализ различных технологических факторов, способных повлиять на развитие системы образования в средне- и долгосрочной перспективе, позволил выделить следующие ключевые технологические факторы для развития сферы образования:

- технологии работы с Big Data в образовании;
- технологии виртуальной и дополненной реальности;
- облачные технологии;
- мобильные технологии;
- социальные медиа;
- искусственный интеллект;
- семантические технологии;
- новые медицинские технологии, направленные на улучшение интеллектуальных способностей человека (генная терапия, нейропротезирование, нейрофармакология)⁵¹;
- нейронет.

3.2.1. Технологии работы с Big Data в образовании

Устоявшееся определение «больших данных» – Big Data в настоящее время отсутствует. Более того, в зависимости от ситуации под этим термином понимают как непосредственно набор данных, удовлетворяющих определенным характеристикам⁵², так и подходы, инструменты и методы обработки этих данных, а иногда – и отдельные проекты и весь рынок больших данных в целом.

⁵¹ Возможности и риски внедрения данных технологий подробно рассматриваются в разделе 2.

⁵² Определяющими характеристиками для отнесения данных к категории Big Data являются так называемые три V больших данных: скорость (velocity – включает как скорость прироста данных, так и необходимую скорость их обработки), объем (volume – физический объем данных), многообразие (variety – одновременная обработка различных типов данных – структурированных, полуструктурированных, неструктурированных).

В системе образования Big Data пока широко не применяются⁵³, однако их потенциал весьма высок. По мере развития ИТ-технологий и их дальнейшего проникновения в образование, в большом объеме будут генерироваться цифровые данные, предоставляющие широкие *возможности* для выхода на качественно новый уровень аналитической информации об учебной деятельности и разработки новых методик оценки обучаемых (в частности встроенных в цифровую среду).

Наиболее перспективными и значимыми источниками Big Data в образовании являются:

- игровое обучение;
- он-лайн курсы;
- автоматизированные системы он-лайн опросов и сбора образовательных данных;
- социальные сети.

Конкретным направлением применения «больших данных» может стать использование информации об успешности прохождения других курсов, конкретных действий студентов при прохождении онлайн курса (кликов, последовательности кликов), демографических характеристик, количества дискуссий, в которых принимал участие обучаемый и т.д. для построения динамической адаптивной модели усвоения обучаемым того или иного курса. В перспективе Big Data могут применяться для построения индивидуальных траекторий обучения.

Аналитическая информация, основанная на Big Data, позволит преподносить учебный материал в зависимости от успешности прохождения предыдущих тем, скорости усвоения материала и других индивидуальных характеристик обучаемого, причем в перспективе – в полностью автоматизированном формате.

⁵³ Big Data в настоящее время широко применяются в различных сферах, наиболее ярким примером является использование неструктурированной динамичной информации, размещенной в социальных сетях. Подобная информация представляет интерес для компаний, предлагающих различные товары и услуги, а также государственных органов, взаимодействующих с населением. В частности уже существующие инструменты и подходы работы с социальными сетями открывают следующие возможности для заинтересованных компаний: мониторинг упоминания брендов и названий продуктов (такие возможности предоставляют, например, системы Radian 6, Buzzmetrics); оценка рыночных рисков и возможностей; веб-аналитика – анализ поведения пользователей на собственных ресурсах (например, GoogleAnalytics).

Помимо этого, обеспечивается постоянная обратная связь – какой материал и на каком уровне освоен, что позволяет корректировать модель. Однако пока данное направление находится на стадии концепции.

Другим направлением использования Big Data станет анализ социальных сетей, который позволяет визуализировать связи между обучаемыми и преподавателями, отслеживать их динамику и типы связей (прямые, групповые), это дает возможность, во-первых, оценивать влияние группового общения в социальных сетях на обучение, во-вторых, определять наиболее активных студентов и учеников и аутсайдеров.

В настоящее время аналитика социальных сетей в целях повышения эффективности образовательного процесса находится только в начале своего формирования, однако уже имеются первые продукты, предназначенные для достижения названных целей. Примером служит Social Networks Adapting Pedagogical Practice (SNAPP). Этот модуль позволяет анализировать дискуссии в социальной сети в режиме реального времени в рамках популярных коммерческих и открытых систем управления обучением (Learning Management Systems, LMS). SNAPP интегрируется с различными системами управления обучением (Blackboard, Moodle и Desire2learn).

Дискуссионные образовательные форумы содержат большой объем ценной информации для преподавательского состава, в частности относительно поведенческих моделей студентов в рамках процесса обучения, целей, которые обучаемые ставят перед собой. SNAPP позволяет определить уровень и направление взаимодействия между студентами посредством построения сетевой диаграммы (см. Рисунок 1). С помощью такой диаграммы можно определить студентов, изолированных от сети и находящихся в группе риска, студентов-распространителей информации и знаний; оценить, насколько изменилась модель взаимодействия студентов после подачи того или иного учебного материала и успешность студентов без выставления фактических оценок. Впоследствии данные построенной сетевой диаграммы могут быть экспортированы для дальнейшего анализа в NetDraw.

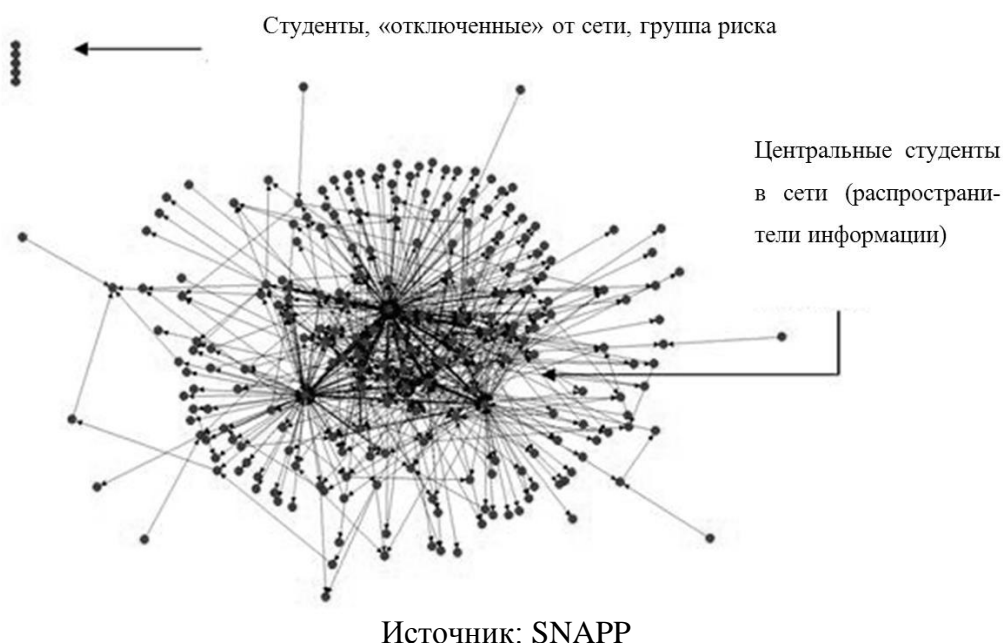


Рис. 1. Пример сетевой диаграммы SNAPP

Использование Big Data в образовании формирует три ключевых *риска*.

Во-первых, возникает проблема качества «больших данных». Информационные системы формализуют большой объем данных, в том числе и неструктурированных. От качества моделей, заложенных в информационных системах, зависит качество полученных результатов. В случае потери каких-то важных деталей можно получить неправильную интерпретацию. В частности в приведенном выше примере с продуктом SNAPP студент, согласно сетевой диаграмме, может расцениваться как «успешный», «распространитель информации» просто за счет сообщений (постов) на образовательном форуме, не имеющих глубокого смысла, что может вызывать оппортунистическое поведение. При этом ряд студентов при высоком уровне проработки учебного материала может практически не участвовать в обсуждениях форума в силу низкого уровня полезности для себя от такого вида времяпровождения.

Таким образом, Big Data в образовании требуют крайне тщательного подхода к их сбору, обработке и интерпретации полученных результатов. Одновременно возникает проблема защиты информации, поскольку растут риски утечки конфиденциальных личных данных.

Во-вторых, требует специального рассмотрения этика использования личных данных для аналитики учебного процесса. В рамках анализа учебной деятельности используется большое количество личных данных обучаемых – как анкетных, так и собираемых в процессе он-лайн обучения и тестирования, благодаря чему формируется широкий перечень этических вопросов, в частности, – могут ли студенты видеть сведения о себе и своих коллегах, корректно ли использовать информацию о том или ином «шаге» в рамках обучения для адаптивной подачи материала, каким образом будет контролироваться доступ к личным данным обучаемых, насколько корректны разрабатываемые педагогические подходы, которые будут формализованы в вычислительных алгоритмах и на основе которых будут приниматься важные решения для обучаемых и т.д.

В-третьих, необходимо решить проблему примата процедурности над нестандартностью. Данный риск подразумевает, что трансформация учебного процесса на основе больших данных с определенной долей вероятности может закрепить стандартные формальные процедуры оценки успешности обучаемых. При этом индивиды с нестандартным мышлением могут не вписаться в систему, а «отфильтровать» их на основе построенной системы оценки успешности будет практически невозможно⁵⁴.

3.2.2. Технологии виртуальной и дополненной реальности

Дополненная реальность (Augmented Reality, AR) – среда, в которой изображение реальных объектов дополняется цифровыми данными в режиме реального времени с помощью различных компьютерных устройств и программного обеспечения к ним.

Выделяется три основных критерия дополненной реальности [34]:

- сочетание реального и виртуального мира;
- интерактивность;
- трехмерность представленных объектов.

⁵⁴ Этот риск будет смягчаться другими возможностями обучаемого проявить себя – в частности как игровыми и кейсовыми отборами в учебные заведения, так и непосредственно проводимые работодателем. Помимо этого расширение возможностей обработки неструктурированных данных и развитие семантических технологий позволят включать в системы оценки творческие задания.

В отличие от дополненной реальности виртуальная реальность представляет собой полностью созданную среду (мир), в который можно проникать, изменять его, наблюдать за изменениями и испытывать при этом реальные ощущения.

В последние годы самый заметный рывок был сделан в области технологий дополненной реальности⁵⁵.

Технологии дополненной реальности применяются в образовании наиболее передовыми преподавателями уже в настоящее время. Цель использования этих технологий – повышение интереса к занятиям и эффективности усвоения материала за счет большей интерактивности.

Так, например, весьма интересным представляется MIT AR Games – игровой проект Массачусетского технологического института. В нем реальное изображение местности объединяется с виртуальным игроком и заложенным сценарием, в рамках которого надо решить ту или иную задачу. Так, сценарий Environmental Detectives предлагает игрокам найти источник утечки опасных токсичных материалов.

С помощью системы Occupational Safety Scaffolding профессор Дотсон Р. читает курс по обеспечению безопасности в ходе строительства. На основе трехмерных моделей, сочетающих реальные и виртуальные объекты, демонстрируется, как правильно возводить строительные леса и подмости⁵⁶.

Развитие технологий дополненной и виртуальной реальности предоставляет огромный потенциал для образовательной си-

⁵⁵ Технологии дополненной реальности применяются во многих сферах, но в наибольшей степени они используются в военной промышленности и игровой индустрии. В военной промышленности в частности используется индикация на лобовом стекле, что позволяет пилоту получать наиболее важную информации на фоне наблюдаемой им обстановки, не отвлекаясь на приборную панель. Для мобильных устройств на рынке представлено большое количество игр с технологиями дополненной реальности (например, Temple Treasure Hunt, ARBasketball, Real Strike и проч.). Активно ведутся разработки «умных» очков, в частности Goggle разрабатывал до 2015 г. гарнитуру Project Glass, а компания Vuzix – Smart Glass M100.

⁵⁶ Помимо указанных примеров, следует отметить экскурсии школьников и студентов, в ходе которых используются технологии дополненной реальности, сочетающие элементы реальной карты местности и событий прошлых эпох. Большой образовательный потенциал у приложения Sky Map. При использовании этого приложения необходимо направить мобильное устройство на небо и на экране появятся названия созвездий и звезд и краткая информация по ним.

стемы, прежде всего для такого формата обучения как игры и симуляторы, при этом открываются следующие *возможности* (подробнее см. раздел 3.3):

- ускорение получения и отработки навыков и компетенций при снижении затрат и рисков на всех ступенях образовательной системы;

- симуляторы-преподаватели.

Основные *риски*:

- риски утраты конфиденциальности (поведение в виртуальной среде можно отследить);

- психические расстройства;

- активизация асоциального поведения;

- преступность в виртуальной среде.

3.2.3. Облачные технологии

По мере все большего проникновения современных ИКТ-технологий в систему образования возрастает актуальность использования облачных технологий.

Облачные технологии обладают рядом существенных преимуществ для учебных заведений.

Во-первых, услуги учебному заведению предоставляются провайдером через Интернет из высокотехнологичных центров обработки данных.

Во-вторых, с точки зрения конечного пользователя создается практически неограниченная масштабируемость. В случае приобретения учебным заведением необходимых вычислительных мощностей и хранилищ данных наблюдаются значительные потери от простоев. Однако при переносе решения указанных задач со своих мощностей в «облако» обеспечивается минимум неиспользуемых ресурсов.

Таким образом, перенос в «облако» всех «непрофильных» функций открывает следующие *возможности* для образовательных учреждений:

- концентрация исключительно на своей профильной деятельности – образовательной;

- значительная экономия ресурсов;

- увеличение доступности и качества услуг, предоставляемых конечным пользователям, благодаря доступу к первоклассным функциям и компетенциям провайдеров «облаков».

Главным *риском* применения облачных технологий в образовании является проблема безопасности данных и возможной утечки конфиденциальной информации. Этот риск обусловлен тем, что центры обработки данных расположены у организаций, неподконтрольных образовательным учреждениям.

Помимо этого данного риска имеется и другой, менее значимый (непосредственно для учебных заведений) – риск так называемой привязки к провайдеру. Расходы на перенос в «облако» функций хранения и обработки данных весьма велики, что увеличивает и издержки перехода к другому провайдеру с более выгодными условиями. Это может оказаться невозможным по причине заведомо высоких издержек на переход.

3.2.4. Мобильные технологии

Влияние мобильных технологий на систему образования имеет комплексный характер: с одной стороны, потенциал включения мобильных устройств в процесс обучения реализован не полностью, с другой – на прогнозном периоде предстоит смена поколений и самих мобильных технологий.

Мобильные технологии рассматриваются как новая образовательная технология в информационном обществе, предоставляющая следующие *возможности* для обучаемых:

- многообразие устройств для прохождения обучения;
- переход к формату обучения 24/7, и как следствие возможности для реализации концепции обучения в течение всей жизни индивида (Life Long Learning, LLL);
- появление новых форматов взаимодействия обучаемых, при этом отпадает необходимость создания специальных компьютерных классов;
- снижение неравенства в доступе к образовательным услугам.

Мобильные технологии предлагают обучаемым широкий спектр устройств, когда выбор конкретного из них зависит от возраста, вкусов, предпочтений и поставленных задач. Такие технологии овеществлены в мобильных телефонах, планшетах, КПК, смартфонах, ноутбуках, игровых консолях, электронных книгах и т.п. Мобильные устройства становятся все более многофункциональными – в частности поддерживают устную речь, чтение, письмо, поиск информации, игры. Немаловажным фак-

тором в процессе расширения применения мобильных устройств является тот факт, что они позволяют обучаемым применять решения для перемещения не теряя связи друг с другом.

В совокупности ресурсы, предоставляемые мобильными технологиями, обеспечивают реализацию формата обучения 24/7 и при этом обучение можно проводить в любом месте.

Мобильные технологии, вероятно, приведут к формированию новых форматов взаимодействия обучаемых. Эти форматы частично упраздняют присутственное образование. Примерами новых форматов группового обучения можно считать [35]:

- динамический класс – возможность не прерывать обучение после очного присутствия на занятиях в учебном заведении, а продолжать его во внеучебное время – взаимодействуя через мобильные устройства с другими членами группы;

- сетевая группа – формат взаимодействия учащихся-заочников;

- креативные группы (учащиеся-производители знаний) – в ходе взаимодействия между обучаемыми обеспечивается обмен знаниями, участие в совместных проектах, обсуждениях, в которых преподаватель выступает не как непререкаемый авторитет, а как наставник-соавтор.

На макроуровне мобильные технологии будут способствовать снижению неравенства в образовании и включению представителей тех социальных групп, которые ранее по тем или иным причинам исключались из процесса обучения.

Масштабное внедрение мобильных технологий в образовании формирует три основных *риска* для общества.

Во-первых, резко возрастает информационная и психическая нагрузка на обучаемых, прежде всего детей, что может привести к росту психических расстройств.

Во-вторых, могут возникнуть проблемы с социализацией индивидов по мере все большей замены «живого» общения на виртуальное (подробно см. раздел 3.1 выше).

В-третьих, могут сложиться условия расширения «образовательного портфолио» студентов при снижении его качества.

Помимо этого, все большее внедрение мобильных технологий в образовательный процесс приведет к конфликту с традиционной системой образования, ориентированной на присут-

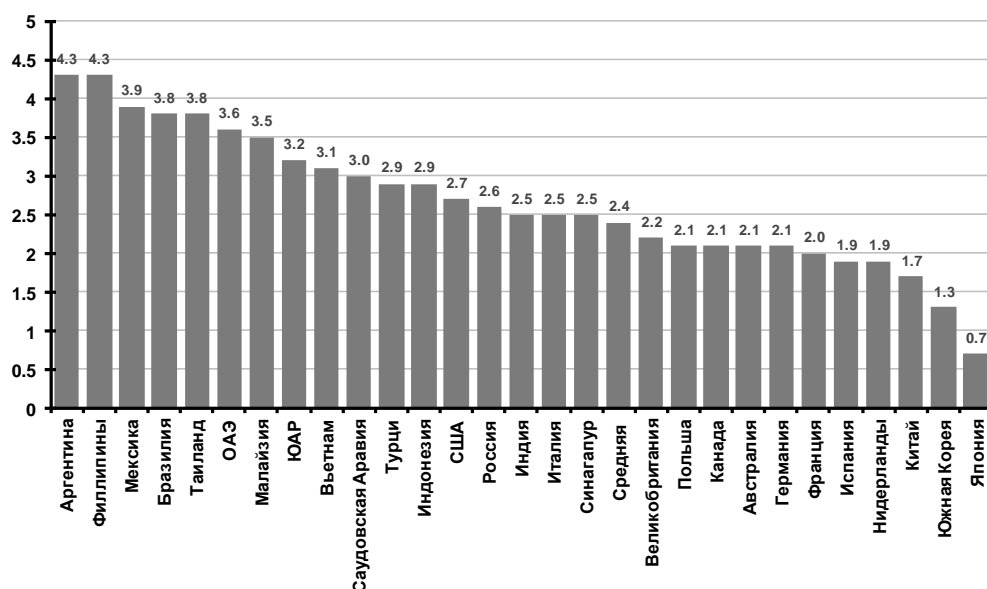
ственные формы обучения и контроля успеваемости. В то время как мобильное обучение направлено на реализацию интересов непосредственно обучаемых, предоставляя возможность строить собственные образовательные траектории и обучаться в любом удобном месте и в любое время.

3.2.5. Социальные медиа

Одно из перспективных направлений использования ИКТ в образовании – включение ресурсов социальных сетей для коммуникации между обучаемыми и педагогами.

Статистические данные свидетельствуют, что социальные сети становятся одним из наиболее популярных способов проведения свободного времени интернет-пользователями.

Аудитория социальных сетей в последние годы увеличивается с высокими темпами. На 2015 г. аудитория самой крупной социальной сети Facebook практически приблизилась к 1.5 млрд. чел., аудитория Twitter выросла с 43 млн. в 2013 г. до 288 млн. чел. в 2015 г., т.е. за два года рост составил более 6 раз. Среднее время ежедневного пребывания в социальных сетях (среди тех, кто пользуется социальными сетями) достигло почти 2.5 часа (см. Рисунок 2).



Источник: данные We Are Social

Рис. 2. Среднее количество часов, затрачиваемое в различных странах пользователями социальных сетей на социальные сети ежедневно в январе 2015 г.

Внедрение социальных медиа в образовательный процесс открывает следующие *возможности*:

- активное сетевое взаимодействие обучаемых: ускорение знакомства с новыми практиками, методами, тенденциями;
- формирование критического мышления;
- международная сеть профессиональных и личных контактов;
- площадки для обсуждения с участием всех сторон образовательного процесса.

Ключевые риски использования социальных медиа в образовании:

- рост информационной нагрузки на человека;
- психические расстройства (в частности высокая агрессия, новые заболевания, например, «боязнь офлайна»);
- проблема безопасности данных;
- «закольцовывание» человека в «близких» социальных сетевых группах;
- новый социальный инфантилизм.

Социальные медиа несут в себе новый риск, не присущий другим технологическим факторам, а именно – «закольцовывание» человека в близких ему по взглядам и интересам социальных группах. Это может привести, во-первых, к росту агрессивности и асоциального поведения из-за снижения способности адекватно выражать свое мнение и общаться с представителями сетевых групп, имеющих другие взгляды, и во-вторых, к повышению возможности манипулирования пользователями (в рамках группы).

Кроме того, значительный риск будет заключаться в связи с возникновением нового социального инфантилизма, одним из факторов формирования которого окажутся социальные медиа. Социальный инфантилизм подразумевает нарушение процесса взросления и социализации личности и выражается в форме личностной и эмоционально-волевой незрелости индивида. Формируется поколение «взрослых детей», или «кидалтов» – термин, образованный от двух английских слов – kid (ребенок) и adult (взрослый) – для которого характерны:

- инфантильная жизненная ориентация, суть которой сводится к гиперпотреблению, развлечениям и удовольствиям⁵⁷;

⁵⁷ Социальный инфантилизм проявляется в различных сферах. Например, в трудовых взаимоотношениях как рост социального иждивенчества, которая в западных стран

- уход от ответственности;
- эгоцентризм;
- конформизм и большая подверженность манипуляциям (со стороны, например, значимых для индивида сетевых групп или СМИ).

Социально-экономическое и технологическое развитие, формирующее спрос на креативных, инициативных работников, может столкнуться с ограничением в виде поколения инфантильных, настроенных на потребление, а не на созидание индивидов.

3.2.6. Искусственный интеллект

Развитие искусственного интеллекта способно в долгосрочной перспективе полностью изменить представления как о том, что есть образованный человек, так и о том, какой должна быть система образования.

Шенк Р. отмечает, что длительное время критерием образованности была энциклопедичность знаний. В будущем, когда для получения информации о том или ином предмете будет достаточно просто задать вопрос и ответ на него даст устройство, обладающее искусственным интеллектом, знания и информация потеряют свою ценность, поскольку их слишком просто будет получить. «В цене будут умные вопросы», а «главным мерилom интеллекта» станет успешный опыт трудовой деятельности ([36], с. 179, 182).

Таким образом, переход к информационному обществу и развитие искусственного интеллекта способно изменить саму концепцию подготовки работника к трудовой деятельности: от умения отвечать на вопросы и решать ограниченный круг задач к умению ставить новые вопросы, определять проблему и выбирать верное решение среди предлагаемых искусственным интеллектом.

выражается в росте числа хронически безработных, а в России – в росте числе взрослых, длительное время финансово зависящих от родителей. Социальный инфантилизм становится и одним из факторов, приводящих к кризису семьи в ее традиционном понимании, о чем свидетельствует появление новых моделей брака (гостевой брак), рост числа пар, сознательно предпочитающих «жить для себя» и отказывающихся от рождения детей (чайлд-фри), рост числа убежденных «одиночек», которые в принципе не хотят создавать семью.

Наиболее резонансным успехом в сфере разработок, связанных с искусственным интеллектом в последнее время⁵⁸, оказалось прохождение компьютерной системой, разработанной российскими программистами, теста Тьюринга⁵⁹ в июне 2014 г.

Основным *риском* разработок в области искусственного интеллекта является возможность выхода этих систем из под контроля управляющего ими субъекта и создание условий, при которых возникает угроза неполного учета ими возможности возникновения этических противоречий⁶⁰. Ряд ученых придерживаются концепции технологической сингулярности – наступления момента времени, после которого технический прогресс станет непостижимым для человека и неконтролируемым, одним из факторов, которые способны спровоцировать такое развитие

⁵⁸ Помимо упомянутого успехом в разработке искусственного интеллекта стали успешные матчи между известными шахматистами и супер-компьютерами, в которых первые проиграли машине. Так, в 1997 г. от суперкомпьютера IBM Deep Blue потерпел поражение Каспаров Г. В. 2011 г. суперкомпьютер фирмы IBM обыграл двух чемпионов игры Jeopardy.

⁵⁹ Идея теста Тьюринга была предложена английским математиком А. Тьюрингом в 1950 г. в статье «Вычислительные машины и разум». В дальнейшем были разработаны различные вариации теста, но в общем виде он представляет собой текстовую «беседу» между человеком и машиной. На основании ответов, получаемых на свои вопросы, человек должен определить, с кем общается – с человеком или машиной. Если после 5-минутного взаимодействия между человеком и компьютером хотя бы 30% участников эксперимента сочтут, что общались с человеком, тест считается пройденным.

В 2014 г. компьютерная система, разработанная в Санкт-Петербурге, смогла убедить 33% участников эксперимента в том, что является 13-летним мальчиком Евгением Гутсманом из Одессы. При разработке системы ключевой была идея, что в этом возрасте подросток может знать много, но в то же время многого не знать.

Многие исследователи отмечают, что тест Тьюринга не является в полной мере тестом на наличие интеллекта у машины, поскольку он определяет лишь способность общаться ограниченное время на определенном уровне. Тест не может определить у системы способность мыслить, принимать решения. Для прохождения теста, с одной стороны, система должна имитировать поведения человека, которое не всегда разумно, с другой – в силу антропоцентризма теста, не проверяется разумное поведение, не присущее человеку.

⁶⁰ О риске угрозы разработок в области искусственного интеллекта для будущего человечества высказываются многие ученые и руководители крупных корпораций, в частности один из наиболее известных физиков-теоретиков современности, создатель и руководитель Центра теоретической космологии Кембриджского университета С. Хокинг, программист и один из учредителей Apple С. Возняк, основатель Microsoft Б. Гейтс. Вариации на тему искусственного интеллекта, вышедшего из под контроля человека, являются популярным сюжетом научно-фантастической литературы.

событий, как раз и является создание искусственного интеллекта, превосходящего человеческий.^{61,62}

3.3. Образовательные форматы

На прогнозном периоде технологические факторы и сформированные глобальные вызовы вызовут появление новых образовательных форматов:

- электронные образовательные ресурсы нового поколения;
- одноранговые сети в образовании (пиринговое обучение, баркэмп);
- игра и симуляции как полноценный образовательный ресурс;
- конвергентное образование;
- индивидуальные образовательные траектории с преподавателями-медиаторами между студентами, бизнесом и знаниями;
- образовательные форматы для лиц старшего возраста⁶³.

3.3.1. Электронные образовательные ресурсы нового поколения

В отличие от традиционного дистанционного образования, для электронных образовательных ресурсов нового поколения характерны высокая масштабируемость (практически неограниченное количество участников курса), тесная взаимосвязь между преподавателями и студентами (в частности посредством интер-

⁶¹ Два других широко обсуждаемых «катализатора» перехода в точку технологической сингулярности – создание самовоспроизводящихся машин (на базе развития нанотехнологий) и киборгизация человека (на базе успехов в создании нейроинтерфейсов.) – создание суперчеловека – не совершающего ошибок и не испытывающего эмоций.

⁶² Многие ученые настроены весьма скептически относительно возможности технологической сингулярности в полном смысле, тем не менее уже появляются факты, позволяющие говорить о возможности слабой сингулярности – когда алгоритмы еще контролируются человеком и служат его потребностям, однако человек все в меньшей степени способен их постигать и своевременно реагировать на них. Примером могут служить мгновенные обвалы рынка американских акций, обусловленные сверхвысокой скоростью автоматизированных торговых систем – скорости, в которых совершаются сделки внутри данных конкурирующих систем уже лежат в зоне, недоступной для человеческого восприятия и реакции.

⁶³ Два последних формата являются естественным развитием и комбинацией перечисленных выше и потому подробно не рассматриваются. Возможности и риски данных форматов приведены в табл. 1.

активных форумов) и свободное размещение учебных материалов в сети интернет.

Наиболее ярким примером уже существующих образовательных ресурсов нового поколения являются Массовые открытые он-лайн курсы (Massive Open Online Course, MOOC). Термин MOOC был введен Кормиером Д. в 2008 г. для характеристики учебного курса, в котором бесплатно обучалось онлайн более 2 тыс. слушателей. В дальнейшем образовательные ресурсы типа MOOC стали появляться быстро, причем к их созданию привлекаются «топовые» учебные заведения, например, Гарвардский и Стенфордский университеты и Массачусетский технологический институт.

Всем MOOC-ресурсам присущи следующие черты:

- привлечение преподавателей из лучших учебных заведений мира;
- наличие графика курса, домашних работ и дедлайнов по предоставлению этих работ;
- наличие многочисленных каналов обратной связи по типу преподаватель-слушатель и слушатель-слушатель;
- невысокая плата за обучение или его бесплатность;
- массовость слушателей и их интернациональный характер.

Наиболее известными и популярными из этих курсов в настоящее время являются следующие: edX, Udacity и Coursera⁶⁴.

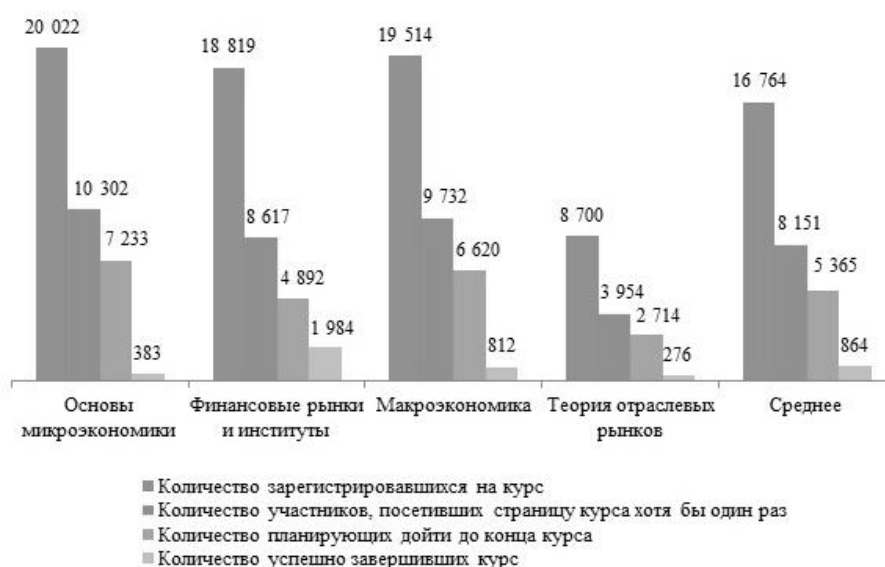
Принцип работы MOOC можно рассмотреть на примере наиболее популярного проекта – Coursera. Масштаб проекта поражает уже сейчас: число слушателей Coursera в 2015 г. превысило 13 млн. чел., которым предлагается свыше 1000 учебных курсов по различным направлениям – гуманитарным специальностям, естественно-научным, ИТ-сфере. Coursera работает по принципу настоящего университета: запись на курсы проводится до определенного срока, студентам предлагаются учебные материалы, после изучения которых до установленного срока требуется сдать домашнее задание. При успешном прохождении курса, который в среднем длится 8–10 недель, студент получает сертификат.

⁶⁴ Все они появились сравнительно недавно – в 2012 г.

В Coursera широко применяются технологии краудсорсинга, в частности для решения проблемы проверки творческих домашних заданий: для получения баллов студенту надо проверить, например, пять работ других студентов. Балл за домашнее задание формируется как средняя арифметическая баллов, выставленных всеми проверяющими. Существенным преимуществом Coursera, обусловленным большим числом слушателей того или иного курса, является быстрая реакция на возникающие проблемы при обучении: в частности среднее время реакции на вопрос на форуме вопросов и ответов составляет порядка 20 минут.

Для обучения в формате Coursera, равно как и в других ресурсах типа MOOC, в настоящее время характерно возникновение нескольких серьезных проблем.

Во-первых, присутствует низкая мотивация к обучению и высокий процент отсева, что вызывает сомнения в продуктивности обучения на MOOC-ресурсах. Статистику отсева Coursera не приводит, но большинство исследователей отмечает, что количество успешно закончивших курс не превышает 10% от его начавших, то есть их количество сокращается примерно на половину на каждом этапе курса, что и подтверждается на примере четырех курсов Coursera, представленных ВШЭ: в среднем из более 16 тыс. записавших на курс окончил его менее 1 тыс. (см. Рисунок 3).



Источник: [37]

Рис. 3. Административные данные по участникам четырех открытых онлайн-курсов НИУ ВШЭ

Во-вторых, возникает проблема, обусловленная уровнем качества обучения. В настоящее время в силу короткого срока функционирования курсов такого типа не имеется какой-то либо статистики по качеству предоставляемых знаний и эффективности их применения в ходе дальнейшей трудовой деятельности.

В-третьих, присутствует проблема сертификации. Сертификаты МООС-ресурсов, выдаваемые в случае успешного прохождения курса, пока не имеют какой-либо «силы», в том числе и для работодателей, если при этом учитывать большое количество претендентов, получивших профильное присутственное образование. Таким образом, встает вопрос, каким образом будет происходить встраивание МООС в существующую систему сертификации знаний и выдачи дипломов об окончании обучения.

Возможности электронных ресурсов нового типа, в частности МООС, для общества весьма широки и могут в корне изменить существующую систему образования.

Во-первых, в перспективе на базе МООС могут быть созданы (в случае разрешения отмеченных ранее проблем, в частности с сертификацией окончивших обучение в формате *Coursera*) «университеты для миллиардов». Эти университеты способны предлагать качественное, дешевое массовое образование, базирующееся на учебных программах «топовых» учебных заведениях мира. Способствовать этому будет в частности стирание языковых барьеров по мере развития семантических технологий.

Во-вторых, такие ресурсы позволяют реализовать концепцию обучения в течение всей жизни. Обучаться на этих ресурсах могут люди всех поколений, лица с ограниченными возможностями, причем в любое удобное для них время, с любого устройства, позволяющего получить доступ к учебным материалам, разбивая учебный материал на части, что повышает эффективность усвоения знаний за счет подстройки под индивидуальную скорость не только обучения, но и освоения соответствующего материала. В свою очередь такая практика позволяет в будущем строить индивидуальные образовательные траектории.

Наконец, электронные образовательные ресурсы нового поколения, предполагающие частое взаимодействие слушателей из различных стран мира между собой дает возможность выстраи-

вать еще в процессе обучения профессиональные и личные контакты.

Выделенные возможности МООС порождают, в свою очередь, *риски* для развития общества, основными из которых являются:

- угроза национальным системам образования;
- возможность влиять на «повестку» дня стран, на базе которых функционируют наиболее массовые электронные образовательные ресурсы;
- угроза утраты национальной и культурной идентичности.

3.3.2. Одноранговые сети в образовании

Заметное место в средне- и долгосрочной перспективе будет принадлежать тренду самоорганизации граждан и формированию горизонтальных сетей, в которых все участники равноправны между собой (подробнее см. раздел 1). В образовании подобный тренд будет реализовываться в виде одноранговых сетей – пиринговое обучение, личное горизонтальное взаимодействие людей с целью образования и обмена опытом (например, баркэмпы).

Пиринговое обучение (от англ. peer-to-peer learning, peer learning) во многом похоже на МООС – базируется на интернет-ресурсах, предоставляет площадки для общения участникам образовательного процесса между собой, легко масштабируемо. Однако пиринговое обучение отличается от обучения в формате МООС по нескольким ключевым параметрам:

- все участники процесса равноправны между собой и любой слушатель одновременно может стать и преподавателем, разместив свой учебный ресурс на пиринговой площадке;
- учебный курс представляет собой, как правило, выстроенный в определенном порядке перечень заданий, который требуется выполнять обучающемуся, со всеми возможными пояснениями и ссылками на полезные открытые образовательные ресурсы;
- отсутствуют какие-либо формы контроля за прохождением курса;
- отсутствуют сертифицирование данного типа образования;

– отсутствуют образовательные учреждения как субъект образовательных отношений.

Наиболее известным и успешным проектом пирингового обучения в настоящее время является платформа P2PU (Peer 2 Peer University, Пиринговый университет).

Другим форматом одноранговых сетей в образовании выступают всевозможные формы массовых конференций в образовательных целях, организованные на принципах краудсорсинга. Примером в настоящее время является баркемп (BarCamp) – международная сеть конференций, которая создается самими участниками по различным тематикам, как правило, так или иначе связанных с ИТ-технологиями и медийными технологиями⁶⁵.

Возможности, которые предоставляют одноранговые сети в образовании, в целом такие же, что и в МООС, за исключением того, что в первом случае отсутствуют какие-либо виды сертификации и, соответственно, одноранговые сети – источник исключительно дополнительного внесистемного образования.

Основной *риск* пирингового образования для общества вытекает из отсутствия как какого-либо контроля и сертификации данного вида обучения, так и организации, которая бы гарантировала достоверность и высокий уровень образовательных услуг, а именно – распространение недостоверных знаний, дезинформация, низкое качество образования в целом.

3.3.3. Игра и симуляции как полноценный образовательный ресурс

Технологическое развитие, прежде всего технологии дополненной и виртуальной реальности сделает на прогнозном периоде одним из важных элементов обучения – игру и симуляции⁶⁶.

В настоящее время игровое обучение слабо встроено в образовательный процесс. Однако польза таких игр для формирования и отработки различных навыков и повышения интереса

⁶⁵ Первое мероприятие формата баркемп было проведено в августе 2005 г. в офисе компании Socialtext, его аудитория составила порядка 200 человек. В России первый баркемп прошел в 2008 г. (iCamp).

⁶⁶ Помимо технологических возможностей способствовать постепенному признанию и включению игры в образовательный процесс на постоянной основе будет формирующаяся в последние десятилетия культура игры. Объем рынка игровой индустрии, согласно Global Games Market Report-2015, в 2014 г. составил 74 млрд. долл.

школьников и студентов к процессу обучения признается большинством педагогов.

Основной *возможностью*, которую несет для общества игра как формат обучения, является ускорение формирования и отработки навыков и компетенций при снижении затрат и рисков на всех ступенях образовательной системы.

С позиции детского образования наиболее перспективными выступают интерактивные развивающие игры длительного пользования, которые могут подстраиваться под ребенка и позволять решать новые задачи на каждой возрастной ступени.

Игры будут активно проникать и в школьное обучение, позволяя формировать стратегическое мышление и отрабатывать новые навыки. Например, ту или иную историческую эпоху можно будет изучать посредством «погружения» в данную среду, что повысит эффективность усвоения материала. Перспективным игровым форматом является квест (от англ. quest – «поиск»), при котором команде или командам требуется решить ряд задач, головоломок для достижения конечной цели. При этом изменяется роль педагога, который из некоего авторитарного носителя знаний становится наставником и участником образовательного процесса наряду со школьниками.

Вероятно, большое распространение в будущем получат массовые многопользовательские ролевые он-лайн игры (Massively Multiplayer Online Role-Playing Game, MMORPG). Уже сейчас имеются пилотные разработки MMORPG, предназначенные для обучения. Например, совместный проект Массачусетского технологического института и компании Microsoft – игра Revolution⁶⁷, представляющая собой курс по школьной истории и MMORPG, нацеленные на обучение основам экологического поведения [38]⁶⁸.

Игра активно будет использоваться и для отработки конкретных навыков в сегменте профессионального образования. Следу-

⁶⁷ Действие игры происходит в 1775 г. в американском городе, жители которого находятся на грани революционного бунта против британских колонизаторов. В игре предполагается семь вариантов развития событий, проходя каждый из которых школьники должны оценивать плюсы и минусы последствий принимаемых решений.

⁶⁸ Проходя различные квесты, школьники предотвращают последствия появления новых вирусов и решают текущие экологические проблемы

ет отметить, что именно в этих целях игра и симуляторы применяются уже достаточно давно – прежде всего для специалистов в сфере транспорта, медицины, энергетики. Однако технологические возможности будущего позволят усовершенствовать и масштабировать игровое и симуляционное обучение и повысить его эффективность. Во-первых, в тренажеры будут встраиваться виртуальные миры высокой степени реальности, что позволит проигрывать различные ситуации и расширить спектр тренируемых навыков, как и сферы применения данного вида обучения. Во-вторых, вероятно, игры будут встраиваться в систему оценки студента. В перспективе игровой формат может быть использован при приеме в учебное заведение или на работу.

Основной *риск* игрового обучения – потеря связи с реальным миром. Прежде всего, виртуальные игры в принципе «затягивают» пользователя, и реальный окружающий мир перестает быть привлекательным и интересным для него. Кроме того, игровое обучение, позволяющее много раз «проживать» один и тот же сценарий развития событий, способно привести к формированию ощущения, что любую ошибку можно исправить, что в совокупности повышает риски психических расстройств и асоциальных форм поведения, а также ошибок как в профессиональном плане, так и при коммуникации с другими людьми.

3.3.4. Конвергентное образование

Конвергентное образование представляет собой синтез науки, обучения и практики. Основу конвергентного образования составляют три принципа:

- междисциплинарность;
- проектная деятельность;
- сетевое взаимодействие.

Как уже отмечалось, на прогнозном периоде ожидается рост спроса на междисциплинарных специалистов, соответственно образовательные учреждения вынуждены будут отвечать на данный вызов разработкой учебных программ, сочетающих глубокое комплексное изучение по сути нескольких различных специальностей. Междисциплинарность образования позволяет уйти от узкой специализации, сформировать широкий кругозор и

на его основе – креативность, обеспечить развитие реальных представлений о целостной картине мира.

Проектная деятельность в процессе обучения способствует формированию надпредметных компетенций, соединению навыков, идей, технологий и бизнеса в одном проекте, своевременному обновлению знаний (что особенно актуально в условиях их быстрого устаревания). Помимо этого, сокращается временной интервал между появлением идеи и ее коммерциализацией.

Сетевое взаимодействие будет осуществляться по двум направлениям: во-первых, между обучаемыми и педагогами по мере внедрения в образование социальных медиа и мобильных технологий, и во-вторых, между заказчиками и исполнителями. Помимо очевидного синергетического эффекта для бизнес-проектов, это позволит обучаемому индивиду формировать сеть личных профессиональных и бизнес-контактов еще в процессе обучения.

Отдельные элементы данного формата обучения появляются уже сейчас. Так, например, необходимость междисциплинарного образования осознается всеми участниками образовательного процесса, государством и бизнесом. Доказательством служит такой тренд образовательной политики и развитых, и развивающихся стран как разработка и внедрение STEM-образования (образование по естественно-научным и техническим специальностям, Science, Technology, Engineering, Math). В отдельных странах ведется или уже завершены долгосрочные стратегии развития STEM-образования⁶⁹.

Слиянию науки, образования и бизнеса на прогнозном периоде будет так же способствовать выход крупных корпораций, прежде всего крупнейших ИТ-компаний, на рынок образовательных услуг.

В перспективе в случае реализации риска разделения образования на массовое дешевое виртуальное и дорогое элитарное присутственное образование основным форматом последнего может стать как раз конвергентное образование.

Полный перечень возможностей и рисков наиболее значительных технологий, связанных с развитием образования, приведен в таблице в конце раздела 3 (см. Таблица 3).

⁶⁹ Например, в 2013 г. в США был представлен пятилетний федеральный план стратегического развития STEM-образования в стране.

Таблица 3

Технологические факторы, связанные с развитием системы образования, и новые образовательные форматы: возможности и риски для развития общества

Технологические факторы (форматы)	Горизонт распространения	Возможности	Риски
1	2	3	4
<i>Технологические факторы</i>			
Технологии работы с Big Data в образовании	до 2035	<p>Качественно новый уровень аналитики учебной деятельности: аналитика прогноза успешности обучаемых, аналитика адаптивного обучения, аналитика социальных сетей, соответственно возможность применения новых педагогических методик на макроуровне, поддержка в принятии решений и лучший контроль за качеством обучения на микроуровне (например, выявление групп риска среди обучаемых).</p> <p>Новые методики оценки обучаемых (в т.ч. встроенные в цифровую среду), что снижает временные затраты преподавателей и повышает точность индивидуальной оценки обучаемых.</p>	<p>Проблема качества Big Data. Этика использования личных данных для анализа. Примат процедурности над нестандартностью.</p>

1	2	3	4
Технологии виртуальной и дополненной реальности	до 2035	Ускорение получения и обработки навыков и компетенций при снижении затрат и рисков на всех ступенях образовательной системы. Симуляторы-преподаватели.	Риски конфиденциальности (поведение в виртуальной среде можно отследить). Психические расстройства. Преступность в виртуальной среде. Ускорение распространения асоциального поведения. Новый социальный инфантилизм.
Облачные технологии	до 2035	Перенос в «облако» всех непрофильных функций, что позволит сконцентрироваться на исключительно «образовательных» задачах, экономия ресурсов, увеличение доступности возможности использовать первоклассные компетенции провайдеров «облаков».	Безопасность данных (центры обработки данных у организаций, неподконтрольных образовательным учреждениям).
Мобильные технологии	до 2035	Разнообразие устройств для прохождения обучения. Формат 24/7, реализация концепции обучения в течение всей жизни (Life Long Learning). Новые группы взаимодействия обучаемых (динамический класс, сетевая группа, креативные группы), отпадает необходимость специальных компьютерных классов.	Высокие психические нагрузки и проблемы с «живым» общением, с социализацией. Расширение «образовательного портфолио» обучаемых при снижении его качества.

Продолжение табл. 3

1	2	3	4
Социальные медиа (прежде всего социальные сети)	до 2035	Активное сетевое взаимодействие обучаемых: ускорение ознакомления с новыми практиками, методами, тенденциями. Формирование критического мышления. Международная сеть профессиональных и личных контактов. Площадки для обсуждения с участием всех сторон образовательного процесса.	Рост информационной нагрузки на человека. Психические расстройства (в частности высокая агрессия, новые заболевания, например, «боязнь офлайна») Проблема безопасности данных. «Закольцовывание» человека в «близких» социальных сетевых группах. Новый социальный инфантилизм.
Искусственный интеллект	до 2035	Автоматизация рутинных операций в процессе обучения и трудовой деятельности. Активное применение искусственного интеллекта в играх.	
	после 2035	Резкое сокращение сроков получения информации по любому возникающему вопросу («ответ на любой вопрос доступен сразу»).	Возможность выхода этих систем из под контроля управляющего ими субъекта Создание условий, при которых возникает угроза неполного учета системой искусственного интеллекта возможности возникновения этических противоречий.

1	2	3	4
Семантические технологии (технологии семантического поиска, автоматические семантические переводчики)	до 2035	Автоматизация рутинных операций в процессе обучения и трудовой деятельности. Стирание языковых барьеров. Резкое повышение эффективности поиска информации в интернете. Интеграция разнородных данных.	–
Новые медицинские технологии, направленные на улучшение интеллектуальных способностей человека (генная терапия, нейропротезирование, нейрофармакология)	до 2035	Резкое увеличение интеллектуального потенциала (подробнее см. раздел 2).	Рост дифференциации общества (подробнее см. раздел 2).
Нейронет	после 2035	Новое качество коммуникаций индивидов.	Угроза физическому и психическому состоянию человека.

Продолжение табл. 3

1	2	3	4
<i>Новые образовательные форматы</i>			
<p>Электронные образовательные ресурсы нового поколения (прежде всего МООС, виртуальные колледжи, виртуальные университеты)</p>	<p>до 2035</p>	<p>«Университеты для миллиарда» – массовое, дешевое получение знаний, доступ к лучшим преподавателям и образовательным практикам. Образование 24/7, реализация концепции обучения в течение всей жизни (Life Long Learning). Совместное образование представителей различных поколений. Образование лиц с ограниченными возможностями. Возможности быстрого встраивания в мировой рынок труда. Международная сеть профессиональных и личных контактов.</p>	<p>Угроза национальным системам образования. Утечка мозгов. Потеря культурного суверенитета и национальной идентичности. Цифровое неравенство в доступе к технологиям. Цифровой разрыв между поколениями. Возможность влиять на «повестку» дня.</p>
<p>Одноранговые сети в образовании, отсутствие централизации (пиринговое обучение, баркэмпсы)</p>	<p>до 2035</p>	<p>Массовое, дешевое получение знаний. Образование 24/7, реализация концепции обучения в течение всей жизни (Life Long Learning). Совместное образование представителей различных поколений. Образование лиц с ограниченными возможностями. Возможности быстрого встраивания в мировой рынок труда. Международная сеть профессиональных и личных контактов.</p>	<p>Контроль качества образования (в данный формат не встроены механизмы принуждения и оценивания). Отсутствие сертификации.</p>

1	2	3	4
Игра и симуляции как полноценный образовательный ресурс	до 2035	Ускорение получения и обработки навыков и компетенций при снижении затрат и рисков на всех ступенях образовательной системы. Симуляторы-преподаватели.	Риски конфиденциальности (поведение в виртуальной среде можно отследить). Психические расстройства. Преступность в виртуальной среде. Активизирование асоциального поведения. Новый социальный инфантилизм.
Конвергентное образование	до 2035	Уход от узкой специализации, формирование широкого кругозора обучаемых. Формирование надпредметных компетенций, получение профессиональных навыков в процессе обучения (соединение идей, технологии и бизнеса в рамках проектного обучения).	–
Индивидуальные образовательные траектории с преподавателями-медиаторами между студентами, бизнесом и знаниями	после 2035	Формирование индивидуального набора компетенций в зависимости от интересов и способностей учащегося в требуемом темпе.	Расширение «образовательного портфолио» обучаемых в при снижении его качества.
Образовательные форматы для лиц старшего возраста	до 2035	Продление трудовой жизни индивида.	Избыток предложения труда, давление на пенсионную систему.

Технологическое развитие в долгосрочной перспективе существенно изменит систему образования.

Широкое распространение мобильных форм обучения, образовательных форматов для пожилых людей, открытых образовательных ресурсов позволит реализовать переход к обучению в течение всей жизни (Life Long Learning) в любом удобном для обучающегося месте и в любое удобное время (формат 24/7).

Существенным трендом, обусловленным, с одной стороны, внедрением мобильных технологий и социальных медиа в образование, с другой, – многозадачностью и междисциплинарностью трудовой деятельности и, как следствие, потребностью в тесном сотрудничестве со специалистами из различных стран мира, станет формирование горизонтальных структур в образовании⁷⁰ [39], что в долгосрочной перспективе это может привести к формированию конфликта с традиционной системой образования, имеющей более авторитарный характер и построенной по принципам вертикальных иерархических структур.

Кроме того образование будет приобретать все более массовый характер по мере дальнейшего внедрения ИКТ и, как следствие, снижения издержек по предоставлению образовательных услуг. В долгосрочной перспективе, в случае решения ряд проблем (в частности сертификации и признания виртуального обучения работодателем) на базе электронных образовательных ресурсов нового поколения могут сформироваться «университеты для миллиарда», предоставляющие качественное, дешевое массовое образование, базирующееся на учебных программах лучших учебных заведений мира. В свою очередь, это может привести к появлению рисков утраты национального образовательного суверенитета большинством стран мира и утраты национальной и культурной идентичности вследствие трансляции глобальных культурных ценностей и возможности влиять на повестку дня стран, в которых будут «базироваться» глобальные виртуальные университеты.

В случае реализации негативного варианта взаимодействия различных разнонаправленных социальных и технологических трендов возникает риск разделения системы образования на два

⁷⁰ Примером могут служить пиринговые сети в обучении.

сегмента: дорогое элитарное – присутственное и дешевое массовое – виртуальное (виртуальные колледжи, массовые открытые онлайн курсы). Роль образования как социального лифта при такой системе образования будет практически утрачена, следствием чего станет замыкание элит внутри собственных границ.

4. ФОРМИРУЕТСЯ ЛИ НОВЫЙ УКЛАД? К НОВЫМ ФОРМАТАМ БИЗНЕСА, ГОСУДАРСТВА И ОБЩЕСТВА

4.1. Уточнение понятия «технологического уклада»

Намечающийся технологический рывок (при допущении, что замедления научно-технологического развития не произойдёт) вновь ставит вопрос о том, каков может быть совокупный, синергетический результат научно-технологического развития.

Ответ на этот вопрос возможен либо в языке «технологических укладов» (данный термин используется преимущественно в России и введён в оборот Д.С. Львовым и С.Ю. Глазьевым [40]), либо в языке «технологической парадигмы» (используется К. Фримэном и К. Перес).

Необходимо отметить, что оба подхода, делающие акценты на разных сторонах взаимодействия технологического и социально-экономического процесса, дополняют друг друга. По Глазьеву – «технологический уклад представляет собой целостное и устойчивое образование, в рамках которого осуществляется замкнутый цикл, начинающийся с добычи и получения первичных ресурсов и заканчивающийся выпуском набора конечных продуктов, соответствующих типу общественного потребления. Комплекс базисных совокупностей технологически сопряжённых производств образует ядро технологического уклада». К. Перес делает важнейший акцент на то, что технологическая парадигма тесно связана со стадией развития экономики и общества; фактически, в подобной постановке технологический уклад

непосредственно и тесно связан с общественным и, более того, – является его неотъемлемой частью.

В рамках данной работы технологический уклад будет рассматриваться как система тесно взаимосвязанных технологий, обуславливающих принципиальные взаимосвязанные сдвиги в структуре экономики и общества, позволяющие говорить о возникновении нового общественного уклада.

Необходимо отметить, что в последние годы в России сложилось крайне упрощенное понимание технологического уклада, как только лишь системы взаимосвязанных технологий. Такое понимание неверно – технологические пакеты (то есть системы взаимосвязанных и взаимообусловленных технологий) в том или ином масштабе возникают постоянно, но лишь единицы из них выходят с отраслевого (межотраслевого) рынка.

Четвёртый и пятый технологические уклады: как технологии способствовали трансформации общества и экономики

Четвёртый технологический уклад (начало XX века – 1960-е годы; в ядре – нефтепродукты, как основной энергоноситель, двигатель внутреннего сгорания, телефонная связь, конвейерное производство, самолёт, автомобиль) привел к возникновению следующих взаимосвязанных сдвигов:

- глобальных военных союзов и глобальных конфликтов – результат возможности управления массами войск в глобальных масштабах (что продемонстрировали две Мировые войны) и так далее;

- транснациональных корпораций – результат резкого ускорения и удешевления транспортных и информационных коммуникаций; возникновение «эффекта масштаба», связанного с массовым конвейерным производством, возможности управлять крупными, территориально разнесёнными производственными объектами;

- «информационного тоталитаризма» (синхронное навязывание населению страны унифицированной информационной повестки дня) – результат развития радио и телевидения и становления на этой основе всепроникающих СМИ.

Пятый технологический уклад (возник в начале 1970-х годов) связан с развитием микроэлектроники, информационных и телекоммуникационных технологий (включая оптоволоконную

и спутниковую связь), «газовой революцией» в энергетике и химии и, аналогично, был сопряжен с:

- кризисом национальных государств вследствие возникновения глобальных СМИ, информационных ресурсов (с соответствующей глобальной информационной и идеологической повесткой дня), глобальных финансово-производственных корпораций;

- возникновением глобальных финансовых структур (результат появления технических возможностей для молниеносного перевода финансовых ресурсов, распространения информации в реальном времени), «финансализации» бизнесов;

- становлением глобального производственного аутсорсинга с возникновением транснациональных цепочек производства добавленной стоимости, специализации отдельных стран на производстве продукции и отдельных компонентов того или иного технологического уровня, проведении НИОКР и т.д.;

- возникновением новых форм занятости (дистанционная занятость, фриланс, краудсорсинг и др.), возрождением на этой базе малого бизнеса;

- формированием внутренних социальных конфликтов между глобализированными и локальными социально-культурными группами, соответствующими элитами, политическими структурами и так далее.

Отметим, что ИКТ-технологии, находившиеся в «ядре» этого уклада, выступали драйвером экономического роста преимущественно не сами по себе – за счет продажи основанных на них товаров и услуг – а, прежде всего, потому что фактически заложили основу под целую волну управленческих инноваций, изменивших систему организации производства и ведения бизнеса. К примеру, многие программные и аппаратные решения разрабатывались целенаправленно под решение задач управления жизненным циклом сложных технических объектов [41].

Сегодня потенциал пятого технологического уклада – а вместе с ним и соответствующих ему структур в экономике и обществе – начинает постепенно иссякать.

Согласно данным Международного союза электросвязи, в 2014 г. число пользователей мобильной связи в мире достигло 6,9 млрд. чел. (проникновение мобильной связи – 96,4%), а в

группе развитых стран показатель проникновения мобильной связи превысил 125%. При этом показатель охвата населения услугами мобильного широкополосного доступа в Интернет в мире достиг 32% (32 пользователя на 100 жителей), а в группе развитых стран – 83,7% и продолжает расти высокими темпами [42].

Таким образом, потенциал экстенсивного расширения различных видов ИКТ услуг может быть исчерпан уже в среднесрочной перспективе. Отсюда – распространение концепции «инновационной паузы» [43]. Ожидается что за этой паузой последует новая волна технологий шестого уклада, которая будет базироваться на конвергенции био-, нано- и информационных технологий.

4.2. Особенности шестого уклада

В среднесрочной перспективе, на стадии перехода между укладами⁷¹, мировое технологическое развитие⁷² будут характеризовать следующие тенденции:

- крупные технологические нововведения, опирающиеся на применение новых конструкционных и композитных материалов и созданные с использованием нанотехнологий;

- формирование нового «ядра» информационных технологий на основе перехода от микроэлектроники к наноэлектронике. В 2013 г. была сформулирована концепция четырех основных движущих сил на рынке ИКТ [44]: социальные сети, мобильные

⁷¹ Этот термин исключительно удачен: действительно, и социальные, и технологические уклады не столько замещают друг друга, сколько сосуществуют, вытесняя более старые на периферию общества (или, в территориальном аспекте, в полупериферию и периферию глобальной «мир-экономики» И. Валлерстайна).

⁷² Пока соответствующие шестому укладу технологии требуют все больших расходов на исследования и разработки, и прежде чем они начнут выступать драйвером новой волны экономического роста потребуются значительное время и очень большие инвестиции. Следовательно, для формирования необходимой финансовой и технологической базы для успешного создания технологий шестого уклада и формирования на их базе новой волны экономического роста предстоит обеспечить продление механизмов экономического роста на основе технологий предыдущего уклада, за счет их более широкого применения и распространения на все еще недостаточно охваченные ИКТ сферы человеческой жизни.

решения, «облачные вычисления» и средства обработки больших объемов информации. Развитие совокупности этих четырех технологических направлений и коммерциализация основанных на их применении услуг должны стать основным драйвером роста ИКТ в краткосрочной перспективе. Помимо этого, еще одним важным драйвером роста ИКТ в ближайшие десять-двадцать лет должны стать развитие технологий 3D-печати и «Интернета вещей» (Internet of Things, IoT). Совокупный экономический эффект от внедрения всего комплекса этих технологий оценивается в диапазоне от 9,7 до 21,6 трлн. долл. до 2020 г. [45];

- переход к новой модели здравоохранения на основе использования генетических методов диагностики, профилактики и лечения;

- развитие технологий альтернативной энергетики с целью снижения зависимости от углеводородных топливно-энергетических ресурсов. Для этого экономически приемлемыми должны стать такие технологии как реакторы на быстрых нейтронах, водородная энергетика, солнечная энергетика, в долгосрочной перспективе – термоядерный синтез;

- сокращение давления техносферы на биосферу Земли, что предполагает радикальные изменения в методах и средствах природоохранной деятельности.

Замедление роста мировой экономики после финансово-экономического кризиса 2008-2009 гг. и постепенное сползание экономик развитых стран и стран экономической периферии в новую волну кризиса существенно затормозили развитие выше-означенных тенденций. В этой связи в экспертной среде широко распространено мнение, что формирование нового технологического уклада может замедлиться.

Поэтому в обозримый период наиболее реально решение лишь самых актуальных проблем мирового технологического развития:

- создание новых препаратов для лечения наиболее распространенных заболеваний, включая создание нового поколения антибиотиков с целью решения проблемы лекарственной устойчивости, и постепенный переход к новой модели здравоохранения и лечения болезней на основе разработки и широкого внедрения таргетных препаратов;

– постепенное развитие альтернативной энергетики (на основе широкого распространения уже имеющихся технологий) с целью снижения зависимости от углеводородных топливно-энергетических ресурсов;

– широкое внедрение новых экологических и сельскохозяйственных технологий (включая совершенствование систем управления водными ресурсами и новые технологические решения для переработки и опреснения морской воды).

Следует ожидать усиления конкуренции на рынках высокотехнологичной продукции, при этом начнут формироваться новые глобальные рынки на базе экологических, ресурсосберегающих и современных инфраструктурных технологий, что даст развитым странам возможность поддержать свой экспорт.

4.3. О социальных аспектах развития шестого технологического уклада

Особенностями перспективного развития на стыке технологической и социальной проблематик, имеющими непосредственное отношение к трансформации современных обществ, по всей видимости, станут:

а) Дальнейший рост индивидуализации во всех сферах человеческой деятельности – от производства до культуры.

Развитие ИКТ позволяет осуществить кастомизацию уже не только производимой промышленной продукции⁷³ и ИКТ⁷⁴.

Следующими очевидными шагами на пути кастомизации становятся:

– расширение возможности индивидуального выхода на глобальный рынок предпринимателей и/или потребителей (в масштабах национальных рынков подобные системы активно

⁷³ Технологии индивидуализации роботизированного производства на базе RFID-меток уже внедряются в производстве элитных автомобилей; в дальнейшем, очевидно, можно ожидать широкого внедрения соответствующих технологий в основные массовые производства.

⁷⁴ Контент поисковых систем, например, уже давно подстраивается под конкретного пользователя через историю его запросов и географическое положение.

используются, например, в Евросоюзе), расширение глобальной интернет-торговли и глобального аутсорсинга⁷⁵, фриланса и т.п.;

– использование «интернета вещей» для обеспечения кастомизации предоставляемых услуг и предлагаемых потребителям товаров;

– развитие персонализированной медицины, обеспечивающей производство готовых лекарственных форм, созданных специально под конкретного больного (в том числе, в рамках фармагеномики – обеспечение соответствия лечению индивидуальному генетическому профилю пациента). Следующие шаги – редактирование генома (вначале для борьбы с наследственными заболеваниями, затем – для управляемого повышения способностей), использование интернета вещей для непрерывного мониторинга здоровья;

– переход к персонализированной образовательной траектории, опирающейся на открытые образовательные ресурсы и соответствующие подходы к оценке результатов обучения. Возникновение параллельной системы образования, ориентирующейся на образование взрослых; непрерывность в течение всей жизни человека; ориентацию на репутационный капитал открытого образовательного ресурса и практическую успешность окончившего курс;

– персонализация получаемой информации, как за счет использования открытых информационных ресурсов, так и за счет – что более важно – формирования ориентированных на конкретного пользователя информационных источников, интегрирующих СМИ и выбранные им интернет-ресурсы. Этот процесс уже имеет место на базе социальных сетей, где человек во все большей степени оказывается способным создать свою собственную, отвечающую его интеллектуальным, профессиональным, этическим и прочим критериям информационную среду. Указанный процесс формирует существенные социальные риски, связанные с диссоциацией единого прежде социума на отдельные локальные сообщества (генерирующие локальные же идентичности), принима-

⁷⁵ Отметим, что на занятых в рамках аутсорсинга не распространяются меры трудового законодательства, что позволяет косвенным образом поддерживать глобальную конкурентоспособность фирм, пользующихся их услугами.

ющие информацию, усиливающие сложившуюся коллективную идентичность и отторгающие любую альтернативную.

б) Принципиальный рост «коммерциализации» социальной сферы и общества в целом, в первую очередь – за счёт расширения сферы сервисной экономики:

– существенный рост значимости предоставляемых индивидуализированных образовательных и медицинских услуг. В связи с этим – в силу проблем со стандартизацией таких услуг и снижением их цены – можно ожидать постепенного перехода к их прямой платности и превращения предоставляемых и финансируемых обществом социальных услуг из «стандартного» в «минимальный набор» (и, вероятно, набор, определяемый требованиями национальной безопасности);

– стирание граней между продуктом-вещью и продуктом-услугой, превращение продукта-вещи в материальный носитель услуги. Речь идёт о ситуации, маркируемой недавней инициативой крупного американского производителя сельскохозяйственной техники John Deere, заключающейся в том, что потребитель теперь будет не приобретать технику (тракторы и др.), а покупать лицензию на средство для обработки земли, собственность на которое остаётся за John Deere. Компания, в свою очередь, берёт на себя регулярное обновление ПО, обеспечивающее повышение полезных свойств продукта;

– возникновение – впервые за длительный период – возможности превращения человеческих способностей в своего рода рыночный актив. Уже в ближайшие десять-пятнадцать лет возможно возникновение рынка управления человеческими способностями путём использования нейрофармакологии (ноотропы) и нейроимплантатов (включая нейрокомпьютерный интерфейс), во второй половине 2030-х годов возможно начало применения технологий модификации генома человека. Поскольку речь идёт о явно рыночных продуктах, впервые за сотни лет возникает риск биологического закрепления социально-экономического неравенства. Данная ситуация является абсолютно новой для экономики, политики и культуры современного общества (по крайней мере, западного типа), основанного на концепции фундаментального равенства людей. Результатом может стать начало трудно прогнозируемых масштабных изме-

нений⁷⁶ в культуре и социальном устройстве западных (в том числе и российского) обществ;

– возникновение в результате дефицита сбережений кризиса государственных пенсионных систем. В такой ситуации пенсионное (шире – социальное) обеспечение с неизбежностью индивидуализируется и будет основываться на персональных пенсионных накоплениях, что подразумевает развитие институтов глобальных финансовых рынков.

Суммарно, всё это означает возникновение трех взаимодействующих трендов:

во-первых, всё в большей мере индивид будет выходить непосредственно на глобальный рынок – и как производитель или аутсорсер, и как потребитель;

во-вторых, сам характер взаимодействия индивида и общества всё в большей степени опосредуется институтами рынка. Остальные формы взаимодействий либо вынужденно трансформируются «под рыночные» (в значительной степени, рынок социальных услуг), либо оказываются в состоянии серьезного кризиса;

в-третьих, индивидуализация оказания услуг происходит на фоне глобализации информационных сетей, стандартов потребительских услуг и т.д. При этом, в разной степени намечается кризис важнейших опосредующих элементов, находящихся между индивидом и глобальным сообществом, включая местный и национальный уровни.

в) Переход к обществу и экономике «информационной избыточности».

Если до сих пор общество, в целом, функционировало в условиях информационного дефицита, и важнейшей задачей практически в любой сфере деятельности был поиск качественной информации по соответствующим темам, то теперь проблема состоит в избытке разнокачественной информации (включая «информационный шум» – в отдельных случаях специально созданный) по практически любому вопросу, в связи с чем на передний план выходит необходимость ее целенаправленной

⁷⁶ В том числе, как вариант (по-видимому, разные общества, как и в первой половине XX века, будут адаптироваться к новой ситуации по-разному) – и вполне антигуманистических по своему содержанию.

филтрации и, как следствие, усиливается роль образования в формировании соответствующих компетенций⁷⁷.

Ситуация в отдельных сферах общества и экономики усугубляется следующими обстоятельствами:

– коммерциализацией (точнее, «финансиализацией») прикладной и, частично, фундаментальной науки; переход к преимущественно частному финансированию прикладных НИОКР (соотношение частного и государственного финансирования прикладных НИОКР в США в настоящее время составляет примерно 70:30, в то время как в 1950-ые годы составляло 30:70) и значительной части фундаментальных исследований предполагает активную информационную работу с потенциальными инвесторами, в том числе – недостаточно квалифицированными. Это, в свою очередь, порождает высокие риски информационно-манипулирования уже и в научно-технической сфере⁷⁸;

⁷⁷ Сегодня формируется проблема единства образования как процессов обучения (передачи информации) и воспитания (формирования личности, инкультурации). Функции обучения в значительной степени переходят к дистанционным ресурсам; уже сейчас, пока – на уровне профессионального образования, дистанционное образование в ряде случаев способно предоставить более качественные (и существенно более потребителски ориентированные) услуги. Нет сомнения, что процесс быстрого роста качества дистанционных образовательных услуг будет развиваться и в дальнейшем. Соответственно, даже на уровне школы качественная информация станет приобретаться из открытых (причём глобальных) источников; а это, в свою очередь, ставит под сомнение возможность эффективной работы связки «образование-воспитание» в рамках перестояющего быть единым и целостным образовательного процесса.

Вероятно, в перспективе можно ожидать глубокой сегментации образования на два блока: а) методологически-ориентированный – синтез формирования у учащегося базовой картины мира и методологии работы в информационно избыточной среде (умения быстро и правильно набирать конкретные компетенции), воспитание, обеспечивающее поддержание и воспроизводство идентичности в глобальном культурном контексте; б) «старый», обучение-ориентированный, обеспечивающий создание определенного первичного набора компетенций, позволяющего в дальнейшем, в ходе практической деятельности, приобретать новые (в том числе – путем участия в дистанционных образовательных проектах).

⁷⁸ Так, очевидным примером искусственного разогрева ожиданий была серия публикаций об относительно скором (на горизонте до 2020 г.) создании нано-ассемблеров и нанороботов (на сегодняшний день в данной сфере не решен ряд фундаментальных научных задач, связанных с созданием для них источников энергии и управлением нанообъектами). Не вполне ясно, действительно ли специалистам компании Lockheed удалось добиться прорыва в решении целого ряда фундаментальных научных и инженерных задач, связанных с длительным удержанием плазмы, или публичное заявление о том, что компания к 2020 г. подготовит коммерчески эффективный термоядерный реактор является очередной рекламой для финансовых инвесторов.

– возникновением феномена BigData, с возможностью анализировать (в том числе – перекрёстно) и прогнозировать значительные объёмы первичной информации (о покупках во всех гипермаркетах, о движении владельцев сотовых телефонов по городу в течение дня, о результатах всех тестов студентов по всем предметам и другие). С одной стороны, это открывает принципиально новые возможности в ряде областей (ранней диагностике заболеваний, борьбе с преступностью, управлению транспортом и так далее). С другой – инструменты работы с BigData достаточно сложны, а результаты работы соответствующих моделей с трудом поддаются логическому анализу – пользователь вынужден пассивно доверять тому, что «машина посчитала»;

– возможностью «управления нарративами» – целевой подачей структурированной информации под конкретную целевую аудиторию, формированием принципиально различных внутренне-согласованных информационных образов конкретных ситуаций и проблем для отдельных целевых аудиторий (задача отчасти облегчается самостоятельным формированием замкнутых сетевых информационных сообществ). Соответственно, можно ожидать: с одной стороны – усиления «необозримости» крупных проблем национального или глобального общества, оттенков позиций в дискуссиях о них и т.д.⁷⁹, с другой – кризиса привычных моделей демократии на общенациональном уровне. Несомненно, голосований (в том числе прямых, с использованием дистанционных интерфейсов) в жизни граждан будет больше, чем сейчас. Но формирование реальной политической повестки дня, «политического меню» на выборах – с высокой вероятностью станет еще более отчуждённым от индивида-обывателя, чем теперь.

г) Формирование принципиально новых финансовых моделей, обеспечивающих развитие инноваций, в том числе – в «бедных» обществах.

Перестройка сложившейся экономической и финансовой системы требует в качестве нового драйвера развитие и внедрение финансовых инноваций (см. Приложение). Для масштабного развития новых технологий в социально значимых сферах жизни общества, востребованных у широких слоев населения с низкой платежеспособностью, с конца 2000-ых годов формируется

⁷⁹ Прямое следствие ситуации «информационной избыточности».

новая волна «организационных», «инвестиционных» и «финансовых» инноваций, которые в основном сводятся к различным формам проектного финансирования в международном масштабе и призваны заставить крупные корпорации решать социально значимые задачи без отрыва от основной функции по получению прибыли [46]. Идеологом этого принципа является известный американский экономист М. Портер, который провозгласил принцип так называемой «общественной стоимости» [47].

Формирующаяся на базе этого принципа волна новых финансовых и организационных технологий получила собирательное название «преобразующих инвестиций» (Impact Investing). Также часто можно встретить термины «социальные инвестиции» (Social Investing), ответственные инвестиции (Responsible Investing) и т.п.

В основе этого принципа проектное финансирование, основанное на взаимобмене доступом к ресурсам, без прямого привлечения финансовых средств. Иначе говоря, когда один из участников проекта предоставляет доступ к какому-то контролируемому им ресурсу для совместного использования всеми участниками проекта, а в обмен получает долю в его собственности. Причем в качестве ресурса здесь могут рассматриваться технологии, управленческие решения, компетенции, инновационные производственные переделы, оборудование, лицензии, активы, месторождения, транспортные коридоры и даже «внутренний спрос» [48].

Примером новой стратегии может являться освоение глобальными структурами хозяйственных систем стран Азии или Африки, когда финансовые структуры или корпорации вкладывают средства в создание инфраструктуры (например, мобильная сеть), не рассчитывая при этом на прибыль «здесь и сейчас»⁸⁰.

⁸⁰ «Например, сообщество малых фермерских хозяйств в одной из стран тропической Африки подключено к услугам специально созданной сети простейших мобильных устройств, позволяющих, быстро заказать услугу ветеринара и расплатиться за неё с помощью виртуального микрокредита. В роли Impact-инвестора, вложившегося в проект развёртывания сети, выступил фонд прямых инвестиций, созданный в своё время с участием британского правительства. Сама по себе сеть мобильной телефонии здесь окупилась бы нескоро: у местных жителей нет ни навыков, ни мотивов пользоваться телефоном. Но работает взаимообуславливание этажей проекта: именно загрузка сети услугами микрофинансирования создаёт дополнительный трафик, позволяющий Impact-инвестору дожить до прибыли». [48]

Расчет делается на то, что сначала у пользователей формируются соответствующие потребности, в том числе в результате их активного вовлечения в экономическую деятельность, в производство товаров для местных рынков, а соответствующие инфраструктурные услуги существенно облегчают им деятельность в этом направлении.

д) Существенное усиление роли инфраструктуры.

Развитие ИКТ, новой медицины, да и современного производства определяется качеством доступа к инфраструктуре – как в узком смысле, физической (всепроницающие широкополосные сети связи), так и в самом широком, как системы структур и объектов, обеспечивающих доведение до потребителей услуг, информации и товаров. Более того, постоянная подключенность к соответствующей инфраструктуре становится условием успешного функционирования и бизнеса, и индивида. В некотором смысле в новой ситуации не инфраструктура обеспечивают функционирование индивидов или производственные мощности – а сами мощности становятся своеобразным типом «инфраструктурного узла».

Это резко повышает зависимость компаний и индивидов от функционирования инфраструктуры и складывающихся в данной сфере «стандартов де-факто»⁸¹ – в том числе инфраструктур и стандартов, контролируемых негосударственными структурами⁸².

Отметим, что в ближайшие годы фактически будет создаваться новая финансовая и социальная «инфраструктура» для последующего распространения и внедрения технологий шестого технологического уклада. При этом в одних странах будет формироваться преимущественно «инфраструктура» их созда-

⁸¹ В этой связи крайне интересен спор между двумя концепциями дальнейшего развития информационно-коммуникационной сферы: «интернета вещей», ориентированного на включение пользователя в автономно формирующийся поток информации от «умных вещей» о потребностях, вкусах и т.д. индивида (что чрезвычайно выгодно корпорациям-производителям товаров и услуг, но, скорее всего, создаст значительную нагрузку для населения) – или «цифровой вселенной» (предлагается компанией Sony), предполагающей вывод всей информации от «умных предметов» на единый пульт пользователя, конкретно – смартфон.

⁸² Отметим, что едва ли не наибольшие риски для Ирана в ходе недавней «санкционной войны» (и, потенциально, против России в случае разрастания «украинского кризиса») представляли санкции, введенные, формально, негосударственными структурами – отключение корпораций от систем электронных переводов SWIFT, пластиковых карт, ограничение использования поисковых систем, Интернета и т.д.

ния и производства, а в других – их потребления. В целом это лишь увеличит неравномерность технологического развития отдельных стран, однако, должно будет выровнять социальные стандарты, уровень образования, медицинских услуг, управленческих моделей и т.п.

е) Противовесом резкому росту зависимости населения и частных компаний от глобальных инфраструктур может оказаться расширение включения индивидов в «серые», неформальные сети, предоставляющие критически важные услуги в обход официальных инфраструктур.

Возможности манипулирования рынками со стороны глобальных компаний (обеспечивающих доступ к инфраструктурам, задающих стандарты и т.д.), завышенные с точки зрения части потребителей цены, высокие риски и т.д. будут выталкивать население к массовому обращению к «серым» рынкам ИКТ, фармацевтических препаратов и т.д.

ж) Возникновение «экономики пожилых», одновременно обеспечивающей вовлечение пожилых людей в трудовой процесс и сохранение их доходов в ситуации кризиса пенсионных систем.

Существенными компонентами такой «экономики пожилых», судя по формирующимся трендам, могут стать:

– медицина здоровья, обеспечивающая радикальное продление активной жизнедеятельности человека, профилактику «болезней пожилых», поддержку работоспособности и т.д.;

– распространение образовательных технологий, ориентированных на переобучение пожилых, причём как на базе имеющихся компетенций, так и радикально новых;

– распространение «нового ремесленничества»: персонализированного производства/оказания услуг, неотделимых от личностных качеств производителя;

– распространение форматов продуктов и услуг, ориентированных на пожилых людей;

– с социально-политической точки зрения новая ситуация станет означать существенное усиление консервативных⁸³ (вплоть до фундаменталистских) тенденций в обществе.

⁸³ С одной стороны, это будет стимулировать «спрос на идентичность», соответственно – поддерживать контрглобалистские тенденции. С другой – (с точностью до действия «прочих равных факторов») будет тормозить развитие науки и технологий, особенно – неоднозначных с этической точки зрения.

Такое развитие ситуации несёт в себе два существенных противоречия:

– противоречие «эгалитарная политика, направленная на сохранение массовой системы социального обеспечения (с высокими налогами) – элитарная политика либерализации, низких социальных налогов, стимулирования бизнеса». В лучшем случае это противоречие разрешится через ускоренное развитие трудозамещающих технологий, плюс технологий активного (сохраняющего пожилых людей в составе трудовых ресурсов) долголетия. В худшем – через социальный конфликт и, возможно, резкое усиление стратификации с «новыми бедными», не вписавшимися в условия глобальной конкуренции между производствами и «центрами силы».

– противоречие между (в условиях старения населения и фрагментации геоэкономического пространства) консерватизмом растущего большинства населения – либерализмом основной части глобализированной элиты. Скорее всего, данное противоречие будет разрешаться через обострение социальных и политических конфликтов, возникновение новых контрэлитных игроков в политическом пространстве ведущих стран – что может создать благоприятные условия для развития терроризма и «войн нового типа» (гибридных, диффузных, «мятеже-войн»⁸⁴ и др.).

з) Ожидаемое существенное снижение уровня безопасности.

Похоже, что мир вступает в период «смены гегемона»⁸⁵ по И. Валлерстайну. Это происходит на фоне явного кризиса институтов, обеспечивающих глобальную безопасность, что уже

⁸⁴ Классическим примером «мятеже-войны» являлись оба конфликта в Чечне.

⁸⁵ В основе новой ситуации лежит тот факт, что баланс «потребление и наращивание долга в США – производство и сбережения в Китае» исчерпал себя и стал необратимо разрушаться. США проводят «двойную реиндустриализацию», параллельно развивая традиционные средне- и высокотехнологичные отрасли (в том числе на базе подешевевших углеводородов) и пытаются уйти в технологический отрыв на направлениях «новой энергетики» (включая термоядерную), наук о жизни и т.д. Параллельно – и взаимобусловлено – развивается процесс очередной (третьей после Второй мировой войны) индустриализации Китая, на этот раз сопровождающейся выстраиванием Национальной инновационной системы полного цикла – от прикладных НИОКР до производства технически сложной продукции. Уже сейчас страна продемонстрировала удивительные успехи в различных сферах, определяющих лицо современной индустриальной системы – от возникновения конкурентоспособного автопрома – до производства суперкомпьютеров и вывода на испытания истребителей пятого поколения.

привело к усилению глобальной конфликтности – в том числе, и у самых границ России.

С учётом высокой взаимозависимости центров силы, конфликты между ними будут, вероятно, происходить в превращённой форме череды региональных или макрорегиональных столкновений, а также выглядящих спонтанными внутренними вооружёнными конфликтами, возможно – с участием новых субъектов применения силы (частных военных и разведывательных компаний).

На межгосударственном уровне причиной таких конфликтов может стать сочетание «смены гегемона» и снижения порога применения силы из-за возникновения технологических и организационных условий для анонимного применения силы в формате поддержки внутренних конфликтов, кибератак, в отдалённой перспективе, возможно – биологических атак.

Существенным фактором конфронтации в условиях очень высокой взаимозависимости всех основных игроков может стать взаимное наложение использования инструментов влияния («мягкой силы»), в том числе высокотехнологичной – с использованием управления доступом к инфраструктуре, манипулирования информацией) и «жесткой силы» в рамках локальных конфликтов.

На внутригосударственном уровне кризис государств и, особенно, локальных культур ведёт к возрастанию рисков спонтанных конфликтов, в том числе гражданских и «молекулярного насилия»⁸⁶. Контртенденцией, возможно, является становление UnPrivacy Society – общества, в котором неотвратимость наказания гарантируется всеобщей информационной прозрачностью.

⁸⁶ Отметим, что новой и очень опасной формой насилия может стать, например, распространение компьютерных вирусов, направленных против ИКТ в сфере медицины, нейроинтерфейсов и т.д.

4.4. Основные характеристики шестого уклада и перспективы его трансформации

Таким образом, на вопрос о том, возникнет ли технологический уклад в широком смысле – как система технологий, обуславливающих соответствующие сдвиги в обществе и экономике – необходимо ответить положительно.

а) В ядре уклада оказываются следующие группы отраслей:

– информационно-коммуникационная, и тесно связанные с ней новое материаловедение (которое, разумеется, не сводится к нано-материаловедению, хотя последнее и является её важным компонентом), биомедицинские⁸⁷ технологии, робототехника и когнитивные технологии (включая образовательные);

– новая энергетика (тесно связанная с информационно-коммуникационными технологиями и новым материаловедением). Крайне важными здесь становятся не только собственно энергетические технологии (атомные и, в перспективе, термоядерные; технологии альтернативной энергетики; возможно – альтернативные углеводороды), но и, главное, технологии сбережения энергии и управления энергосетями. Технологии «супер аккумуляторов» способны привести к существенному снижению спроса на углеводороды – как в силу стимулов для развития электромобилей, так и в силу возможностей для снижения «пиков» спроса на электроэнергию в быту и, отчасти, в промышленности;

– система всепроникающих инфраструктур – физических (беспроводные сети связи) и виртуальных (платежные системы, информационные системы, в том числе автономно функционирующие, и т.д.);

⁸⁷ Отметим, что медицинские технологии играют важнейшую роль в подъёме экономик технологически развитых стран в силу принципиальной территориальной немобильности медицинских услуг – они (как и персонализированное производство лекарств) с неизбежностью оказываются «здесь и сейчас». Соответственно, по мере их становления, производство «новых» медицинских услуг всё в большей мере будет обеспечивать повышение конкурентоспособности национальной экономики в целом.

– новое образование, доступ к которому станет важнейшим фактором социальной стратификации⁸⁸, а также наличие современных образовательных моделей. В конечном итоге, граница между элитой («взрослое», ответственное поведение, целостное мышление, умение оперировать значительными блоками взаимосвязанной информации, позиция управления сетевым контентом) и массой (все более «подростковое» поведение, клиповое мышление, позиция интенсивного потребителя контента) будет проводиться именно на основе доступа к качественно различным моделям образования.

б) Государства встанут перед необходимостью «перезагрузки», столкнувшись, с одной стороны, с необходимостью функционировать в условиях тотальности неконтролируемых ими глобальных инфраструктурных (физических и виртуальных) инфраструктур, и, с другой стороны – с вызовом, связанным с переформатированием «ровного» прежде глобального пространства в совокупность нескольких взаимодействующих и борющихся друг с другом центров силы.

При этом успех или неуспех в переходе к новому укладу, закрепляющийся в стандартах де-факто и (фактическом) контроле над инфраструктурными сетями, определит конкурентоспособность государств⁸⁹, их возможность собрать вокруг себя «центр силы» и, в конечном итоге – возможность для них воспроизво-

⁸⁸ На глазах набирающий силу конфликт между «универсалистской» и «компетентностной» моделями образования на самом деле имеет социальную природу, адекватную реалиям начала XXI века. Первая модель выгодна работникам, так как она повышает их способность адаптироваться к быстро изменяющемуся (вслед за развитием науки и технологий) рынку труда вплоть до полной смены сферы занятости – за счёт переноса затрат на дообучение работников на работодателей. Вторая модель, минимизирующая эти затраты за счет соответствующего роста рисков для работников – выгодна работодателям.

⁸⁹ В принципе, любой переход между укладами сопровождался (по крайней мере, первоначально; затем включаются разного рода компенсационные механизмы, уменьшающие избыточную дифференциацию) – ростом разрыва между успешными и неуспешными государствами и компаниями, лидерскими и «аусайдерными» (принадлежащими к предыдущему укладу) социальными группами. Субъекты нового уклада, в той или иной форме всегда - перераспределяют к себе ресурсы от субъектов старого (в форме «технологической ренты» или иной). В новой ситуации, когда переход идёт на фоне глобального экономического неблагополучия (если не затяжного кризиса) и недостатка долгосрочных финансовых ресурсов, такое перераспределение, скорее всего, будет ещё более жестким, чем, по крайней мере, «в прошлый раз» - на переходе к пятому укладу, в 1970-х годах.

дить и поддерживать свою культурную идентичность в условиях культурной глобализации.

в) Для корпораций появится возможность пользоваться – причем, с минимальным риском и без образования устойчивых связей/зависимостей – физическими и информационными ресурсами, а также компетенциями людей из любой точки мира. Одновременно резко возрастет зависимость от ограниченного клуба корпораций – держателей стандартов де-факто.

Соответствие этим фактически складывающимся стандартам – например, уровень энергоэффективности (в том числе, оснащённость автономными источниками электропитания и супераккумуляторами), включенность в глобальные сети («Интернет вещей»), механические параметры (предполагающие, например, использование наноструктурированных покрытий и т.д.) – станет, фактически, условием доступа компаний на рынки.

Существенным фактором прямо на глазах становится становление сетецентрических бизнесов, сопровождающееся кризисом других видов. Уже сейчас этот процесс завершается в отношении доступа к информации (распространение интернет-ресурсов и сопряженных с ними электронных бизнесов ведёт к кризису традиционных библиотек, издания журналов, в известной степени – книгопечатания), начинает распространяться в торговлю (что означает тектоническое перераспределение финансовых ресурсов от традиционного ритейла к электронной торговле). На очереди – здравоохранение (телемедицина и т.д.), образование, отдельные виды творческой деятельности.

г) Для населения существенно усилится зависимость от глобальных инфраструктур. Одновременно будет усиливаться и, возможно, приобретать труднообратимый характер социальное неравенство – возможно, с соответствующей трансформацией социальных практик.

«Черным лебедем» – фактором, который несет в себе высокие риски с непонятной сегодня вероятностью их реализации, в рамках формирования нового уклада является возникновение комплекса проблем, связанных с новой ролью автономно функционирующих (безоператорных) электронных систем, которые станут постепенно брать на себя управление критически важными для человека и общества процессами (функционированием

энергосистем и в целом инфраструктуры⁹⁰, безопасностью⁹¹, медициной⁹² и т.д.).

Важнейшими факторами, определяющими дальнейшее развитие социально-экономических процессов в России и в мире под воздействием изменений в научно-технологической сфере, является разрешение противоречия между индивидом и глобальными структурами. Ослабление традиционных «промежуточных институтов» (территориальных и производственных общин, общественных корпораций и других), кризис государства – в совокупности оставляют индивида буквально один на один с глобальными и, в значительной степени, анонимными воздействиями, связанными с манипуляцией доступом к инфраструктуре, отдельными важнейшими высокотехнологичными продуктами (ограничения доступа к электронной компонентной базе, фармпрепаратам и др.), глобальными стандартами де-факто, информацией.

Разрешение этого противоречия, вероятно, будет идти по следующим направлениям:

1. Возникновение нового запроса на государство, связанного с необходимостью: а) обеспечивать воспроизводство культурной идентичности в условиях глобализации и формирование собственного «культурного послания» макрорегионального или глобального масштаба; б) обеспечивать замыкание на своей территории значимой части глобальных НИОКР, хотя бы в качестве системного интегратора (как максимум – удерживать в сфере своего контроля инновационные системы «полного цикла») и производственных цепочек создания профильной для себя продукции; в) сформировать, на базе технологического лидерства в той или иной сфере, сильную переговорную позицию по отношению к глобальным игрокам, контролирующим инфраструктуру, информацию и т.д. г) обеспечить эффективные решения социальных проблем, приемлемые для данного общества.

⁹⁰ Помимо диспетчеризации речь может идти о распространении безоператорных транспортных средств – грузовых автомобилей (появляются в США уже сейчас), об-суждаемых беспилотных грузовых самолётов и т.д.

⁹¹ Хороший пример – российский «Периметр М», позволяющий нанести ответный ядерный удар при гибели персонала Главного командного пункта.

⁹² Включая проведение хирургических операций.

С очевидностью, таких – в полной мере успешных – государств окажется немного; именно они, вероятно, станут «ядрами», вокруг которых, в итоге, сформируются взаимодействующие, конкурирующие и конфликтующие друг с другом макрорегиональные центры силы. Сегодня они явным образом формируются вокруг «старой Европы» в Евросоюзе, связки США-Канада в Америке, Китая в АТР; возможны запуски и других подобных проектов⁹³.

2. Распространение прямой демократии (и в целом, и особенно на микроуровне), новое рождение территориальных общин, в том числе в городах, на базе культуры непрерывного «горизонтального» взаимного информирования, обсуждения и голосования жителей⁹⁴ в сфере их непосредственного контроля. Формирование баланса «реальная демократия на местном уровне – реальная меритократия (олигархия?) на макроуровне».

3. Резкое усиление включенности индивидов в неформальные (теневые) сети информационного взаимодействия, неформальные рынки, «свободные» платежные системы, противостоящие официальным и отчасти уравнивающие их.

Менее важным частным противоречием в рамках нового уклада может стать противоречие между быстро усиливающейся элитарностью «высокой науки», её концентрацией в наиболее развитых странах – и медленным ростом качества образования.

Возможно, разрешаться данное противоречие будет двумя способами:

– гораздо более мощным, чем когда-либо прежде, уровнем неоднородности общества, наличием в нем различных сосуществующих и взаимодействующих технологических и социальных укладов;

– особой ролью образования как инструмента глубокой социальной стратификации, нового разделения на «элиты» и «массы».

⁹³ Таким образом, сможет ли Россия не на словах, а на деле запустить свой полноценный макрорегиональный проект или станет периферией одного из соседних – одна из ключевых развилок, определяющих её будущее (и будущее научно-технологического комплекса).

⁹⁴ Граждан в классическом смысле этого слова (к примеру – московский городской проект «Активный гражданин»).

Необходимо отметить, что все большая и большая востребованность высшего образования в развитых странах определяются не только реально возрастающими требованиями к уровню компетенции и квалификации работника. Забюрократизированная и сложная образовательная система не успевает кодифицировать и стандартизировать профессиональные навыки, которые формируются на реальных рабочих местах⁹⁵.

Кроме того, в последнее время наблюдается тенденция упрощения интерфейсов и приспособления даже сложных технических изделий к работе за ними низкоквалифицированного персонала. В итоге, как правило, все тонкости технологического процесса знает только небольшое количество инженеров и технических специалистов, которые контролируют весь производственный процесс. Причем по мере развития технологий и автоматизации производства необходимость в таких высокооплачиваемых и технически грамотных специалистах постепенно сокращается⁹⁶. Экономике требуется все более и более квалифицированный персонал, но в меньшем количестве. При этом в процессе обучения и внедряемых в массовое сознание высоких стандартов потребления возникает эффект отчужденности образованных людей от непрестижного и низкооплачиваемого труда.

Для людей уже получивших высшее образование, но не сумевших устроиться по специальности, часто единственное, что можно сделать с полученным дипломом это «вложить» его в очередной этап обучения и получение новой специальности или ученой степени, которая должна открыть путь к новым рабочим местам [49].

д) В сфере обороны и безопасности можно ожидать возникновения следующих трендов:

- Начало «быстрых войн» со стороны технологически развитых стран, сокращение «особого периода» и сроков на стратегическое развертывание группировок войск.

⁹⁵ См., например, [50], [49].

⁹⁶ При этом дипломы, ученые степени, аттестаты различных курсов повышения квалификации и прочее становятся своего рода «символическим капиталом» – признаком социальной респектабельности, с помощью которой можно получить доступ к хорошо оплачиваемым технически оснащенным рабочим местам. Между тем, в последнее время в процессе популяризации высшего образования этот «символический капитал», образно говоря, подвергается «обесцениванию».

- Размывание грани между состоянием «мира» и «войны»; «аномализация» войны, как за счет действия технического фактора (кибератаки, использования биологического оружия и др.), так и за счет изменения организационных форматов – возникновения новых глобальных, не привязанных к конкретным территориям и сообществам участников боевых действия – частные (в том числе оффшорные) военные компании, глобальные криминальные, повстанческие и террористические движения⁹⁷ и т.д., распространение «подкритических» форматов войны – поддерживаемых извне массовых беспорядков, мятежевойн, «диффузных войн» и т.д.

- Резкий рост интеллектуализации и роботизации боевых действий. Возникновение «роботизированного поля боя».

- Постепенное увеличение вероятности применения тактического ядерного оружия.

- Распространение «пороговых» и двойных технологий⁹⁸. Особая роль манипуляций в доступе к критическим технологиям как регулятора (не)развития отдельных государств.

- Создание возможности для развертывания средств вооруженной борьбы в космосе.

- Развитие гиперзвуковых воздушных и воздушно-космических средств.

⁹⁷ Симптоматичен при этом принципиальный утопизм новых радикалов, как исламистских (особенно, «европейского Ислама»), так и политических (очень важная черта – исчерпание полноценного и реалистичного «левого проекта» будущего, как идейной основы повстанческих движений и замещение) и, например, экологических.

⁹⁸ Особую роль здесь играет распространение химических технологий (так, БОВ фосген – побочный продукт лакокрасочной промышленности; фосфор-органические БОВ могут быть получены при перестройке отдельных производств сельскохозяйственной химии и т.д.) и, особенно, биотехнологий. Распространение последних (включая рост числа особо защищенных лабораторий с использованием геномных манипуляций, работ с опасными вирусами в рамках технологического процесса и т.д.) обесмысливает существующие режимы контроля за деятельностью в области потенциально опасных биотехнологий.

4.5. «Большие вопросы»: к выработке повестки дня-2035+ (тезисы)

1. Быстрое развитие «безлюдных» производственных (3D Printing, адаптивные робототехнические технологии) и интеллектуальных (конвергентные IT и креативные технологии) приводит к снижению потребности в населении, занятом в современной экономике.

Что такое глобальное общество, в котором целесообразной работой занято 15–20% населения?

Как на это накладывается размывание среднего класса в развитых странах и несоответствие высоких запросов к благосостоянию жителей развитых стран – и реальным снижением потребности в целесообразной занятости?

Будет ли скорректирована ситуация “over-education”, порождающая спрос на дорогие рабочие места и соответствующие стили жизни?

Ждет ли нас «новая бедность» в развитых странах вместо общества всеобщего благосостояния?

Как будут выглядеть поля новых социальных конфликтов?

2. Если в период «классической» технологической революции мотивация к развитию была позитивной («движение к фронтиру») – то сегодня для ведущих технологий она скорее негативна (биомедицинские исследования – страх старения, болезней и смерти, инфоком – «цифровое одиночество»). *Что это маркирует?*

3. Возникает ли риск биомедицинского закрепления социального неравенства? Что это означает для современных обществ западного типа, выстроенных на идее фундаментального равенства граждан?

4. Радикальное продление жизни. Существует принципиальная технологическая возможность выйти в 2035–2050 гг. выйти на продолжительность жизни человека в развитых странах в 100–120 лет.

Постарение – означает мощный стимул к стагнации?

Рост продолжительности жизни коснется только элит (закрепленное «новое неравенство») и/или развитых стран?

Станет ли он стимулом дальнейшего снижения рождаемости?

5. Что означает сочетание постепенной утраты странами-лидерами технологических преимуществ перед АТР – с ростом спроса на социальную поддержку (постарение населения, общая «культура гедонизма»)?

6. Что означает сочетание усиления глобальных противоречий (в итоге, размывающего институциональный порядок) – с невозможностью ни «замерить» потенциалы ведущих стран, ни разрешить противоречия через войну.

Насколько вероятен резкий рост локальных конфликтов, в том числе с применением ОМП?

Размывание «порога войны» через её анонимизацию и применение неконвенционального оружия?

7. Что означает ситуация, когда критически важные решения: в сфере безопасности – по применению ОМП, в сфере медицины – по диагностике и лечению опасных заболеваний, в сфере управления большими энергосистемами и транспортными системами, в сфере управления самолетами и автомобилями и т.д. – будут принимать не операторы, а АСУ с минимальным участием человека?

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Интенсивно развивающиеся сейчас направления высокотехнологичной медицины открывают широкие возможности для здравоохранения, связанные с ранней и сверхранней диагностикой, лечением многих неизлечимых на сегодняшний день заболеваний (прежде всего, онкологических, нейродегенеративных, наследственных), развитием регенеративной медицины, переходом к персонализированной медицине и общим удешевлением и повышением доступности медицинского обслуживания. В то же время, новые медицинские технологии формируют определенные вызовы и риски для общества, такие как риски военной безопасности, биологической дискриминации и возникновения новых видов неравенства, экологические риски, формирование «черных рынков» высокотехнологичных медицинских услуг, создание компьютерных вирусов, способных влиять на здоровье человека через инвазивные устройства, возникновение новых форм зависимости (нейро-, био- и виртуальной).

Анализ технологических факторов, связанных с развитием системы образования, также позволил выделить основные возможности и риски для развития общества. К основным возможностям относятся:

- переход к образованию в течение всей жизни и как следствие продление трудовой жизни индивида;
- значительное удешевление стоимости и повышение доступности образовательных услуг;
- ускорение получения и отработки навыков и компетенций при снижении затрат и рисков на всех ступенях образовательной системы на основе технологий дополненной реальности и внедрения игрового обучения;
- автоматизация рутинных операций в процессе обучения и трудовой деятельности;
- качественно новый уровень аналитики учебной деятельности.

К числу наиболее существенных рисков относятся:

- угроза физическому и психическому состоянию человека, в частности рост информационной нагрузки на человека и увеличение числа психических расстройств;

- проблемы социализации индивидов и снижение социальной мобильности (закрепление элит);
- цифровой разрыв между поколениями и цифровое неравенство в доступе к передовым технологиям;
- риски утечки конфиденциальной информации, в частности личных данных обучаемых;
- рост преступности в виртуальной среде;
- угроза национальному культурному суверенитету.

Основными факторами, определяющими формирование нового (шестого) технологического уклада, становятся:

- формирование его технологического ядра вокруг информационно-коммуникационных технологий, биомедицинских технологий, нового материаловедения и новой энергетики, всепроникающих инфраструктур, нового образования;
- изменения форматов бизнеса, связанные с упрощением доступа к глобальному аутсорсингу; существенное усиление рыночной власти корпораций, контролирующих инфраструктуры и общепринятые «стандарты де-факто» в ИКТ, материаловедении, фармакологии;
- рост межстранового и внутристранового социального неравенства с риском его закрепления через неравенство доступа к биомедицинским технологиям;
- кардинальная смена модели жизненного цикла (от «учеба-работа-пенсия» к «учеба-предпринимательство-учеба») и последующее значительное снижение социальной инерции в распространении технологий;
- резкий рост зависимости индивида от функционирования глобальных инфраструктур, включая информационные, и возникновение в связи с этим проблемы сохранения суверенитета государств и обществ.

КРИЗИС МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА

Кризис 2008–2009 гг., поразивший мировую экономику, не является классическим циклическим кризисом, так как он в действительности спровоцирован перенакоплением финансового, а не производительного капитала. Это системный кризис. В этой связи текущее (а также в среднесрочной перспективе) развитие мировой экономики надо рассматривать не как вялое посткризисное восстановление, а как глобальную трансформацию мировой финансово-экономической системы. Кризис является лишь одной из сторон формирования новой глобальной экономики XXI века и разрушения старых экономических и технологических отношений.

О том насколько перспективен новый технологический (а точнее финансово-инновационный) тренд, связанный с оформлением преобразующих инвестиций, свидетельствует следующий факт. В 2009 г. рядом международных финансовых институтов и ТНК была учреждена международная организация «Глобальная сеть преобразующих инвестиций» (Global Impact Investing Network, GIIN), в руководящие органы которой вошли представители крупнейших международных финансовых структур, таких как J.P. Morgan, Credit Suisse, Deutsche Bank, Goldman Sachs, Morgan Stanley, Prudential, UBS и другие. Активное участие в разработке методологии и стандартов преобразующих инвестиций принимают фонды Рокфеллеров, Форда, Макартуров, Омидьяров, американские и британские государственные структуры⁹⁹.

Фактически речь идет о том, что крупнейшие финансовые ТНК ищут способы дальнейшего развития финансовой сферы, так как сложившиеся после Второй мировой войны экономический уклад и структура финансов, а также основанные на них схемы технологического развития мировой экономики, подошли к своему пределу, что и обозначил кризис 2008–2009 гг.

⁹⁹ Информация взята с официального интернет-сайта GIIN <http://www.thegiin.org/cgi-bin/iowa/aboutus/supporter/index.html>.

Глобальная экономика, если ее рассматривать системно – представляет собой синтез исторически возникающих, воспроизводящихся и взаимодействующих конфигураций – хозяйств, мировой экономики, мировых финансов и финансовых активов. Однако капитал развивается быстрее, чем его базовые материальные производства, что и обуславливает накопление диспропорций. Каждая новая конфигурация хозяйств, мировой экономики и мировых финансов в рамках очередного экономического цикла уникальна. Поэтому в рамках такой конфигурации для конкретных типов капиталов в конечном итоге возникают условия, являющиеся «внешними», которые служат причиной конкретного мирового кризиса.

Мировые кризисы следует рассматривать как процессы разрушения таких конфигураций. После завершения очередного мирового кризиса, который частично ликвидирует диспропорции, связанные с перепроизводством различных типов капитала, возникает новый синтез, позволяющий расти мировой экономике и мировым финансам. Это происходит за счет роста определенной части хозяйств (материальных производств) и разрушения еще не капитализованных хозяйств развивающихся стран.

При этом сами кризисы характеризуются обесцениванием всех типов богатств, а именно: сокращением товарного производства (с возможной дефляцией), а также обесцениванием денежных средств; обесцениванием всех типов производительного капитала, включая банковский, что выражается в повышении ставок по кредитам для элиминирования рисков; и наконец, обесцениванием финансовых активов (падения фондовых рынков). Поэтому вполне закономерно, что, когда кризис 2008-2009 гг. просигнализировал об исчерпании развития существующей системы финансов начались процессы перестройки и поиска новых схем и путей освоения финансами других сфер.

Global Impact Investing Network активно вырабатывает конкретные методы проектного финансирования, основанного на принципах преобразующих инвестиций с тем, чтобы в условиях дефицита финансовых ресурсов обеспечить проникновение новых технологий и капиталов в еще не «капитализированные» регионы мира, где нет внутренних ресурсов для оплаты внедрения новых технологических решений.

Поэтому можно ожидать, что новые принципы проектного финансирования окажутся основным способом распространения технологий пятого уклада на те сферы жизни общества и страны, куда в силу их инвестиционной непривлекательности такие технологии ранее не могли «проникнуть». В ближайшее время будет происходить активное формирование нового рынка «преобразующих инвестиций», а также необходимой финансовой и организационной инфраструктуры.

В июне 2014 г. на прошедшем в Вашингтоне в Белом доме круглом столе пул представителей крупных банков, корпораций и благотворительных фондов, куда вошли Prudential Financial Inc, Capricorn Investment Group Omidiyar Network и другие, пообещали вложить более 1,5 трлн. долл. в различные проекты, связанные с «преобразующим инвестированием» [51].

При этом необходимо отметить, что поскольку принцип «преобразующих инвестиций» предполагает «взаимозачеты» вкладываемых участниками в проект ресурсов, ключевую роль здесь будет играть то, как и кем будут оцениваться эти разнородные и неравнозначные вклады участников при финальном распределении долей в проекте и распределении его будущей прибыли¹⁰⁰.

Следует подчеркнуть, что именно руководству Global Impact Investing Network будет принадлежать определяющая роль в

¹⁰⁰ Если использовать метафору для оценки механизма работы данной инновационной сферы, то, по сути, будет применяться принцип «покупки золота за стеклянные бусы» или «огненную воду». Иначе говоря, речь идет о транснациональном кредитовании социального бюджета государств под залог их природных ресурсов или социальной инфраструктуры. Так, к примеру, некая африканская или азиатская (или даже восточно-европейская) страна, приглашенная к участию в подобном проекте, будет оплачивать своими недрами, землей и иными ресурсами создание или модернизацию социальной инфраструктуры, то есть предоставленные ей западными финансовыми структурами «социальные» или технологические блага, управленческие технологии, инфраструктурные проекты (мобильные сети, Интернет), медицинские и образовательные инновации и т.п. Подобные массивные преобразующие инвестиции будут осуществляться под соответствующие государственные гарантии.

При этом в итоговом распределении долей в подобных проектах образовательные и медицинские инновации или «управленческие технологии», как правило, получают бóльшую оценку, чем реальные (природные) ресурсы. Таким образом, рассматриваемая условно «африканская» страна-участник проекта получит не более 5-10% в данном общем «социальном проекте» – то есть будет иметь указанную долю собственности на свои природные ресурсы.

этом процессе, так как сейчас именно оно по факту выстраивает и определяют принципы, по которым будет осуществляться эти взаимозачеты (то есть, как будут функционировать схемы преобразующих инвестиций). Кроме того, сам принцип «преобразующих инвестиций» предполагает механизм перераспределения в пользу внешних инвестиционных центров прав собственности на инфраструктуру и богатства стран, не способных оплатить свое технологическое развитие, а, следовательно, и вывести потребление на «мировые стандарты», которые активно прививаются «потенциальным потребителям» через СМИ, масс медиа, кино и рекламу (как желательный уровень/образ жизни). Расширение фронта преобразующих инвестиций неизбежно приведет к глобальному перераспределению мировых ресурсов и сфер влияния в пользу транснациональных корпораций, вовремя подключившихся к системе «преобразующих инвестиций» и владеющих соответствующими временными технологиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rip, A., Misa, T. and Schot, J. eds. (1995): *Managing Technology in Society: The Approach of Constructive Technology Assessment*. London: Thomson
2. *Challenging Futures of Science in Society - Emerging trends and cutting-edge issues - Report of the MASIS Expert Group setup by the European Commission Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2009 ISBN 978-92-79-72978-0 doi 10.2777/467*
3. *Медийная и информационная грамотность: программа обучения педагогов // под ред. А. Гриззла и К. Уилсон, UNESCO 2012, ISBN 978-5-905385-08-7, электронный источник: <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001929/192971r.pdf>*
4. Bastable, S. *Nurse as Educator Principles of Teaching and Learning for Nursing Practice Fourth Edition ISBN - 13: 978 - 1 - 4496 - 9750 - 1 2014.*
5. *How Media Consumption Has Changed Since 2000 News is pervasive, portable, personalized, participatory – and a social experience // Newhouse MOB conference – NYC 6.24.10*
6. P. Bisson, R. Kirkland, and E. Stephenson. *The Market State*, June 2010. Электронный источник: http://www.mckinsey.com/insights/public_sector/the_market_state
7. *World Employment and Social Outlook: The Changing Nature of Jobs*. Geneva, 2015
8. Gehrig Th., Shy O., Stenbacka R. *History-based price discrimination and entry in markets with switching costs: a welfare analysis. // European Economic Review. 2011. V.55. P.732-739*
9. Shapiro, C. and Varian, H.. *Information rules*. Boston, Mass.: Harvard Business School Press.
10. Baldwin C., Woodard J. *The architecture of platforms*. In Gawer A. (Ed.). *Platforms, Markets and Innovation*. 2009. Elward Elgar. Cheltenham, UK. P.19-44
11. *Accenture Technology Vision 2015 Digital Business Era: Stretch Your Boundaries* Электронный источник: http://techtrends.accenture.com/us-en/downloads/Accenture_Technology_Vision_2015.pdf

12. W. Buiter. Negative interest rates: when are they coming to a central bank near you? // FT, May 7, 2009 Электронный источник: <http://blogs.ft.com/maverecon/2009/05/negative-interest-rates-when-are-they-coming-to-a-central-bank-near-you/>

13. Biryukov, A., Khovratovich, D. and Pustogarov, I. Deanonimisation of clients in Bitcoin P2P network // Conference on Computer and Communications Security (CCS), 3-11-2014 Электронный источник: <http://hdl.handle.net/10993/18679>

14. Frey C., Osborne M. 'The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?' // University of Oxford mimeo, Электронный источник: http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf

15. Bakhshi H., Frey C., Osborne M. Creativity vs. Robots: The Creative Economy and The Future of Employment // NESTA, April 2015

16. T. Mack. Trends at Work: An Overview of Tomorrow's Employment Ecosystem // The Futurist, November-December 2014 (Vol. 48, No. 6) Электронный источник: <http://www.wfs.org/futurist/2014-issues-futurist/november-december-2014-vol-48-no-6/trends-work-overview-tomorrow%E2%80%99s-emp>

17. Д. Коулмен. Третий демографический переход? // Электронная версия бюллетеня Население и общество № 299 – 300 3 - 16 сентября 2007 Электронный источник: <http://demoscope.ru/weekly/2007/0299/tema05.php>

18. Turner, D. and Nicoletti, G. supervisors. Looking to 2060: Long-term Global Growth Prospects: A Going for Growth Report. November 2012 <http://www.oecd.org/eco/outlook/2060%20policy%20paper%20FINAL.pdf>

19. Й. Шумпетер. Теория экономического развития (Исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры): пер.с англ. – М.: Прогресс, 1982. – 455 с.

20. Acemoglu, D. Technical Change, Inequality, and The Labor Market // Journal of Economic Literature, 40, March 2002: pp. 7–72.

21. Gimpelson V., Treisman D. Misperceiving Inequality // NBER Working Paper No. 21174 Issued in May 2015
22. Маркс К. Капитал//Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. – Т. 23.
23. Harberger, A. A Vision of the Growth Process // The American Economic Review, Vol. 88, No. 1 (Mar., 1998), pp. 1–32
24. Сукчев М. (2013). Современные методы полногеномного секвенирования (расшифровки) ДНК в диагностике и лечении заболеваний. [Электронный ресурс] Агентство по инновациям и развитию. Режим доступа: <http://www.innoros.ru/publications/articles/13/sovremennyye-metody-polnogenomnogo-sekvenirovaniya-rasshifrovki-dnk-v-diagno>, свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения 20.04.2015).
25. Ижевская В.Л. Этические и правовые аспекты генетического тестирования и скрининга // Биоэтика и гуманитарная экспертиза. Вып. 1. М.: ИФ РАН, 2007.
26. Уотсон Р. Будущее. 50 идей, о которых нужно знать. – Пер. с англ. Ш. Мартыновой. М.: Фантом Пресс, 2014. – 208 с.
27. В.А. Олейников, А.В. Суханова, И.Р. Набиев (2007). Флуоресцентные полупроводниковые нанокристаллы в биологии и медицине // Российские нанотехнологии. Том 2. № 1–2.
28. Супотницкий М.В. (2013). Нанообъекты как новая биологическая угроза // Нанотехнологии и охрана здоровья. № 4.
29. А.В. Глушкова, А.С. Радилов, В.С. Рембовский (2008). Нанотехнологии и нанотоксикология – взгляд на проблему. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://erh.ru/nano/pdf/st14.pdf>, свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения 20.05.2015).
30. Фукуяма Ф. Наше постчеловеческое будущее: Последствия биотехнологической революции. – М.: АСТ, Люкс, 2004. – 352 с.
31. Телемедицина: Возможности и развитие в государствах-членах: Доклад о результатах второго глобального обследования в области электронного здравоохранения. Серия «Глобальная обсерватория по электронному здравоохранению». Том 2. Всемирная организация здравоохранения, 2012.

32. State of the Nation 2014: Social Mobility and Child Poverty in Great Britain (2014). [Электронный ресурс] Social Mobility and Child Poverty Commission. Режим доступа: <https://www.gov.uk/government/publications/state-of-the-nation-2014-report>, Загл. с экрана. Яз. англ. (дата обращения 13.05.2015)

33. Атлас новых профессий. (2014). [Электронный ресурс] Агентство стратегических инициатив. Режим доступа: <https://www.asi.ru/reports/16344/>, Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения 07.05.2015)

34. Azuma R.T. (1997). A Survey of Augmented Reality // In Presence: Teleoperators and Virtual Environments. № 4. P. 355–385

35. Мобильное обучение (2010). [Электронный ресурс] Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании. Режим доступа: <http://iite.unesco.org/pics/publications/ru/files/3214679.pdf>, Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения 30.04.2015)

36. Будущее науки в XXI веке. Следующие пятьдесят лет // под ред. Джона Брокмана; пер. с англ. Ю.В.Букановой. – М.: АСТ: АСТ МОСКВА, 2008 – 255 с.

37. Успехи слушателей онлайн-курсов зависят от мотивации (2015). [Электронный ресурс] Экспертный сайт НИУ ВШЭ «Открытая экономика». Режим доступа: <http://oprec.ru/1830623.html>, Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения 29.05.2015)

38. Susaeta H., Jimenez F., Nussbaum M., Gajardo I., Andreu J., Villalta M. (2010). From MMORPG to a Classroom Multiplayer Presential Role Playing Game // Educational Technology & Society. № 13 (3). P. 257–269

39. Davidson C., Goldberg D. (2009). The Future of Learning Institutions in a Digital Age. [Электронный ресурс] The MIT Press. Режим доступа: <https://mitpress.mit.edu/index.php?q=books/future-learning-institutions-digital-age>, Загл. с экрана. Яз. англ. (дата обращения 22.04.2015)

40. Львов Д.С., Глазьев С. Ю. (1986). Теоретические и прикладные аспекты управления НТП // Экономика и математические методы. № 5. С. 793–804.

41. С. Чернышев. (2013). Сумма технологии роста. [Электронный ресурс] Expert Online. Режим доступа:

<http://expert.ru/2013/07/9/summa-tehnologii-rosta>, свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения 20.05.2015).

42. Measuring the Information Society Report 2014. ITU. Geneva Switzerland 2014.

43. Полтерович В. (2009). Гипотеза об инновационной паузе и стратегия модернизации // Вопросы экономики, № 6.

44. Mellink В. (2013). The Nexus of Forces: Gartner point of view // [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.bsb.com/sites/default/files/print_pdf/day2_2013_bsb_convention_gartner_the_nexus_of_forces.pdf, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ. (дата обращения 21.05.2015).

45. The Global Information Technology Report 2014. World Economic Forum and INSEAD. Geneva 2014

46. Hayat U. (2012). Impact investing: making money the charitable way // Financial Times. November 4.

47. Michael E. Porter, Mark R. Kramer. (2011). Creating Shared Value. // Harvard Business Review, January.

48. Feigenberg B., Field E.M., Pande R. (2011). Building Social Capital Through MicroFinance. NBER Working Paper No. 16018. 10 March.

49. Research in Social Stratification and Mobility (2011). Special Issue: New Directions in Educational Credentialism. Volume 29, Issue 1, Pages 1-138 (Edited by David K. Brown and David B. Bills).

50. Collins, Randall. Credential Inflation and the Future of Universities. In The Future of the City of Intellect, edited by Steve Brint. Stanford. CA: Stanford University Press, 2002. pp. 100-122

51. Executive Actions to Accelerate Impact Investing to Create Jobs and Strengthen Communities (2014). [Электронный ресурс] Администрация Президента США. Режим доступа: <https://www.whitehouse.gov/blog/2014/06/25/executive-actions-accelerate-impact-investing-create-jobs-and-strengthen-communities>, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ. (дата обращения 15.03.2015).

Научное издание

**Дмитрий Рэмович Белоусов
Александр Юрьевич Апокин
Елена Андреевна Пенухина,
Екатерина Михайловна Сабельникова
Игорь Эдуардович Фролов**

**РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ:
ВОЗМОЖНОСТИ И РИСКИ ДЛЯ ОБЩЕСТВА**

Монография

Компьютерная верстка: *Е.Г. Булычев*
Оформление обложки: *Е.В. Гусева*

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 77.99.60.953.Д.006314.05.07 от 31.05.2007.

Подписано в печать 10.08.15

Формат бумаги 60×84/16.

Усл. печ. л. 9,75. Уч.-изд. л. 10,25. Тираж 500. Заказ № 188

Издательство МГИУ, 115280, Москва, Автозаводская, 16
www.izdat.msiu.ru; e-mail: izdat@msiu.ru; тел. (495) 276-33-67

**По вопросам приобретения продукции
издательства МГИУ обращаться по адресу:
115280, Москва, Автозаводская, 16
www.izdat.msiu.ru; e-mail: izdat@msiu.ru; тел. (495) 276-32-68**
Отпечатано в типографии издательства МГИУ

ISBN 978-5-2760-2381-6



9 785276 023816

