

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт экономики Российской академии наук

На правах рукописи

Карапаев Олег Валерьевич

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА ПРОЦЕСС ОБЩЕСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА

Специальность 08.00.01 – Экономическая теория

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель:
Заслуженный работник высшей школы РФ,
доктор экономических наук, профессор
Нуреев Рустем Махмутович

Москва – 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ И ЕЁ ВЛИЯНИЯ НА ВОСПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС	3
1.1. Категории «цифровая экономика», «цифровизация», «цифровые технологии» и их теоретические основы	13
1.1.1. Эволюция концепций цифровой экономики и цифровизации	13
1.1.2. Инновационно-технологические основы цифровизации.....	18
1.1.3. Диффузия цифровых технологий в экономической деятельности	34
1.2. Особенности взаимосвязи цифровых технологий и производственного процесса	47
1.2.1. Роль информационного фактора в общественном воспроизводстве.....	47
1.2.2. Цифровизация в ретроспективе технологического влияния на производственный процесс	60
Выводы.....	81
ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА СТРУКТУРУ ОБЩЕСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА	84
2.1. Влияние цифровизации на фазы производственного процесса	86
2.1.1. Производство	97
2.1.2. Распределение.....	104
2.1.3. Обмен.....	110
2.1.4. Потребление.....	117
2.2. Влияние цифровизации на производственный процесс в России.....	120
2.2.1. Анализ динамики российского ИКТ сектора в структуре общественного воспроизводства	120
2.2.2. Цифровая экономика Российской Федерации	128
Выводы.....	138
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	142
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	149

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В конце XX – начале XXI века процессы цифровизации экономической деятельности претерпели значительные изменения в своих количественных и качественных характеристиках. С начала 1990-х годов темпы распространения мобильной связи и интернета в развивающихся странах многократно превосходят доступность водоснабжения, канализации и электроэнергии¹.

Схожими темпами развиваются и возможности, открываемые цифровыми технологиями. Скорость интернета в короткие сроки возросла на несколько порядков, стоимость хранения цифровых данных снизилась в тысячи раз, а динамика вычислительной мощности компьютеров с момента их появления представляет собой экспоненциальный рост. Распространение смартфонов и других мобильных устройств с доступом к интернету резко увеличило плотность коммуникации. Каждый человек фактически начал распоряжаться индивидуальной радиостанцией.

Результатом описанных явлений стал стремительный переход от привычных способов ведения деятельности к их цифровым аналогам среди всех категорий экономических агентов: государств, бизнеса и домохозяйств. Это приводит к тому, что цифровой трансформацией сегодня активно интересуются и указывают в числе основных стратегических приоритетов многие государства и коммерческие компании. Повсеместно считается, что по масштабу открывающихся перспектив происходящие события сопоставимы с промышленной революцией.

Преобразование аналоговой информации в цифровую форму, развитие интернет-коммуникаций, рост вычислительной мощности компьютеров и другие элементы цифровизации открывают широкое поле для исследований в рамках экономической науки и целого ряда других научных дисциплин.

¹ World Bank Group. 2016. World Development Report 2016: Digital Dividends. Washington, DC: World Bank

Таким образом, исследование цифровизации экономики представляется чрезвычайно актуальным.

Степень разработанности темы исследования.

Цифровизация экономики как феномен предполагает распространение цифровых информационно-коммуникационных технологий среди экономических субъектов. Так, исследование цифровизации является одним из направлений изучения технологической составляющей в процессе общественного воспроизводства. Ключевое значение в этом отношении имеют фундаментальные труды К. Маркса, посвященные структуре и взаимосвязи фаз воспроизводственного процесса, а также описанию составляющих процесса труда, в частности, средств труда, являющихся центральным предметом технологического развития. Данная тематика впоследствии была развита множеством авторов, среди трудов которых существенное значение для данного исследования имеют работы в отношении больших циклов конъюнктуры Н.Д. Кондратьева и его последователя Й.А. Шумпетера, сформировавшего основы инновационной теории. Сложившееся инновационно-технологическое направление в дальнейшем исследовалось С. Кузнецом и К. Перес, выделивших институциональную, технологическую и экономическую грани у инновационного процесса. Р. Нельсон, в свою очередь, определял институты как «социальные технологии». Позднее свой вклад внесли Э. Роджерс, описавший процесс инновационной диффузии, Р. Фостер, представивший S-образные кривые, которые отражают поступательный и волнообразный характер технологического развития, С.Ю. Глазьев с концепцией технологических укладов, экономисты эволюционного направления Р. Нельсон и С. Уинтер и другие.

Значение информации в обществе в целом и воспроизводственном процессе в частности исследовалось в работах Д. Белла, Дж. Гэлбрэйта, П. Друкера, М. Кастельса, М. Маклюэна, А.И. Ракитова, Э. Тоффлера, А. Турена и др. Многие из

них придавали информационному фактору ключевое значение и предсказывали дальнейшее смещение ядра экономики в эту область.

Техническая сторона современных технологических решений во многом основывается на фундаментальных трудах в отношении информации К. Шеннона и А.Н. Колмогорова. Также необходимо отметить работы Дж. Акерлофа, Дж. Стиглица, Дж. Стиглера и М. Спенса, посвященные экономике информации в теории игр.

Впервые цифровую экономику как таковую начали обсуждать в середине 90-х годов XX века, после того как Д. Тапскотт и Н. Негропonte опубликовали свои труды в 1994 и в 1995 годах соответственно. Д. Тапскотт в основном фокусировался на возможностях, открывающихся с развитием интернета, а Н. Негропonte – на процессах преобразования аналоговой информации в цифровую и цифровизации индустрии медиа.

Среди современных исследователей необходимо отметить Р. Бухта и Р. Хикса, которые применили индуктивный подход к определению цифровой экономики, основанный на сборе существующих трактований, Г.Б. Клейнера, исследовавшего в своих работах основы цифровой экономики и последствия цифровизации общества, Я.В. Данилину и М.А. Рыбачука, посвятивших исследования цифровым системным эффектам, А.Н. Козырева, описавшего в своих статьях историческое развитие цифровизации, сущность и свойства цифровых благ, а также влияние цифровизации на экономические издержки.

Помимо этого, были проведены исследования, посвященные макроэкономическим оценкам объемов цифровой экономики Р. Джармина, Б. Мултона, Дж. Халтивагнера, подходу к оценке роста продуктивности П. Дэвида, преобразованиям рынков вследствие цифровизации Дж. Бэйли, Х. Вэриана, Ш. Гринштейна, М. Смита, изменениям, происходящим в сфере малого бизнеса Э. Винстона, Дж. Лернера, Х. Чжана, проблематике трудовых отношений Л. Катц, возникающему глобальному неравенству как следствию цифровизации

Т. Новака и Д. Хоффман, а также организационным изменениям в цифровом обществе К. Карли, Р. Клинга, Р. Лэмб, В. Орликовски и С. Яконо.

Весомый вклад внесли Э. Бринолфссон, Б. Кахин и Э. Макафи, которые провели широкий спектр исследований, посвященных возможностям и ограничениям существующих и возникающих цифровых технологий, а также учету цифровых благ в ВВП.

Множество исследований в отношении цифровой экономики также проведено экономистами таких международных организаций, как Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), Всемирный банк, Всемирный экономический форум, Конференция ООН по торговле и развитию, Международный союз электросвязи и другие. Помимо них, проблематикой цифровой экономики активно занимаются международные консалтинговые компании, среди которых Accenture, BCG, McKinsey, PwC и другие. Определенным сигналом является тот факт, что все ведущие консалтинговые компании создали у себя обособленные цифровые подразделения: McKinsey Digital, BCG Gamma, Bain Vector и т.д., деятельность которых сосредоточена на проектах с наиболее передовыми цифровыми решениями.

Целью диссертации является определение направлений влияния цифровизации на структуру воспроизводственного процесса и описание последствий этого влияния для развития экономики.

Для достижения данной цели были поставлены следующие **задачи**:

- определить природу процесса цифровизации и выделить основные этапы его развития;
- определить характерные особенности цифровизации и масштабы влияния на экономику;
- описать механизм влияния цифровизации на производственный процесс;
- проанализировать динамику агрегированных показателей цифровизации в воспроизводственном процессе стран Европейского союза и России;

- определить направления влияния цифровизации для каждой из фаз воспроизводственного процесса и провести сравнительный анализ их динамики.

Объектом исследования является воспроизводственный процесс под влиянием цифровизации.

Предметом исследования является система отношений между экономическими субъектами воспроизводства в процессе развития цифровых информационно-коммуникационных технологий.

Методология и методы исследования. Методологическая основа исследования опирается на положения теории инноваций и инновационной диффузии, институциональной теории и эволюционной теории экономической динамики.

Работа выполнена с применением общенаучных методов, таких как дедукция, индукция, анализ и синтез, научное абстрагирование, сравнительный и исторический методы, экономико-математический инструментарий.

Теоретическую базу исследования составили научные труды российских и зарубежных экономистов в области теории инноваций и инновационной диффузии, институциональной теории, теории информации, теории технологических укладов, теории постиндустриального общества и др.

Информационной базой исследования являются статистические данные и отчеты международных организаций, результаты опросов, работы российских и зарубежных ученых.

Научная новизна диссертации состоит в раскрытии теоретических характеристик цифровизации и её более глубокой интеграции в поле экономической науки.

Основные научные результаты и положения, выносимые на защиту:

1. Выделены основные этапы цифровизации экономики на основе изменений в средствах взаимодействия человека и информации. Примененный подход позволил выделить этапы на основании характеристик адаптированных информационно-коммуникационных технологий, относящихся к промышленным (научно-техническим) и информационным революциям.
2. Определены характерные особенности становления цифровизации как одной из информационных революций. К ним отнесены: 1) скорость адаптации, 2) беспрецедентность масштаба и 3) интенсивность кооперации.
3. Описан механизм влияния цифровизации на производственный процесс с уточнением этапов реализации информационной ценности (стоимости) и функций основных цифровых информационно-коммуникационных технологий.
4. Установлено, что динамика цифровых сегментов каждой из фаз общественного воспроизводства имеет значительно более высокие темпы роста, чем экономический процесс в целом.
5. Продемонстрировано, что наибольшие темпы роста имеет цифровой сегмент фазы потребления – социальные сети и медиа, за ним следует сегмент фазы обмена, роль которого беспрецедентно возросла в условиях мировых ограничений 2020 года. Динамика сегмента фазы распределения наиболее соответствует экономической динамике в целом, однако также имеет более высокие темпы роста.

Теоретическая значимость исследования. Полученные результаты расширяют границы научного знания теории инноваций, теории инновационной диффузии и теории экономического роста. Работа может быть использована как основа для дальнейших исследований в области влияния цифровизации на экономическую деятельность.

Практическая значимость исследования заключается в возможности построения стратегических и операционных планов развития организаций любых типов на микро- и макроуровне на основе полученных в работе результатов.

Соответствие области исследования Паспорту научной специальности.

Диссертация соответствует положениям Паспорта научной специальности 08.00.01 – Экономическая теория, в частности его следующим пунктам: 1.1: «эффективность общественного производства», «инновационные факторы социально-экономической трансформации», «воздействие новых технологических укладов на процессы формирования и функционирования экономических структур и институтов»; 2.7 «история производственно-технических и технологических основ экономики».

Степень достоверности и апробация результатов исследования.

Достоверность результатов, представленных в настоящей диссертации, подтверждается обширным использованием российских и иностранных источников, а также применением комбинированных подходов, рекомендуемых и применяемых международными коммерческими и некоммерческими организациями. В основном, в работе используются данные открытых источников, доступные в свободном режиме.

Все используемые в исследовании материалы отражены в представленном списке литературы, на все источники из данного списка в тексте диссертации приведены ссылки.

Основные выводы по результатам исследования были представлены и обсуждены на конференциях, в том числе на Первой Международной конференции «Управление бизнесом в цифровой экономике» (Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет, 22–23 марта 2018 г.), на X Юбилейных Санкт-Петербургских социологических чтениях «Четвертая промышленная революция: реалии и современные вызовы» (Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 13–14 апреля 2018 г.),

на VIII Международной конференции «Restructuring of the Global Economy» (Оксфорд, Оксфордский университет, 9–10 июля 2018 г.), на VI Международной научной конференции «Институциональная трансформация экономики: ресурсы и институты» (Красноярск, Сибирский федеральный университет, 9–12 октября 2019 г.), на II Международной научно-практической конференции «Социально-экономические и технологические проблемы новой индустриализации как фактора опережающего развития национальной экономики» (Ярославль, Ярославский государственный технический университет, 12 ноября 2019 г.), на I Международной конференции «Modern Trends in Digital Economy» (Баку, Азербайджанский государственный экономический университет, 13–14 февраля 2020 г.) и на IV Международной конференции «Управление бизнесом в цифровой экономике» (Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет, 18–19 марта 2021 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 11 статей общим объемом 6,7 п.л. (авторский объем 4,3 п.л.), в том числе 4 статьи общим объемом 4,4 п.л. (авторский объем 3,3 п.л.), опубликованные в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК при Минобрнауки России.

Структура и объем работы обусловлены поставленными задачами и целью исследования. Диссертация состоит из введения, двух глав, заключения и списка литературы из 170 наименований. Текст диссертации изложен на 165 страницах, включает 46 рисунков и 20 таблиц.

ГЛАВА 1.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ И ЕЁ ВЛИЯНИЯ НА ВОСПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС

Первая глава данного исследования посвящена концепциям цифровой экономики, цифровизации и цифровых технологий, их теоретическим основам и взаимосвязи с воспроизводственным процессом.

В первом разделе (1.1) рассматриваются концепции цифровизации, цифровой экономики, цифровых технологий и их инновационно-технологический контекст.

В первом подразделе (1.1.1) проанализированы основные взгляды на цифровизацию экономики со стороны научного сообщества, государственных учреждений, некоммерческих международных организаций и коммерческих компаний в отношении её природы и значения для современного общества.

Во втором подразделе (1.1.2) цифровизация рассматривается с позиций теории созидательного разрушения Й.А. Шумпетера, теории инноваций, теории инновационной диффузии, циклов конъюнктуры Кондратьева, технологических укладов и технологических парадигм. Проанализированы идеи и труды С.Ю. Глазьева, С. Кузнецца, А. Маршалла, Ф. Ноутстайна, Р. Нельсона, К. Перес, Э. Роджерса, С. Уинтера, Р. Фостера и др.

В третьем подразделе (1.1.3) анализируются взгляды на составляющие цифровой экономики – цифровые информационно-коммуникационные технологии и особенности их распространения в зависимости от специфики экономических условий.

Второй раздел (1.2) посвящен влиянию информационно-коммуникационных технологий на воспроизводственный процесс.

В первом подразделе (1.2.1) описывается роль информации как фактора производства и как потребительского блага. Анализируются характерные особенности производства цифровых (сетевых) информационных благ и сетевые

условия, в которых происходит реализация информации как продукта (ресурса, блага).

Во втором подразделе (1.2.2) цифровизация экономики исследуется в контексте промышленных (индустриальных), научно-технических, технологических и информационных революций. Рассмотрены идеи Д. Белла, П. Друкера, М. Кастельса, А.И. Ракитова, Э. Тоффлера, К. Шваба, К. Шеннона и других. Также рассматривается влияние изменений на эффективности использования информационного фактора производства на производительность труда.

1.1. Категории «цифровая экономика», «цифровизация», «цифровые технологии» и их теоретические основы

1.1.1. Эволюция концепций цифровой экономики и цифровизации

Актуальность проблемы «цифровой экономики» непрерывно возрастает во всем мире. Одной из причин возрастающего интереса служит восприятие цифровизации в качестве новой промышленной революции и ожидание аналогичных по масштабу последствий. Исторически результатом подобных явлений оказывалось существенное увеличение эффективности экономической деятельности, в том числе производственной, являющейся ключевым источником роста общественного благополучия в материалистическом понимании развития человечества.

Однако цифровизация нередко воспринимается бизнесом не только как источник дополнительных выгод, но и как угроза для существования текущих организационных моделей и определенной доли коммерческих предприятий в целом¹.

В данном подразделе будут рассмотрены представления о цифровой экономике и цифровизации среди ученых, коммерческих компаний и международных некоммерческих организаций.

Даже с учетом постоянно увеличивающегося объема исследований, границы понятий цифровой экономики и цифровизации остаются в значительной степени размытыми, что приводит к различиям в понимании предмета и сложностям при сопоставлении результатов научных исследований.

В общем виде содержание работ в отношении цифровизации и цифровой экономики можно представить следующим образом:

- **научные сообщества:** понятие цифровой экономики, её концепция и перспективы воздействия на общество;
- **некоммерческие международные организации:** аналитические доклады и отчеты, содержащие данные по различным показателям развития на макроуровне;

¹ Усов А. Цифровизация: люди и культура важнее технологий / А. Усов. // Нефть России. – 2018. – №3. – С. 18–23

- **коммерческие фирмы:** прогнозы экономических эффектов, связанных с цифровизацией и описание практик внедрения конкретных технологий.

В это же время, деятельность государственных органов, также пристально наблюдающих за цифровыми тенденциями, выражается в составлении программ развития и учреждении специализированных регулирующих и надзорных организаций. Так, в Сингапуре Агентство по развитию информационных и коммуникационных технологий было основано ещё в 1999 г¹. В Дании с 2011 г. функционирует Агентство по цифровизации, в Австралии с 2015 г. – Агентство по цифровой трансформации, а в ОАЭ с 2017 г. – Министерство искусственного интеллекта².

Соответствующие меры были предприняты и в России. Их отправной точкой следует считать принятую Правительством РФ в июле 2017 г. программу «Цифровая экономика Российской Федерации», где под цифровой экономикой подразумевается «среда, в которой данные в цифровой форме являются ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности, что повышает конкурентоспособность страны, качество жизни граждан, обеспечивает экономический рост и национальный суверенитет»³. Данное определение представляется корректным, но несколько упрощенным, что, вероятно, объясняется ранней стадией развития цифровизации на момент разработки и принятия документа.

Первые же упоминания цифровой экономики можно было встретить около двадцати пяти лет назад после публикации книг Д. Тапскотта «The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence» в 1994 г. и Н. Негропonte «Being Digital» в 1995 г. В те времена еще не существовало сегодняшнего многообразия информационно-коммуникационных технологий, в связи с чем цифровая экономика у

¹ BCG. Россия онлайн: четыре приоритета для прорыва в цифровой экономике. 2017

² РИА. В ОАЭ появился первый министр по развитию искусственного интеллекта URL: <https://ria.ru/20171019/1507176001.html>

³ Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. N 1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации»

Тапскотта, в основном, ограничивается сетями и сетевыми технологиями¹, а у Негропonte – оцифровкой аналоговой информации и развитием интернет-медиа², что в современных реалиях оставляет без внимания значительную долю происходящих процессов.

В современных учебниках цифровую экономику определяют, например, как «новый этап развития экономики, в основе которого лежит интеграция физических и цифровых объектов в сфере производства и потребления, в экономике и обществе»³ или как «экономическую деятельность, базирующуюся на цифровых технологиях»⁴. Приведенные примеры имеют упомянутый ранее и распространённый в данной области недостаток, который заключается в несколько тавтологической передаче сути предмета.

Р. Бухт и Р. Хикс в своей статье проанализировали двадцать одно толкование признаваемых учеными, международных организаций, государственных органов и транснациональных коммерческих предприятий, придя в итоге к выводу, что цифровая экономика – это «совокупность всех примеров экстенсивного применения информационно-коммуникационных технологий и создание данных технологий»⁵. В той же работе авторы сформулировали подходы к определению понятия цифровой экономики, представленные в таблице 1.1. Следует отметить, что приведенная классификация имеет свои таксономические недостатки. В частности, подходы к определению понятия цифровой экономики не являются взаимоисключающими. К примеру, применение технологий для осуществления хозяйственной деятельности как особенность процессуального подхода также имеет достаточные основания для того, чтобы быть отнесенной к бизнес-ориентированному, ввиду того что коммерческие

¹ Тапскотт Д. Электронно-цифровое общество: Плюсы и минусы эпохи сетевого интеллекта / Пер. с англ. Игоря Дубинского; под ред. Сергея Писарева // Киев: INT Пресс; Москва: Релф бук, 1999

² Negroponte N. Being Digital. NY.: Knopf, 1995

³ Цифровая экономика: учебник (2018) / В.Д. Маркова. – М.: ИНФРА-М. – (Высшее образование: Бакалавриат).

⁴ Основы цифровой экономики: учебное пособие (2018) / коллектив авторов; под ред. М.И. Столбова, Е.А. Бренделевой. – М.: Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА»

⁵ Бухт Р., Хикс Р. (2018) Определение, концепция и измерение цифровой экономики // Вестник международных организаций. Т. 13. № 2. С. 143–172

организации в неменьшей степени осуществляют хозяйственную деятельность и принуждены рынком совершенствовать технологии своей деятельности.

Таблица 1.1 – Подходы к определению понятия цифровой экономики

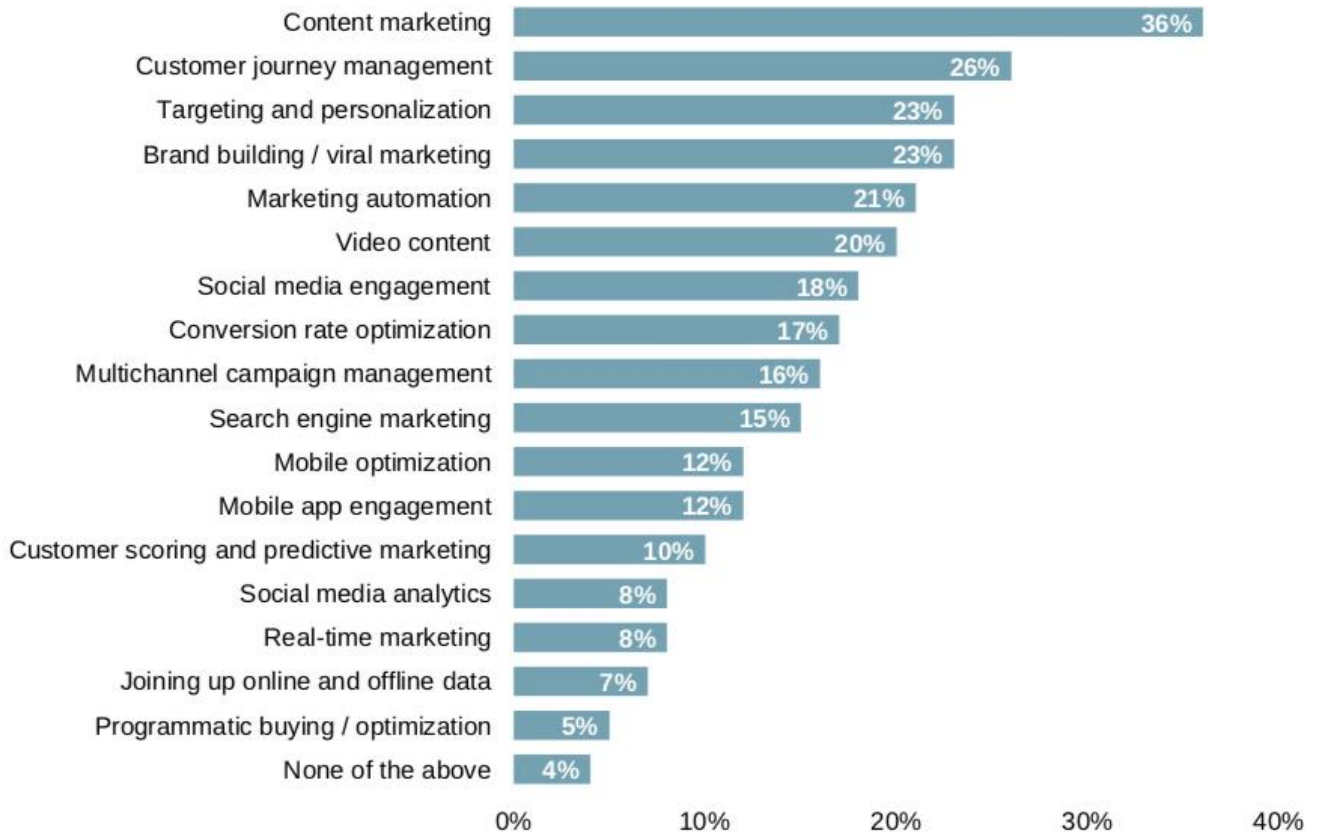
№	Подход	Особенности
1	Ресурсоориентированный	Новые технологии, изменения в информационных и человеческих ресурсах
2	Процессуальный / поточный	Применение технологий для осуществления хозяйственной деятельности
3	Структурный	Трансформация экономики
4	Бизнес-ориентированный	Возникновение новых бизнес-моделей

Составлено автором по Бухт Р., Хикс Р. (2018) Определение, концепция и измерение цифровой экономики // Вестник международных организаций. Т. 13. № 2. С. 143–172

Отличительная характеристика структурного подхода, трансформация экономики, представляет собой применение новых технологий и изменения в структуре ресурсов, что уже является особенностью ресурсоориентированного подхода.

Далее, на рисунке 1.1 представлены результаты опроса коммерческих организаций, совместно проведенного компаниями Econsultancy и Adobe, в котором отражены планируемые приоритеты в цифровой деятельности у компаний, предоставляющих цифровые услуги.

В рамках опроса участникам был задан вопрос: «Какие три связанные с цифровой средой области являются главными приоритетами для вашей организации?». Оказалось, что деятельность большей части респондентов была направлена на контент-маркетинг, следом за которым находилось управление клиентским опытом, в то время как третью строчку заняли таргетирование и персонализация.



Источник: Econsultancy & Adobe, Digital Intelligence Briefing. 2017

Рисунок 1.1. Приоритеты цифровой деятельности для цифрового бизнеса 2017 г.

Данные результаты свидетельствуют о том, что в современных условиях ярко выраженным трендом цифровизации, оказывающим влияние на ведение бизнеса является выстраивание индивидуальных отношений с клиентами: как до момента сделки, так и после. Также, следует отметить, что цифровую деятельность в предпринимательской сфере, в основном, ассоциируют с цифровым маркетингом, т.е. фактически с сетями (интернетом) и сетевыми алгоритмами.

В международном документе семейства Фраскати – Руководстве Осло, которое публикуется Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) и посвящается изучению инновационной деятельности, цифровизация рассматривается одновременно как инновационный процесс и как ключевой фактор, стимулирующий

инновации¹. В этом же документе подчеркивается существенно увеличившаяся в современном обществе роль информации, которая проявляется как при производстве цифровых информационных благ, так и в преобразовании привычных операций других видов экономической деятельности.

Среди рассмотренных определений прослеживаются общие черты, основываясь на которых можно утверждать, что в мировом сообществе под цифровизацией и цифровой экономикой подразумевается нечто, включающее распространение и использование современных цифровых информационно-коммуникационных технологий. Оговоримся, что формулирование собственных определений цифровой экономики и цифровизации представляется на данном этапе преждевременным и будет приведено далее в текущей главе.

Подход, при котором цифровизация исследуется в качестве категории теории инноваций, представляется достаточно обоснованным, а изучение особенностей процесса цифровизации, таким образом, необходимо продолжить в направлении освещения относящихся к предмету исследования фундаментальных положений теории инноваций, после чего проанализировать характер технологических и информационных изменений в экономике.

1.1.2. Инновационно-технологические основы цифровизации

Научное изучение инновационной деятельности принято ассоциировать с трудами Й.А. Шумпетера, сформировавшего фундамент теории инноваций. Шумпетерианский инновационный процесс осуществляется посредством нового комбинирования существовавших ранее ресурсов: природных сил и физических объектов. Данное комбинирование является прерогативой Предпринимателя – центральной фигуры теории, вместе с которым Шумпетер также описывает деятельность Капиталиста, задача которого состоит в том, чтобы предоставлять

¹ OECD/Eurostat (2018), Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg.

необходимые средства, Менеджера, выполняющего рутинные работы по управлению и Изобретателя, функции которого также реализуются Предпринимателем по одному или нескольким из следующих направлений:

- 1) создание нового продукта или улучшение существующего;
- 2) модернизация процесса производства;
- 3) использование новых ресурсов;
- 4) сбыт продукции на новых рынках;
- 5) совершенствование организационного процесса¹.

Ресурсы являются ключевым компонентом инновационной деятельности, поскольку их комбинация представляет собой субъект «созидательного разрушения». Суть данного понятия, введенного Й.А. Шумпетером, состоит в том, что деятельность компаний, внедривших у себя более совершенные технологии, начинает осуществляться эффективней², чем вынуждает конкурирующие предприятия либо имитировать нововведения, либо компенсировать полученный эффект другими способами, либо в итоге обнаруживать у себя отток клиентов, приводящий к недостаточному уровню продаж для покрытия понесенных издержек. Данное положение влечет за собой инициирование процедуры банкротства, и, как следствие, реализацию на рынке использовавшихся ими материальных, трудовых и прочих ресурсов. Помимо этого, конкурентные рынки находятся под постоянным давлением потенциального входа новых участников с их потенциально более эффективными технологиями³. Таким образом осуществляется естественный процесс перераспределения ресурсов в пользование более эффективными экономическими агентами.

Так в инновационной теории возникает экономическая составляющая: оказалось, что одних потенциально доступных возможностей технологического

¹ Шумпетер Й., Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия - М.: Эксмо, 2008. с.132-133

² Понятие эффективности подробнее рассмотрено в подразделе 1.2.2.

³ Пономарев, А.В. Влияние шумпетерианской конкуренции на структуру рынка – эволюционный подход : специальность 08.00.01 «Экономическая теория» : диссертация на соискание учёной степени кандидата экономических наук / Пономарев Алексей Евгеньевич ; Высшая школа экономики. – Москва, 2010

совершенствования недостаточно для их массового распространения, даже несмотря на то, что они могут привести к увеличению производственных или экономических показателей¹. Это явление объясняется условиями существования инновационной ренты, также именуемой шумпетерианской рентой. На рисунке 1.2 схематично изображена последовательность процесса возникновения и исчезновения коммерческой целесообразности в отношении внедрения инноваций.



Источник: Coyle D., von Graevenitz D., Bowles S., Carlin W. (2017). 'Innovation, information, and the networked economy'. Unit 21 in The CORE Team, The Economy – Oxford University Press

Рисунок 1.2 – Инновационная рента и издержки

Вначале фирме необходимо понести определенный объем затрат, связанный с разработкой или изменениями в прежних практиках осуществления деятельности. Далее, если внедрение было произведено успешно, компания на протяжении определенного периода получает экономическую прибыль благодаря, к примеру, сократившимся издержкам и возросшей маржинальности. Данный период продолжается пока конкурирующие компании не предпримут ответные действия, тем самым уравнивая степень доходности в отрасли.

Однако технологического и экономического аспектов все ещё недостаточно для исчерпывающего описания функционирования инновационного процесса. Шумпетер писал по этому поводу следующее: «В том, что тот или иной факт характеризуется как экономический, уже заключается абстракция — первая среди многих, навязанных нам

¹ Шумпетер Й. Теория экономической динамики. - М., 1996. – с.144

технической необходимостью мысленного отображения действительности. Тот или иной факт никогда не является, если брать в расчет его глубинные причины, исключительно или «чисто» экономическим; постоянно существуют и другие, часто более важные его стороны»¹. В этом отношении лауреат нобелевской премии С. Кузнец в 1979 году опубликовал результаты своего исследования, в котором было продемонстрировано, что инновационной теории также присуща социологическая составляющая. Согласно его представлениям, реализация технологического потенциала не может осуществляться без преобразований в общественной идеологии и существующих неформальных институтах². В свою очередь, Р. Нельсон определял институты как «социальные технологии»³. На практике, однако, границы между тем, что является социальным, и тем, что является технологическим, размываются, так как некоторые элементы разработки определенных технологий основываются на предположениях о социальной организации внутри фирмы, в которой предполагается их использование⁴.

Позже, некоторые из приведенных идей были обобщены и развиты в работах К. Перес, которая представила три сферы как основу для формирования новых технологических парадигм (рисунок 1.3).

Институциональный аспект она описывала следующим образом: «Институциональная сфера — вместительное политиков, идеологии и общих ментальных схем общества в каждый период. Она также представляет собой целую сеть норм, законов, регуляций, надзорных единиц и всей структуры, отвечающей за общественное управление. Будучи олицетворением общества, она в некотором смысле пересекается с двумя другими сферами. Люди, участвующие в

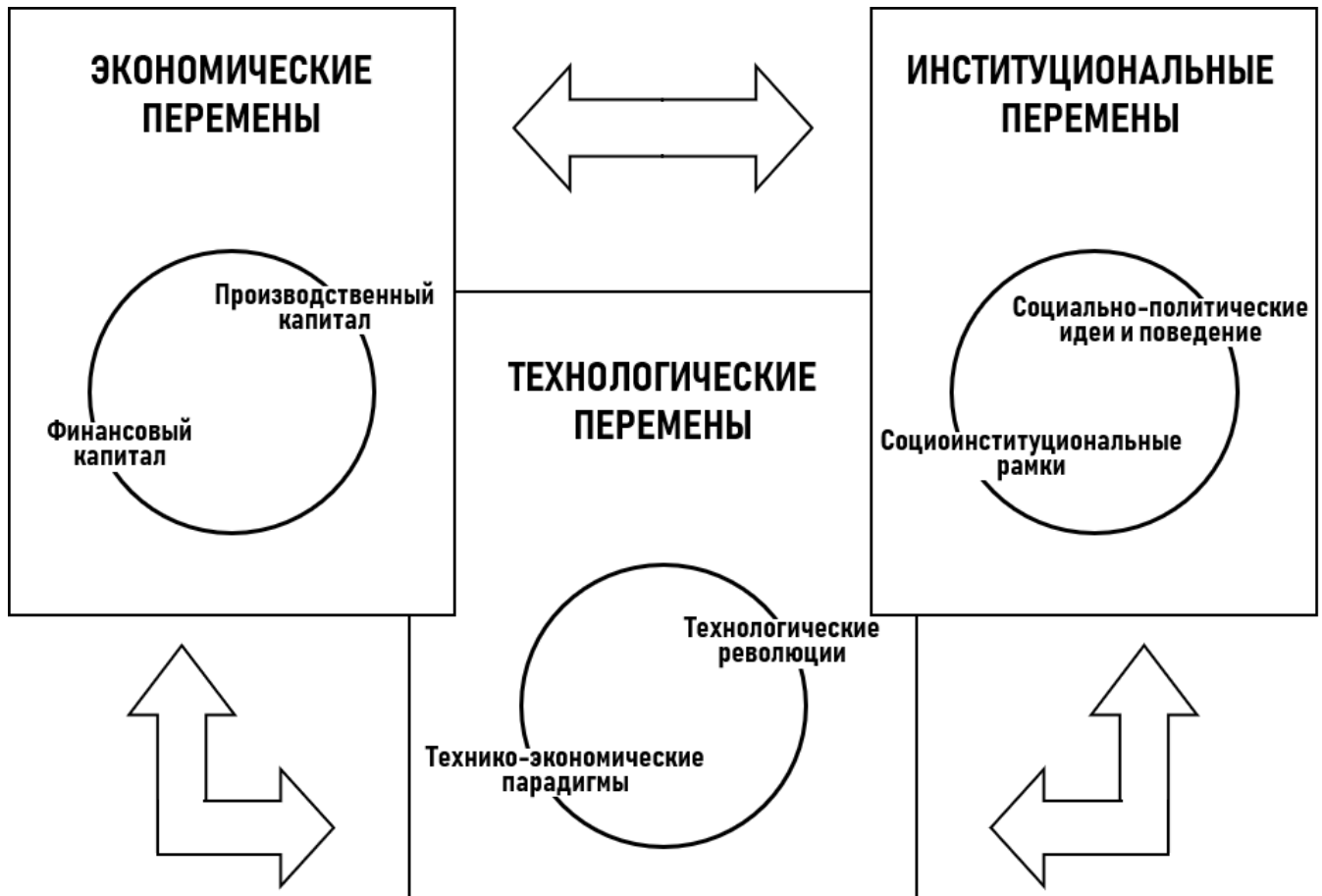
¹ Шумпетер Й., Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия - М.: Эксмо, 2008. с.47

² Kuznets S., 1979, Growth, Population, and Income Distribution: Selected Essays, first ed. Norton, New York

³ Nelson R. R. (2002) Bringing Institutions into Evolutionary Growth Theory // Journal of Evolutionary Economics, vol. 12, №1

⁴ Brynjolfsson, E., Kahin, B. Understanding the Digital Economy: Data, Tools, and Research, The MIT Press: Cambridge, MA, USA, 2000

технологических и экономических изменениях, переносят «здоровый смысл» каждой новой парадигмы и на другие сферы своей деятельности»¹.



Источник: К. Перес, Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания, 2011, с.201

Рисунок 1.3 – Три сферы становления новых технологических парадигм

Благоприятная комбинация трех описанных направлений является необходимой предпосылкой для начала так называемого процесса инновационной диффузии, изучение которого направлено на объяснение причин распространения каждой конкретной инновации. Так, некоторые из инноваций, которые объективно являются наилучшими из способов осуществления той или иной деятельности, могут быть никогда не реализованы, если они оказались неэффективными в отношении

¹ Перес К., Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания / пер. с англ. Ф.В. Маевского. — М.: Изд-во «Дело» АНХ, 2011.

собственного распространения. В свою очередь, на ранних стадиях внедрения, инновации не полностью вытесняют текущие практики, а существуют параллельно с ними. К примеру, известно про продолжительный период, во время которого автомобили и лошадиные упряжки делили пространство на одних и тех же дорогах.

Приведенный пример является обычной практикой процесса инновационной диффузии, изучением которой в числе пионеров занимался американский социолог Э. Роджерс. В его работе «Инновационная диффузия», опубликованной в 1962 году, общество, которое сталкивается с новой технологией было разделено на пять секторов, изображенных на рисунке 1.4. Представленная функция имеет вид, приближенный к нормальному, где для успешного распространения каждой инновации среди потенциальных пользователей, состоящих из раннего и позднего большинства, необходим толчок со стороны критической массы: 2,5% новаторов и 13,5% ранних последователей.



Источник: Rogers E., Diffusion of innovation, third edition, Collier Mcmillan Publishers, London, 1983, p.247

Рисунок 1.4 – Классификация преемников инноваций

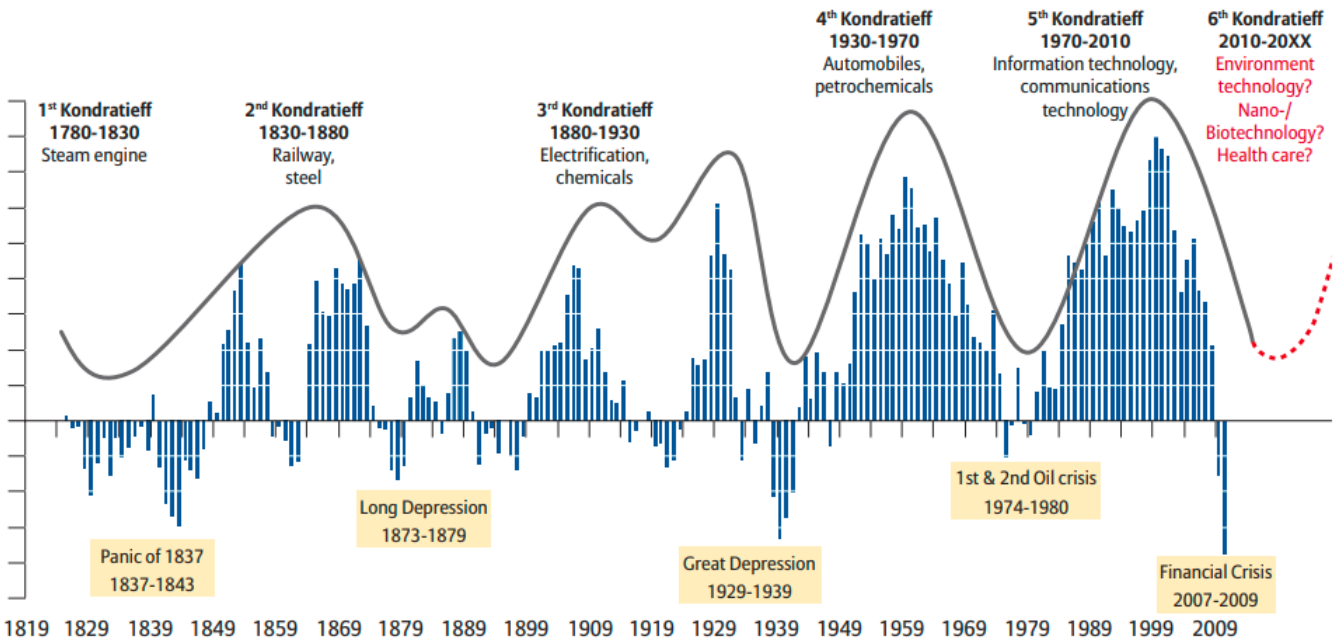
Э. Роджерс также выделял пять факторов, которые влияют на то, будет ли инновация успешно принята обществом:

- 1) Совместимость. Инновация должна соответствовать потребностям, опыту и ценностям своих потенциальных пользователей;

- 2) Относительное преимущество. Восприятие инновации должно быть лучше, чем продукт, идея или программа, на замену которого она направлена;
- 3) Наблюдаемость. Результаты от внедрения инновации должны быть ощутимы;
- 4) Тестируемость. Потенциальным пользователям должна быть предварительно предоставлена возможность опробовать инновацию, прежде чем перейти к её применению;
- 5) Сложность. Необходимый уровень усилий, для понимания и/или применения нововведения не должен быть слишком высок.

Описанные предпосылки формируют основу, в соответствии с которой в обществе будут применяться те или иные способы осуществления каждого вида экономической деятельности. Так, Н.Д. Кондратьев в 20-х гг. XX в. выдвинул теорию больших циклов экономической конъюнктуры, в соответствии с которой экономическая активность подвержена волнообразным колебаниям, вызываемыми инновационными достижениями в технологическом развитии. Каждой волне присущи повышательная и понижательная фазы; как следствие, каждому экономическому подъему предшествует стадия замедления или депрессии. Данная концепция схематично представлена на рисунке 1.5.

В соответствии с некоторыми оценками, текущее положение в мире представляет собой завершающий этап рецессивной фазы пятого цикла, после которой следующая технологическая эпоха, вызванная цифровизацией, должна привести к началу шестого цикла – цифровой экономике. Однако следует отметить, что условия наступления всех экономических циклов уникальны, так как уникальны их технологические основы и исторический контекст.



Источник: Allianz Global Investors 2010 Report – «The Sixth Kondratieff – Long Waves of Prosperity»

Рисунок 1.5 – Концепция больших циклов экономической конъюнктуры Кондратьева

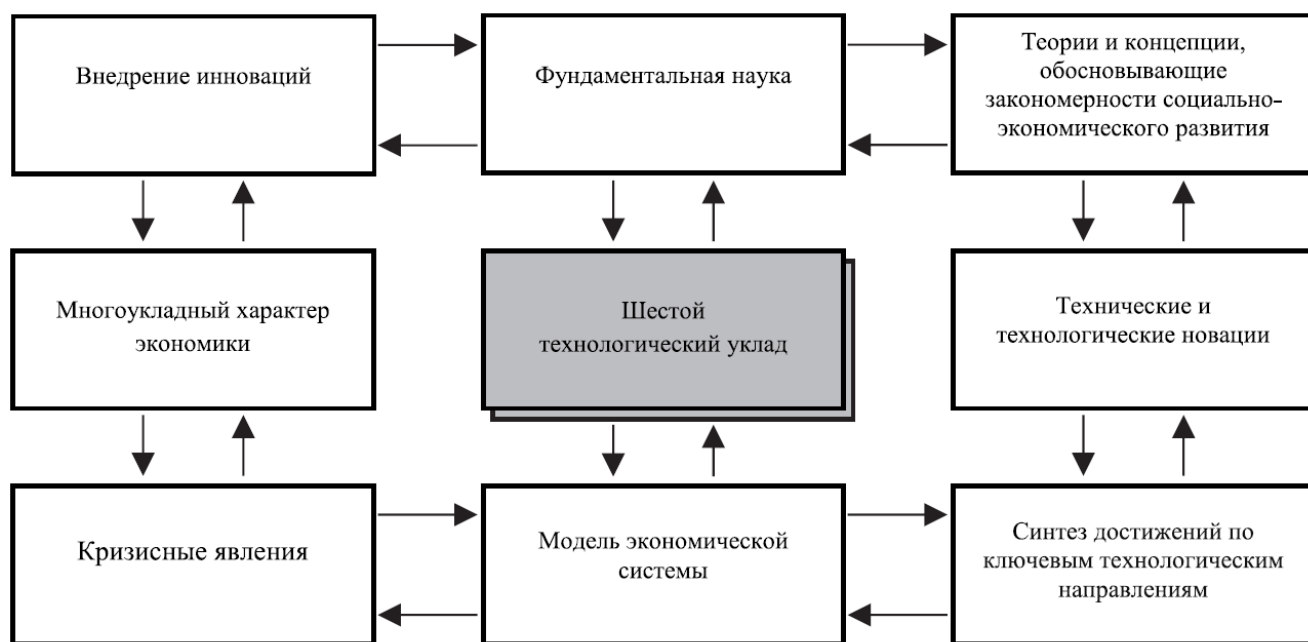
Позже отечественные ученые предложили схожую по природе концепцию «технологических укладов» (ТУ), в соответствии с которой определенная совокупность взаимосвязанных технологий также волнообразно приводит к повышающим и понижающим стадиям в экономике. Каждая из них имеет определяющее технологическое ядро, которое окружают сопутствующие технологии, представляющие собой временный драйвер для развития экономики, рано или поздно сменяющийся вновь разработанными технологическими инновациями¹. В соответствии с данным пониманием, современному обществу предстоит перейти к шестому технологическому укладу, в основе которого, находятся нанотехнологии².

Данный переход, однако, имеет не дискретный, а непрерывный характер. Начало применения новых технологий происходит по приведенным ранее закономерностям инновационных диффузий, что является причиной того, что

¹ Львов Д.С., Глазьев С.Ю., Теоретические и прикладные аспекты управления НТП // Экономика и математические методы, 1986, № 5

² Глазьев С.Ю., Харитонов В.В., Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике – М.: «Тривант». 2009.

экономика произвольной страны (зачастую и регионов внутри страны) всегда находится на стыке нескольких технологических укладов¹. Например, российская экономика, по одной из оценок, в 10-х годах XXI века оперировала ~10% технологиями второго уклада, ~30% третьего, ~50% четвертого и ~10% пятого². Для того, чтобы перейти к шестому ТУ необходимы качественные преобразования в организации фундаментальной науки и в модели экономической системы, что должно привести к цепочке взаимозависимостей, представленных на рисунке 1.6.



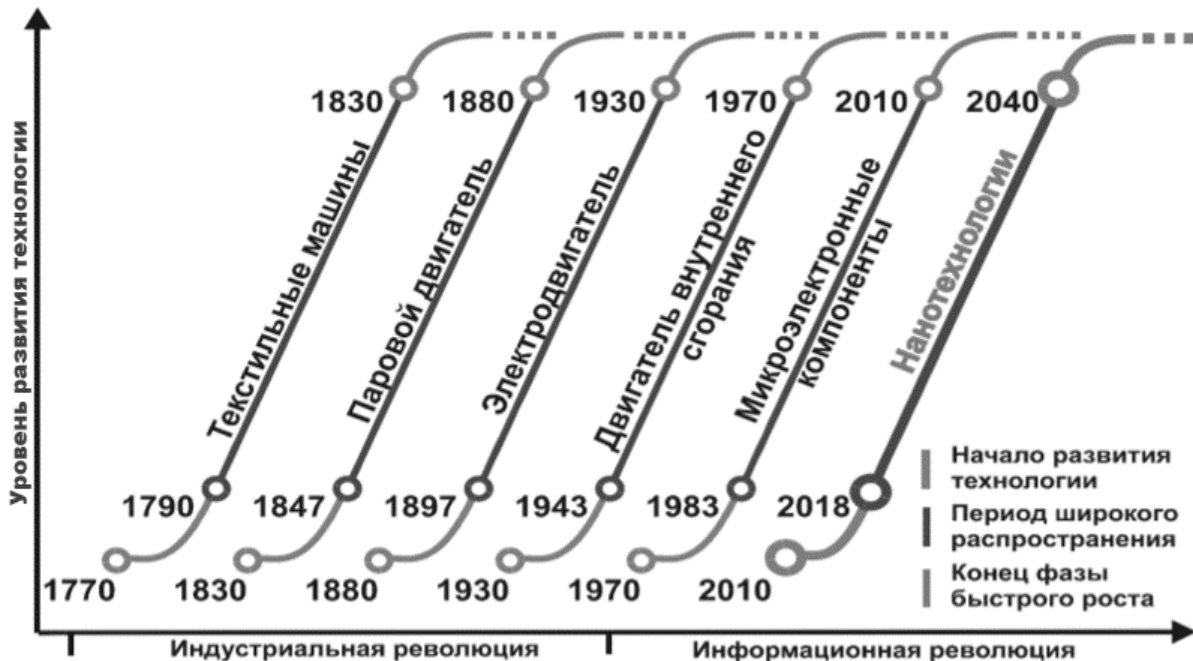
Источник: Урасова А. А. Ключевые аспекты перехода экономической системы к шестому технологическому укладу, 2017

Рисунок 1.6 – Ключевые аспекты перехода к шестому технологическому укладу

Сам же процесс развития технологических укладов имеет вид поступательного волнообразного движения, где начало каждого этапа является завершающей стадией предыдущего (рисунок 1.7).

¹ Нуреев Р.М., Латов Ю. Что такое зависимость от предыдущего развития и как ее изучают российские экономисты // Общественные науки и современность. 2006. № 2. с.118–129.

² Паршин М. А., Круглов Д. А. Переход России к шестому технологическому укладу: возможности и риски // Современные научные исследования и инновации, 2014, № 5



Источник: Глазьев С.В., Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике, 2009, с.257

Рисунок 1.7 – Технологические уклады по С. Глазьеву

К подобным выводам, но в отношении отдельных технологий пришел Р. Фостер в 1986 году. Описанные волнообразные траектории у него получили название S-образных кривых¹, отражающих жизненный цикл технологий, где каждая из них в схожей манере имеет три стадии: 1) постепенное становление, 2) резкое развитие и 3) медленное угасание. В конце третьей стадии с некоторой задержкой зарождается новая технологическая инновация, развитие которой графически имеет аналогичный вид.

В качестве одного из примеров приводят историю установления рекордов максимальной скорости, являющейся основным показателем развития у одномоторных винтовых самолетов. В таблице 1.2 приведена хронология установления рекордов при эксплуатации новых моделей самолетов.

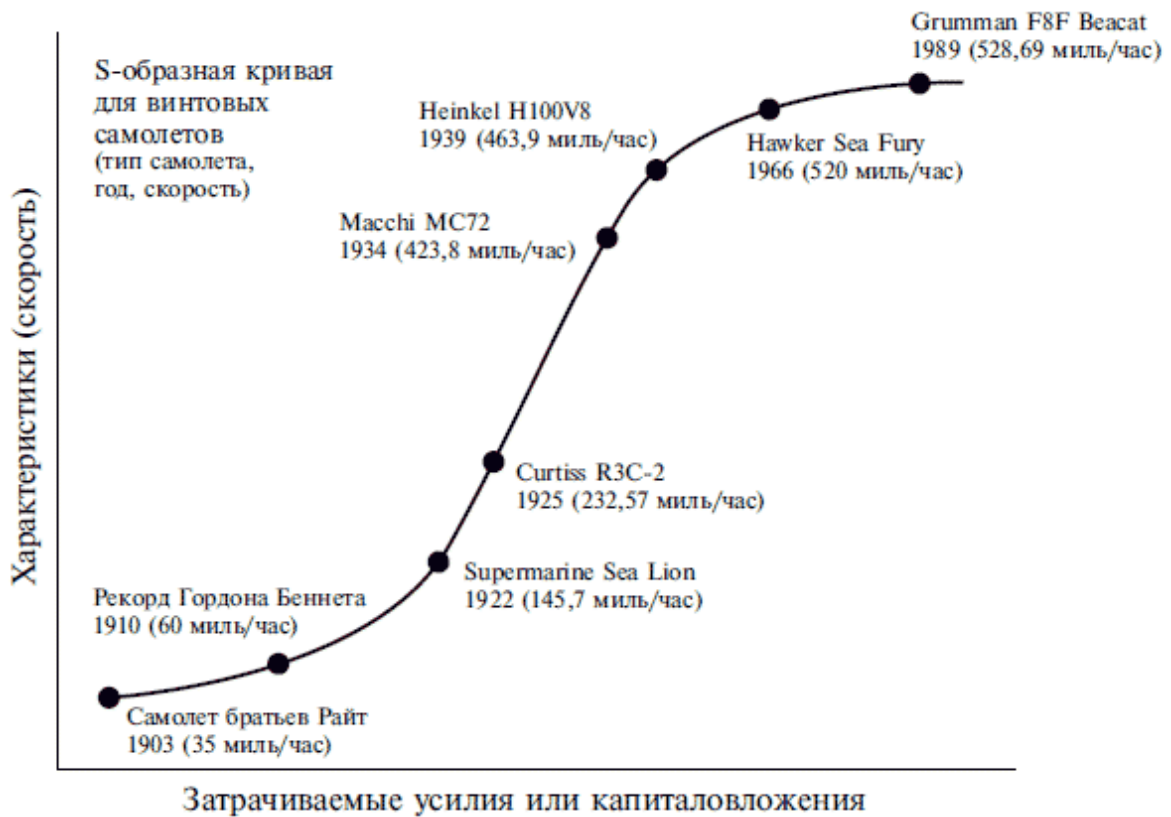
¹ Фостер Р., Обновление производства: атакующие выигрывают: Пер. с англ./ Общ. ред. и вступ. ст. В. И. Данилова-Данильяна — М.: Прогресс, 1987

Таблица 1.2 – История установления рекордов скорости на одномоторных винтовых самолетах

Модель самолета	Год	Скорость, миль/ч	Абс. изменение скорости	% изменения скорости	Кол-во лет с прошлого рекорда
Самолет братьев Райт	1903	35	-	-	-
Рекорд Гордона Беннета	1910	60	25	71%	7
Supermarine Sea Lion	1922	145,7	85,7	143%	12
Curtiss R3C-2	1925	232,6	86,9	60%	3
Macchi MC72	1934	423,8	191,2	82%	9
Heinkel H100V8	1939	463,9	40,1	9%	5
Hawker Sea Fury	1966	520	56,1	12%	27
Grumman F8F Beecat	1989	528,7	8,7	2%	23

Составлено автором по Л. Фостер, Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности — М.: «Техносфера», 2006

Как и в теоретической модели, резкий рост скорости самолетов начался с периода плавного становления и в итоге исчерпал свой потенциал. Приведенные данные графически получили вид S-образной кривой, представленной на рисунке 1.8.



Источник: Фостер Л., Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности — М.: «Техносфера», 2006

Рисунок 1.8 – S-кривая рекордов скорости одномоторных винтовых самолетов

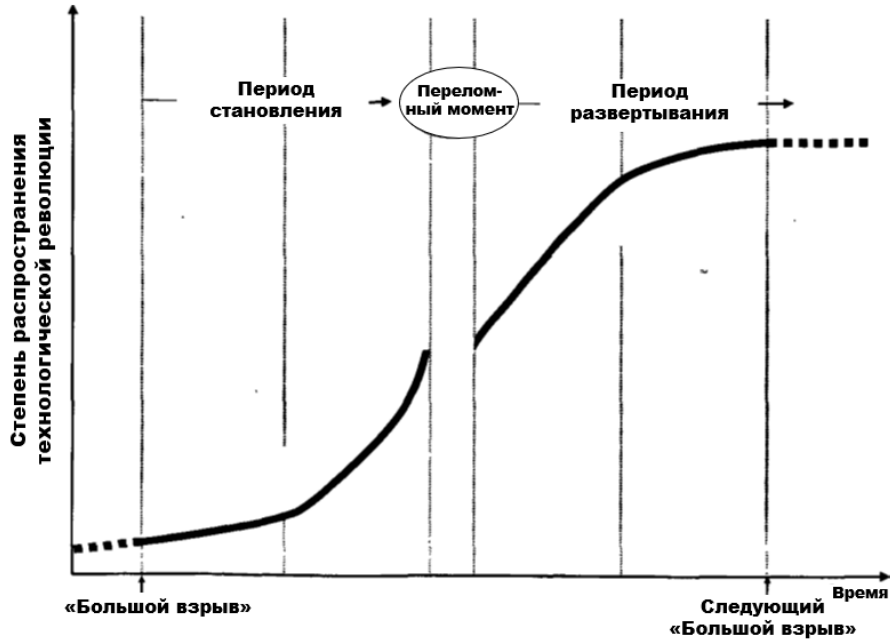
Следующая серия рекордов началась с возникновением самолетов на реактивной тяге, имевших аналогичный характер развития. В полном виде концепция представлена на рисунке 1.9.



Источник: Фостер Р., Обновление производства: атакующие выигрывают: Пер. с англ./
Общ. ред. и вступ. ст. В. И. Данилова-Данильяна — М.: Прогресс, 1987

Рисунок 1.9 – Последовательное возникновение S-образных кривых

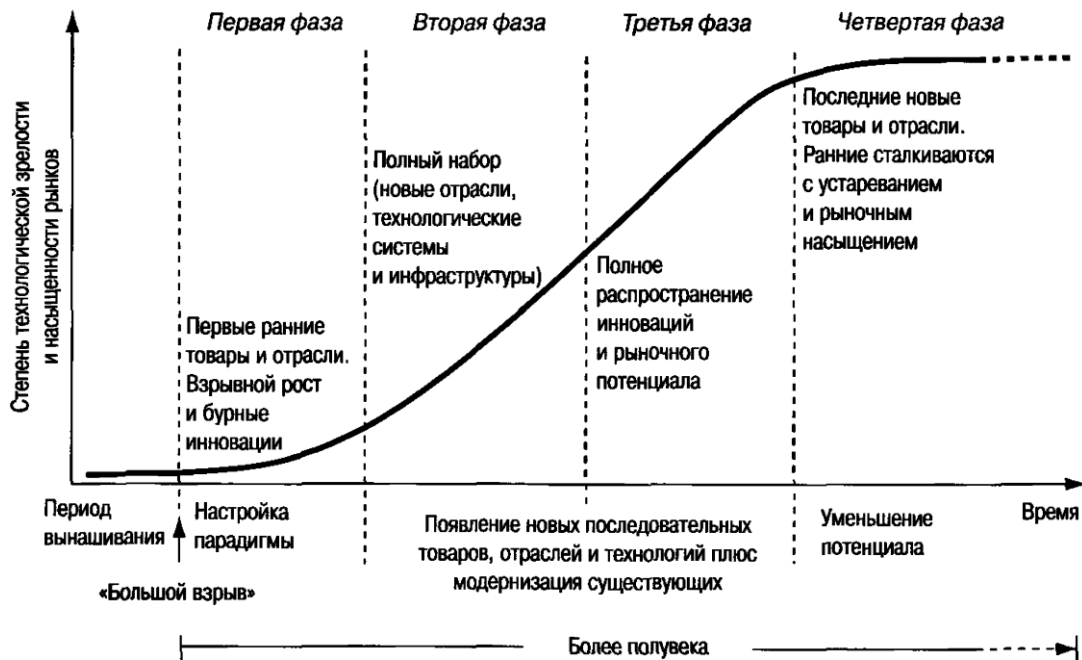
Далее, вернемся к работам К. Перес, воспринимавшей технологическое развитие аналогичным образом. В соответствии с ее представлением, для диффузии новой технологической совокупности, в обществе должна распространиться новая «технологическая парадигма». Данный процесс имеет революционный характер, одной из предпосылок которого является моральное устаревание применяющихся технологий, проявляющееся в исчерпании потенциала для дальнейшего роста эффективности. В этот момент в обществе активизируется предпринимательство, которое направлено на внедрение назревающих инноваций и стимулируется с одной стороны институциональными преобразованиями, а с другой — финансовым капиталом. Данный процесс К. Перес разделяет на две фазы: период становления и период развертывания, изображенные на рисунке 1.10.



Источник: К. Перес, Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания, 2011, с.65

Рисунок 1.10 – Стадии становления технологических революций

Каждая технологическая парадигма имеет четыре фазы, которые берут свое начало после описанного «периода вынашивания» (рисунок 1.11).



Источник: К. Перес, Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания, 2011

Рисунок 1.11 – Технологическая парадигма и её фазы

Таким образом, цифровизацию экономики можно представить как современный этап инновационной диффузии¹, в то время как цифровая экономика может соответствовать понятию нового технологического уклада, для успешного становления которого в обществе должны произойти определенные преобразования. Смена технологических эпох, как было уже отмечено, графически имеет волнообразный вид. Экономическое объяснение подобного поступательного технологического развития в обществе в эволюционном направлении изучения инновационной деятельности связывают с эволюционной спецификой технологической диффузии. Так, ещё А. Маршалл отмечал, что экономическая наука переняла методологию механики и физики, в то время как для нее скорее характерны биологические черты². Подобные эволюционные высказывания встречаются и у Й.А. Шумпетера, который писал: «открытие новых рынков, внутренних и внешних, и развитие экономической организации от ремесленной мастерской и фабрики до таких концернов, как «USSteel», иллюстрируют все тот же процесс экономической мутации, — если можно употребить здесь биологический термин, — который непрерывно революционизирует экономическую структуру изнутри, разрушая старую структуру и создавая новую»³.

В фундаментальной работе Р. Нельсона и С. Уинтера, полагавших, что основным драйвером развития общества является прогресс в развитии техники и технологий, приводится следующий тезис: «многочисленные эмпирические данные свидетельствуют, что главная движущая сила экономического роста – технический прогресс. В рыночной экономике коммерчески фирмы играют центральную роль в инновационном процессе, а инновации – главное оружие конкуренции в тех отраслях, где имеет место бурный технический прогресс»⁴. Отведение определяющей роли в

¹ Карапаев О.В., Нуреев Р.М., Цифровая экономика и производительная сила труда // Вопросы регулирования экономики, 2019, Том 10, Номер 3, С. 76-91

² Marshall A., Principles of Economy, First Edition, London: Palgrave Macmillan, 2013

³ Шумпетер Й., Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия - М.: Эксмо, 2008. с.461

⁴ Нельсон Р., Уинтер, Дж. Эволюционная теория экономических изменений / Пер. с англ. – М.: Дело, 2002

экономике научно-техническому прогрессу, в свою очередь, уходит корнями к работам Т. Веблена, который продемонстрировал значение инженеров и менеджеров в создании рациональной промышленной системы¹. Так, в отношении волнообразного характера сменяемости технологических волн в экономике еще в XX веке были замечены сходства с проявлениями в биологической жизни.

Для целей данной работы представляет интерес взаимодействие организмов с внешней средой, в частности, их адаптация или вымирание. Каждый вид организмов в природе функционирует в соответствии с текущими условиями окружающего его мира или внешней среды, которая определяет, будет ли он успешен (останется в живых и продолжит род) или нет (вымрет). Условия внешней среды постоянно меняются. Данным изменениям противопоставляется процесс мутации, который в биологии определяют, например, как «наследуемые изменения в генетическом материале»², которые «...являются основным источником всех генетических изменений и обеспечивают сырье для эволюции». Выживание посредством адаптации к условиям внешней среды представляет собой процесс эволюции организма, фактически – траекторию его развития. Для осуществления процесса эволюции «необходимо генетическое изменение – мутационный процесс»³, а «частота мутаций – это верхний предел темпа эволюции»⁴. Большинство из мутаций, однако, нейтральны или вредны⁵, в связи с чем организму необходимы именно такие, которые будут способствовать его дальнейшему выживанию. Данные мутации представляют собой «механизмы рекомбинации», которые «преобразуют генетическое разнообразие в новые комбинации, и естественный или искусственный отбор

¹ Нуреев Р.М. Очерки по истории институционализма / Р.М. Нуреев. – Ростов н/Д: Изд-во "Содействие – XXI век"; Гуманитарные перспективы, 2010

² Инге-Вечтомов, С. Г. Генетика с основами селекции: Учеб. для биол. спец. ун-тов. — М.: Высш. шк., 1989. с.294

³ Докинз Р., Эгоистичный ген / пер. с англ. Н. Фоминой. — М.: Изд. АСТ: CORPUS, 2016. с.147

⁴ Докинз, Р., Слепой часовщик. Как эволюция доказывает отсутствие замысла во Вселенной / пер. с англ. А. Гопко. — М.: Изд. АСТ: CORPUS, 2015. с.75

⁵ Snustad, D., Simmons M., 2012, Principles of Genetics — 6th ed. p.337

сохраняет комбинации, наилучшим образом адаптированные к существующим условиям окружающей среды»¹.

Технологический прогресс в схожей манере оказывает воздействие на общество, влияя на его шумпетерианские комбинации ресурсов и стимулируя их наилучшее соответствие текущим условиям внешней среды². Возникновение и распространение технологий, в свою очередь, происходит по схожим с мутационными закономерностям. На фоне общего многообразия постоянно разрабатываемых технологий в период застоя успешно распространиться и интегрироваться в жизнь общества (тем самым видоизменяя его) могут лишь те, которые наиболее точно отвечают его текущим потребностям. В терминах эволюционной экономики данный процесс называется технологической или инновационной адаптацией. Мутации, как и инновационные технологии фактически привносят изменения в устоявшиеся формы осуществления текущих процессов, которые либо адаптируются своими носителями (обществом) тем самым доказывая свою полезность, либо остаются незамеченными, либо отвергаются. Однако необходимо отметить, что эволюционные процессы в природе и в обществе имеют важное различие, связанное с преднамеренностью: эволюция живых организмов бесцельна, в то время как рассматриваемая технологическая эволюция в большинстве случаев является следствием решения конкретных задач³.

На основании проанализированного в данном подразделе материала можно заключить, что успешное распространение технологических инноваций (или технологическая диффузия с последующей адаптацией) имеет наилучшие шансы реализации после исчерпания потенциала увеличения эффективности технологиями

¹ Snustad, D., Simmons M., 2012, Principles of Genetics — 6th ed. p.321

² Нуреев Р.М., Карапаев О.В. Цифровизация экономики в контексте волнообразного характера инновационного развития // Управленческие науки. 2020. №1.

³ Кюнтцель, С.В. Эволюционный подход при моделировании экономических процессов - методологический аспект : специальность 08.00.01 «Экономическая теория» : диссертация на соискание учёной степени кандидата экономических наук / Кюнтцель Сергей Владимирович ; Высшая школа экономики. – Москва, 2010. – 209 с.

предыдущего уклада или парадигмы. Помимо этого, необходимо соответствие эндогенным и экзогенным факторам, к которым относятся:

1. Технологический прогресс;
2. Экономическая целесообразность;
3. Институциональные условия.

Таким образом, цифровизация как инновационная категория представляет собой процесс диффузии и адаптации цифровых технологий. В следующем подразделе будет более подробно исследована взаимосвязь экономической деятельности и особенностей диффузии современных цифровых информационно-коммуникационных технологий.

1.1.3. Диффузия цифровых технологий в экономической деятельности

На сегодняшний день под технологиями цифровой экономики зачастую подразумевается то же, что и под технологиями Индустрии 4.0 – термином, введенным главой Всемирного экономического форума К. Швабом. Данное отождествление является не в полной мере корректным: технологии Индустрии 4.0 охватывают лишь одну категорию экономических агентов – бизнес и, фактически, являются технологическим ядром промышленного сектора, в то время как цифровизация распространяет своё влияние и на домохозяйства, и на государственные органы. Тем не менее, для целей данной работы необходимо рассмотреть только тех технологий цифровой экономики, которые используются коммерческими фирмами. В таблице 1.3 представлены перечни основных технологий цифровой экономики для бизнеса или Индустрии 4.0, сформированные коммерческой компанией (BCG), государственным органом (Правительством РФ) и международной организацией (Всемирным Банком в лице К. Шваба).

Таблица 1.3 – Подходы к определению технологий Индустрии 4.0 и цифровой экономики

№	BCG <i>(Индустрия 4.0)</i>	Правительство РФ <i>(цифровая экономика)</i>	К. Шваб <i>(Индустрия 4.0)</i>
1	Большие данные и их анализ	Большие данные	Новые вычислительные технологии
2	Горизонтальная и вертикальная интеграция систем	Нейротехнологии и искусственный интеллект	Блокчейн и технологии распределенного реестра
3	Математическое моделирование	Системы распределенного реестра ¹	Интернет вещей
4	Автономные роботы	Квантовые технологии	Искусственный интеллект и роботы
5	Промышленный интернет вещей	Новые производственные технологии	Передовые материалы
6	Кибербезопасность	Промышленный интернет	Аддитивное производство и многомерная печать
7	Облачные решения	Компоненты робототехники и сенсорики	Биотехнологии
8	Аддитивные методы производства	Технологии беспроводной связи	Нейротехнологии
9	Дополненная реальность	Технологии виртуальной и дополненной реальностей	Виртуальная и дополненная реальности
10			Получение, накопление и передача энергии
11			Геоинженерия
12			Космические технологии

Составлено по: Rüßmann, Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries, 2015; Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. 1632-р; Шваб К., Дэвис Н., Технологии Четвертой промышленной революции, М. 2018

Все представленные подходы к определению перечня технологий своеобразны. Наиболее практико-ориентированные специалисты компании BCG фокусируются на технологических инновациях, примеры распространения которых уже существуют. В опубликованном докладе содержится описание множества практик внедрения

¹ В основном имеется в виду блокчейн.

технологий, в основном, на предприятиях Германии, которая характеризуется как «мировой лидер в промышленной автоматизации»¹. Термин «Индустрия 4.0» также лег в основу немецкой государственной инициативы по цифровизации промышленных компаний², основной задачей которой является создание необходимых институциональных условий³. Подход VCG в большей степени отталкивается от текущих реалий, потенциальная составляющая в нем вторична. Это подтверждается, к примеру, отсутствием в перечне квантовых технологий.

В приведенной таблице продемонстрировано, что, несмотря на перекрестные сходства между перечнями, некоторые из технологий могут значительно отличаться. Каждый пример представляет собой перечисление без определяющего критерия.

У российской исполнительной власти определение технологий «цифровой экономики» имеет несколько отличающийся характер. В списке, составленном Правительством, также значительную долю занимают технологические инновации, распространение которых можно наблюдать уже сегодня, но в основном подход ориентирован на будущее, хотя и не столь отдаленное: опубликованные в конце 2019 года дорожные карты предполагают достижение достаточно амбициозных результатов уже в 2024 г.

Наиболее оптимистично к формированию перечня технологий Индустрии 4.0 подходит К. Шваб, включающий в него помимо прочего преобразование человеческого генома, искусственное изменение климата, добычу ресурсов из космоса, и т.д. На сегодняшний день действительно ведется обсуждение данных технологий и существуют примеры достижения определенных результатов: известны, в частности, космические компании Blue Origin и SpaceX, а также генетический проект CRISPR. Однако с более консервативной точки зрения представляется, что

¹ Rüßmann, M., Lorenz M., Gerbert P., Waldner M., Justus J., Engel P., Harnish M., 2015. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. Boston Consulting Group, p.4

² Hofmann, E., Rüsçh, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. Computers in Industry. 89. p.23-34.

³ Удальцова Н.Л. Цифровизация экономических процессов в контексте промышленной революции 4.0 // Креативная экономика. - 2019. - Том 13. - № 1. - С. 49–62

преждевременно ожидать повсеместного распространения подобных технологий, т.к. большинство перечисленных наименований не имеет достаточно сформировавшихся условий для полноценной реализации своего потенциала в рамках «четвертой промышленной революции». Так, на сегодняшний день инвестирование в био- или нанотехнологии является слишком капиталоемким в части НИОКР, в то время как материалоотдача остается относительно невысокой. Обеспечение достаточного уровня инвестиционной привлекательности, в свою очередь, предполагается достичь за счет предварительной реализации технологического потенциала цифровых ИКТ¹.

На данном этапе следует отметить, что хотя в каждом из приведенных перечней указано около десяти технологий, на самом деле, речь каждый раз идет о технологических семействах. Так, в «Атласе сквозных технологий цифровой экономики России» ГК Росатом перечисляет те же девять технологий из приведенной Программы Правительства РФ, которые в совокупности включают уже 103 конкретные технологии². Под «сквозными» подразумеваются технологии, применимые во всех экономических отраслях, общее же число цифровых технологических инноваций несопоставимо больше. В целом, ученые выделяют три составляющих, характеризующих цифровые технологии, которые фактически представляют собой современную разновидность информационно-коммуникационных технологий (ИКТ): компьютерное оборудование, программное обеспечение и сети³. Так, Н.И. Иванова отмечает, что для глобального инновационно-технологического процесса цифровизации структурообразующую роль играет сектор информационно-коммуникационных технологий, которые представляют собой

¹ Кошовец О.Б., Ганичев Н.А. Новая модель развития рынков микроэлектроники и сектора ИКТ в проекте «цифровой экономики». Глава 7 в коллективной монографии: Мезоэкономика: элементы новой парадигмы. Под ред. В.И. Маевского, С.Г. Кирдиной-Чэндлер. – М.: ИЭ РАН, 2020.

² ГК «Росатом». Атлас сквозных технологий цифровой экономики России. 2019

³ Brynjolfsson E., McAfee A., *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies* / W. W. Norton & Company, Inc., 2014

«огромный и диверсифицированный конгломерат отраслей и подотраслей, от производства оборудования для выпуска микрочипов и до электронной торговли»¹.

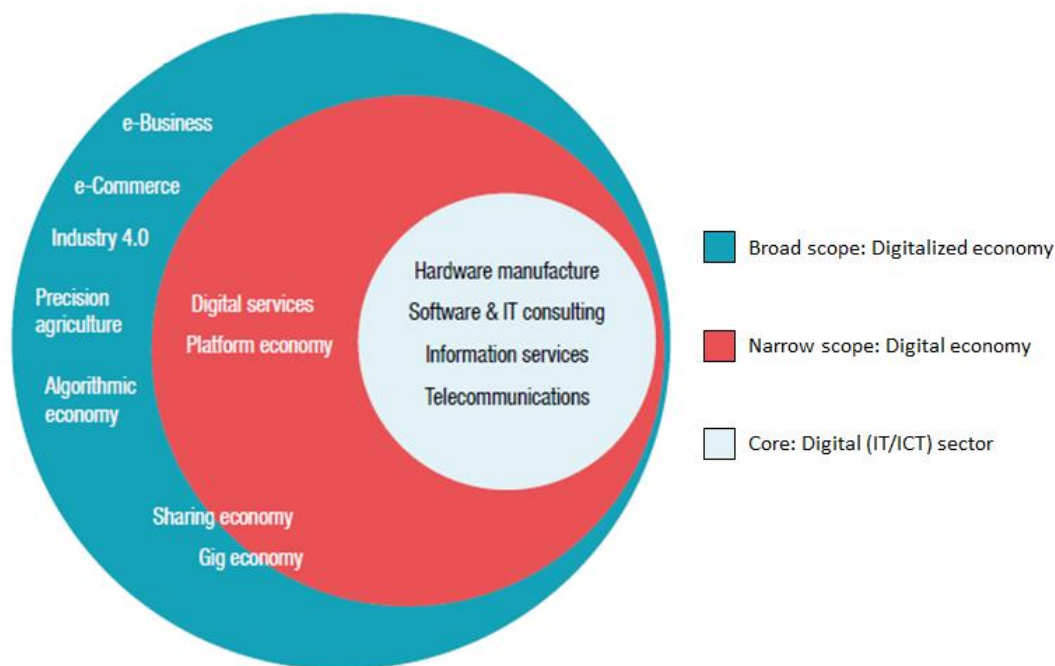
Всемирный Банк и Европейская комиссия в исследовании о распространении цифровых технологий включают в их число ПК, интернет, наличие веб-сайта, SCM (Supply Chain Management – управление цепочками поставок), ERP (Enterprise Resource Planning – планирование ресурсов предприятия), CRM (Customer Relationship Management – управление взаимоотношениями с клиентами), RFID (Radio Frequency Identification – радиочастотная идентификация), облачные вычисления, электронную коммерцию и социальные сети. Следует отметить, что некоторые из перечисленных технологий, такие как SCM и ERP фактически представляют собой существовавшие и до современных технологий оцифрованные рутинные бизнес-процессы коммерческих предприятий.

Помимо этого, под определение цифровых технологий попадают и такие примеры как Uber или Airbnb, относящиеся к так называемой sharing economy, а также агрегаторы электронной коммерции: Amazon или AliExpress.

Один из вариантов структурирования перечисленного технологического многообразия представлен на рисунке 1.12. Структура цифровой экономики разделена на три уровня. В основе находится ядро – развитие фундаментальных технологий, таких как аппаратное обеспечение: полупроводники, процессоры, прочее компьютерное и телекоммуникационное оборудование, а также информационные технологии, разрабатываемые внутри ИТ и телекоммуникационной отраслей. На следующем уровне находятся основные продукты цифровизации, к которым в данном случае отнесены цифровые платформы, мобильные приложения и сервисы для онлайн оплаты. Третий и наиболее широкий уровень охватывает весь цифровизируемый потенциал экономики, включающий индустриальные цифровые технологии,

¹ Инновационная конкуренция / ИМЭМО РАН/ Под ред. Н.И. Ивановой. – М.: Весь мир, 2020, с.99

электронные бизнес-модели, электронную коммерцию и др., использующие интернет в качестве инфраструктуры.



Источник: UNCTAD, Digital Economy Report, 2019

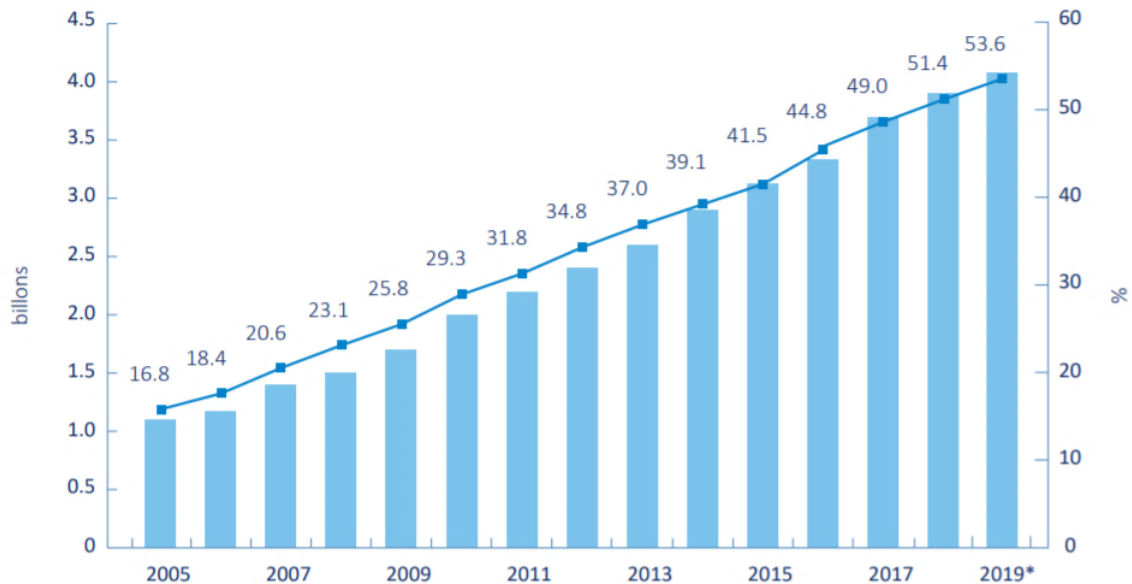
Рисунок 1.12 – Структура цифровой экономики Р. Бухта и Хикса.

Интернет занимает фундаментальное положение в процессе цифровизации. Согласно ОЭСР, распространение интернета, кроме обеспечения возможностями коммуникаций, также имеет прямое и стимулирующее влияние на инновации, продуктивность экономики, бизнес, государственное управление, здоровье и образование населения¹. Положительное воздействие осуществляется посредством применения информационно-коммуникационных технологий, коммуникационная составляющая которых обеспечена интернетом. Интернет фактически является технологической основой для многих цифровых ИКТ, а сегодняшнее содержание понятия «цифровая экономика» до 2014 г. все еще периодически характеризовалось

¹ OECD. Measuring the Digital Economy: a new perspective. OECD Publishing, 2014.

как «интернет экономика»¹.

Однако, по состоянию на 2019 г. он был доступен всего немногим более половины мирового населения. Динамика количества пользователей интернета в мире представлена на рисунке 1.13.



Источник: ITU, Measuring digital development Facts and figures 2019, P. 1

Рисунок 1.13 – Динамика количества пользователей интернета в мире (2005–2019)

Согласно опубликованному докладу², чем больший доход имеет население страны, тем шире распространен широкополосный доступ в интернет и тем в большей степени он используется. В то время как выход в сеть может быть доступен большинству населения и, соответственно, компаний, его эффективное использование возможно лишь при условии обеспечения минимальных необходимых пропускных скоростей, в противном случае его применение будет лишено экономического смысла.

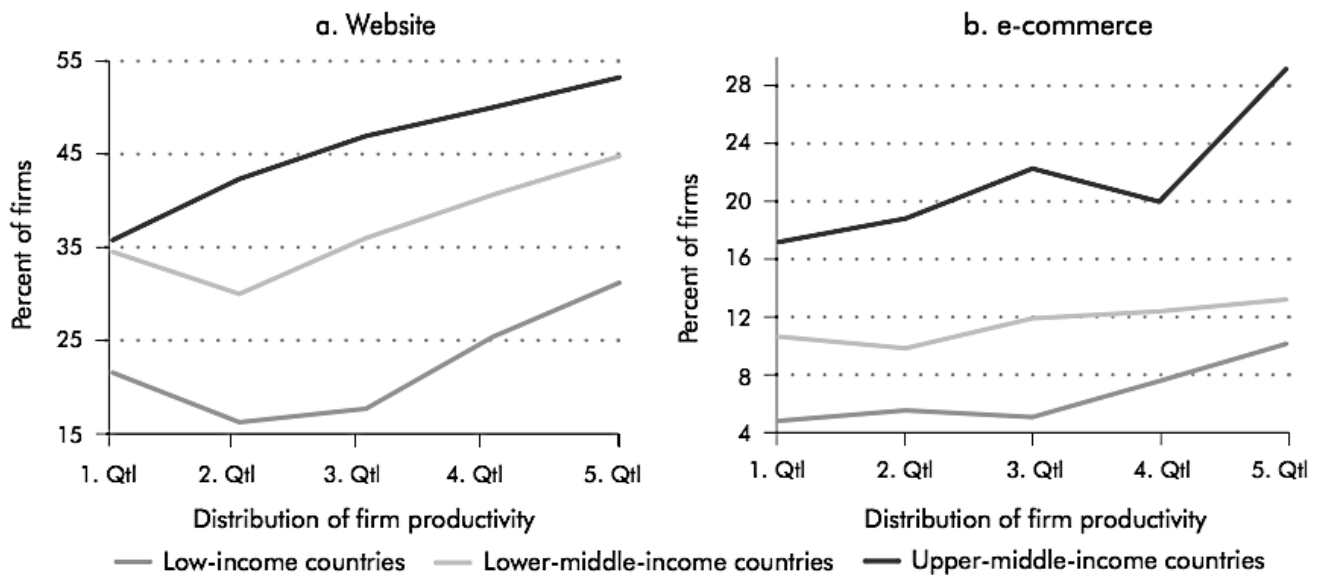
В этом отношении было проведено исследование, посвященное взаимосвязи между продуктивностью коммерческих компаний и тем, как они используют интернет.

¹ Ганичев Н. А., Кошовец О. Б. Как посчитать цифровую экономику: между реальностью и конструкцией// ЭКО. 2020. № 2. С. 8-36.

² World Bank, World Development Report 2016. «Digital Dividends»

Оказалось, что экономическая деятельность с применением интернета находится в прямой зависимости с уровнем продуктивности предприятия. На рисунке 1.14 представлены доли компаний, разделенные по уровню их продуктивности на пять квинтилей в странах с низкими, средними и высокими уровнями среднего дохода, которые использовали интернет в двух направлениях: для ведения веб-сайта и онлайн продаж.

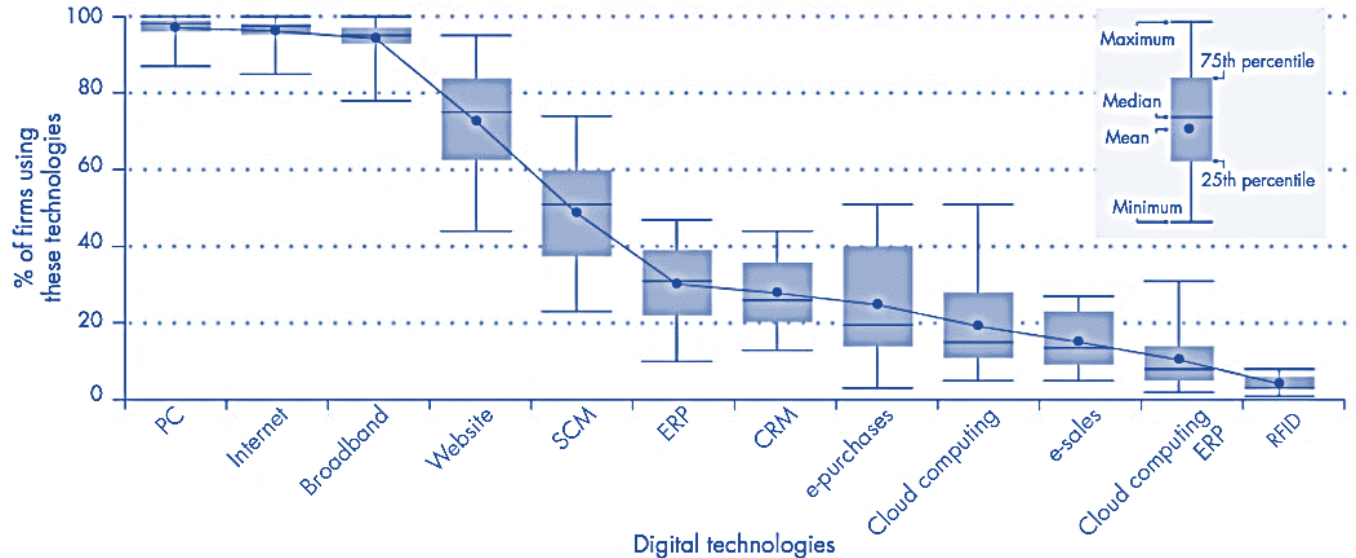
На графиках видно, что чем больший уровень продуктивности показывают компании (независимо от того в стране с каким уровнем дохода они функционируют) тем шире среди них распространено использование интернета и электронной коммерции. Также, можно сказать, что примитивное использование веб-сайтов среди самых продуктивных компаний в странах с высоким и низким уровнями доходов отличаются менее чем в два раза, в то время как разница в распространении требующей более широких знаний и умений электронной коммерции среди тех же компаний может достигать до тройного объема.



Источник: World Development Report 2016. Digital Dividends. P. 54

Рисунок 1.14 – Использование интернета для ведения веб-сайта и онлайн продаж и уровень продуктивности предприятий в странах с разным уровнем дохода за 2010–2014 гг.

Далее представлена диффузия цифровых информационно-коммуникационных технологий, наиболее распространенных на современном этапе развития цифровизации. На рисунке 1.15 продемонстрировано, что компьютеры и



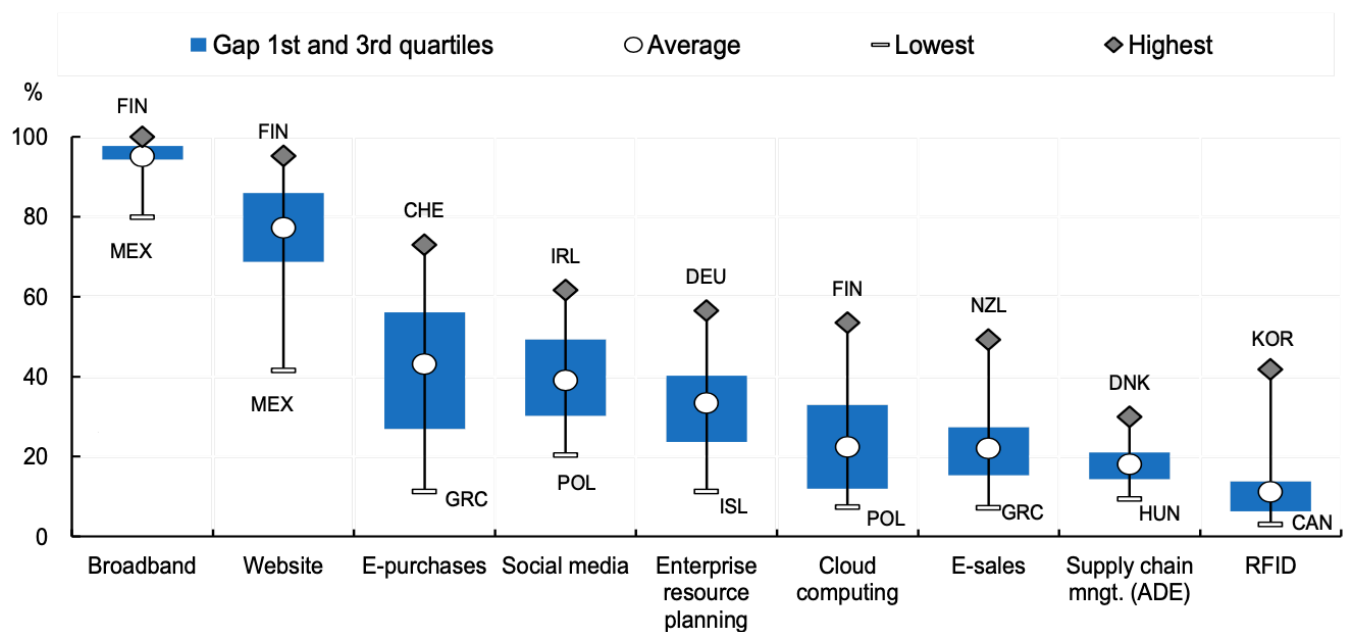
Источник: World Development Report 2016. Digital Dividends. P. 53

Рисунок 1.15 – Диффузия базовых цифровых технологий в странах с относительно высоким средним уровнем дохода

широкополосный интернет распространены среди почти 100% компаний. Это является базисом для диффузии прочих цифровых технологий, среди которых наиболее распространена SCM, использовавшаяся примерно половиной исследуемых предприятий, функции которой направлены на оптимизацию и контроль всего цикла закупок, производства и дистрибуции. Второе и третье места соответственно заняли ERP и CRM, имея примерно аналогичный показатель диффузии равный 30%. За ними последовали электронная коммерция и облачные вычисления, в то время как на последнем месте находилась RFID, применявшаяся примерно 5% предприятий (технология используется как средство IoT / ПоТ – Internet of Things / Industrial Internet of Things –интернета вещей / промышленного интернета вещей). Однако необходимо отметить, что на рисунке представлены усредненные данные по всем странам-членам ОЭСР.

Распространение перечисленных технологий может сильно отличаться на разных территориях ввиду различных условий (или внешней среды), в которых функционируют компании¹. Экономические, социальные и прочие особенности влияют на то, какие именно технологические потребности возникают у предприятий в каждом регионе, и, как следствие, какие из технологий получают наибольшее распространение.

Так, на рисунке 1.16 представлено большинство из описанных ранее технологий с выделением страны-лидера и страны-аутсайдера в доле их использования. Представленная диаграмма отражает состояние, присущее странам-членам ОЭСР, что уже определяет уровни их среднего дохода значительно выше среднемировых.



Источник: OECD (2017) Going Digital: Making the Transformation Work for Growth and Well-being. Paris

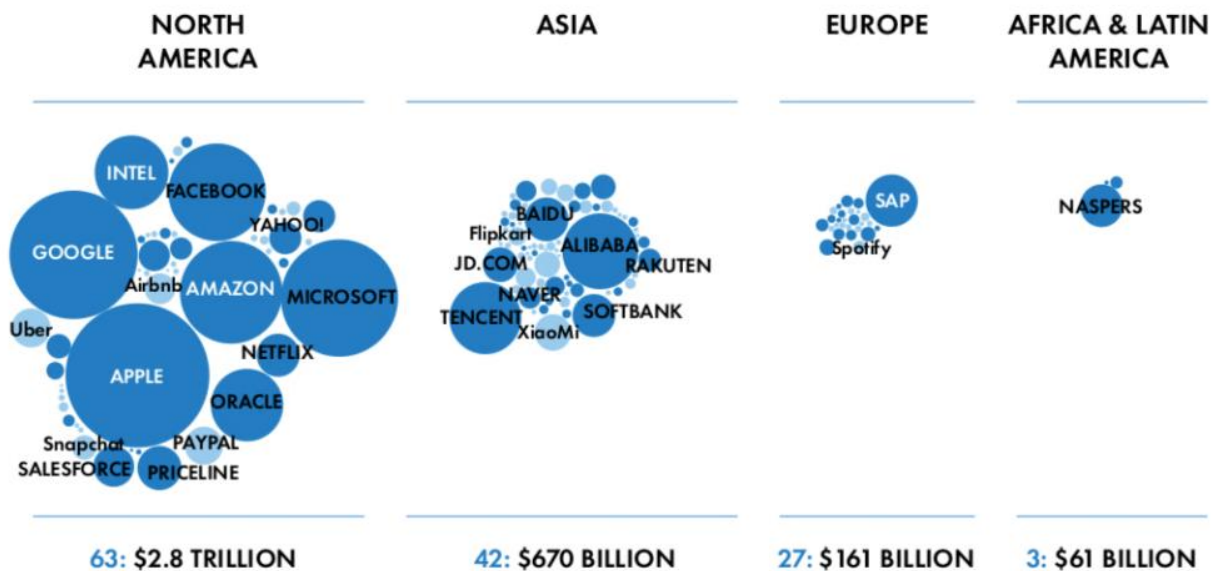
Рисунок 1.16 – Диффузия базовых цифровых технологий в странах с относительно высоким средним уровнем дохода и выделением стран-лидеров и аутсайдеров

¹ Нуреев Р.М., Карапаев О.В. Три этапа становления цифровой экономики // Вопросы регулирования экономики 2019, Том 10, Номер 2 С. 6–27

Чаще всего лидерами являлись скандинавские страны Финляндия и Дания, в которых наиболее широко были распространены широкополосный интернет, ведение веб-сайтов, облачные вычисления и SCM.

Более подробно взаимосвязь цифровой технологической диффузии и особенностей экономической деятельности в европейских странах будет исследована в подразделе 2.2.1.

Территориальная принадлежность значительно характеризует не только диффузию технологий, но и их разработку. На рисунке 1.17 продемонстрировано географическое разделение концентраций компаний, ведущих свою деятельность в сфере цифровых технологических инноваций и имеющих рыночную капитализацию больше 1 млрд долл.



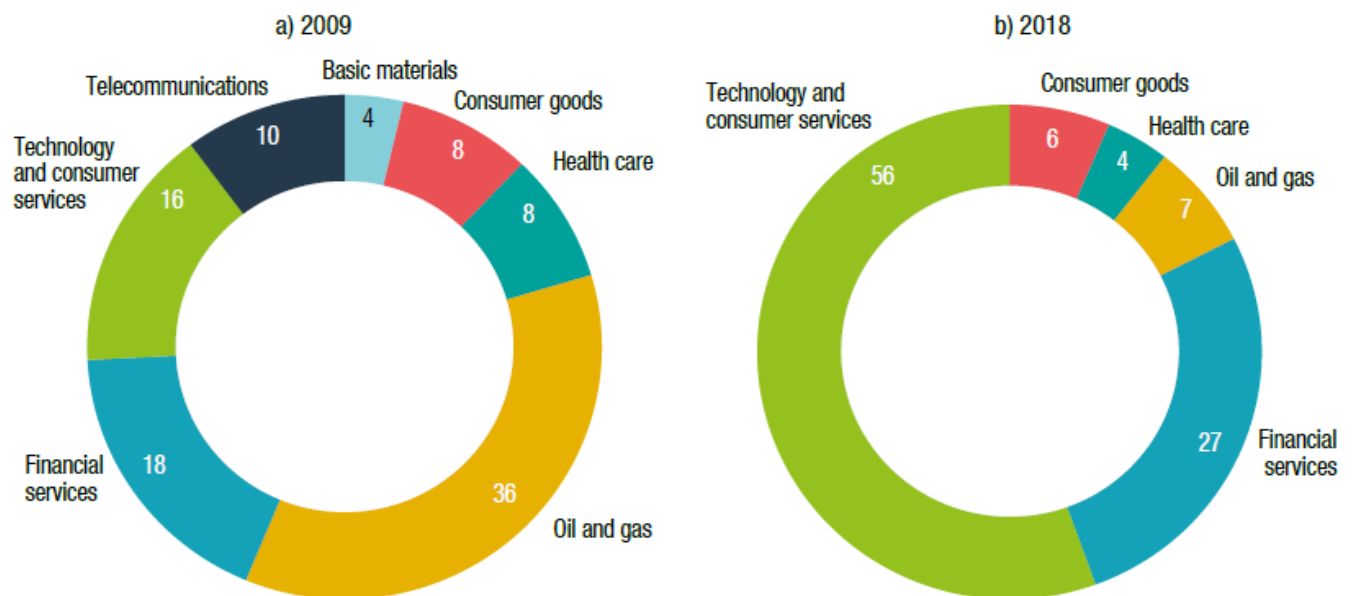
Источник: UNCTAD, Information Economy Report, 2017

Рисунок 1.17 – Географическая концентрация штаб-квартир транснациональных корпораций в технологической сфере с рыночной капитализацией более \$1 млрд, 2016 г.

На рисунке 1.17 видно, что основная масса инновационных технологических разработчиков находится в Северной Америке (фактически в США), следом за которой идут Азия и Европа, тогда как Африка значительно отстает.

Далее обратимся к анализу капитализации всей мировой экономики. На рисунке 1.18 продемонстрировано, что на сегодняшний день стоимость технологических компаний превышает стоимость компаний всех остальных экономических секторов вместе взятых, в то время как еще десять лет назад наибольшую долю занимали нефтегазовые компании.

Ядро мировой экономики сместилось с индустриальной сферы в информационную. Также, это ядро почти полностью базируется и разрабатывается в США.



Источник: UNCTAD, Digital Economy Report, 2019

Рисунок 1.18 – Топ-20 компаний мира по рыночной капитализации по секторам, на 2009 г. и 2018 г., %

Подобные изменения в глобальной экономической структуре свидетельствуют о том, что технологии начинают определять поведение экономики. Технологии, безусловно, существовали всегда, однако, как показывает практика, в современном мире на них сосредоточен основной фокус.

С другой стороны, миграция доходов из реальной сферы в информационно-коммуникационную может быть скорее связана с конъюнктурными обстоятельствами, нежели с объективной целесообразностью.

В следующем разделе будут более подробно рассмотрены роль технологий в воспроизводственном процессе, а также специфика современного цифрового технологического развития во взаимосвязи с производственной эффективностью.

1.2. Особенности взаимосвязи цифровых технологий и воспроизводственного процесса

В предыдущем разделе было подчеркнуто, что процесс цифровизации осуществляется посредством распространения (диффузии) цифровых информационно-коммуникационных технологий. Понятие «информационно-коммуникационные технологии» подразумевает взаимосвязь трех категорий: информации, коммуникаций и технологий, каждая из которых требует определенного освещения для достижения цели данной работы.

Помимо этого, в данном разделе будут исследованы особенности влияния современных технологий на воспроизводственный процесс, а также механизм воздействия ИКТ и информации на производительность труда.

1.2.1. Роль информационного фактора в общественном воспроизводстве

Как было отмечено ранее, ядро глобальной экономической деятельности существенно сместилось в сторону технологического развития и, как следствие, в сторону производства и потребления нематериальных благ. Вслед за этим значительно видоизменился и уклад человеческой жизни. Данный процесс начался в середине XX века и исследовался такими учеными как Д. Белл, Дж. Гэлбрэйт, П. Друкер, М. Кастельс, Э. Тоффлер и др.

С 1950-1960-х гг. формирующийся новый тип общества последовательно называли «новым индустриальным»¹, «постиндустриальным»², «посткапиталистическим»³, и «информационным»⁴.

¹ Galbraith, J. K. (1967). The new industrial state. Houghton, Mifflin and Company

² Белл Д. (1986) Социальные рамки информационного общества. В кн.: Новая технократическая волна на Западе. М.: Прогресс. с. 330-342

³ Drucker P. The Age of Discontinuity, New York, Harper&Row, 1968

⁴ Кастельс М. (2000) Информационная эпоха: экономика, общество и культура М.: ГУ ВШЭ

Д. Белл в своей работе «Грядущее постиндустриальное общество» характеризовал эпохи развития общества как доиндустриальную, индустриальную и постиндустриальную¹. С переходом от доиндустриального к индустриальному, и от него – к постиндустриальному обществу, согласно его видению, меняется значимость отдельных видов технологий, а вместе с ней и значимость соответствующих ресурсов. Так, для доиндустриального общества наиболее характерны природные и трудовые ресурсы, для индустриального – материальные, для постиндустриального – информационные. Главной характеристикой последнего, по Беллу, является центральная роль знания и информационных технологий, а также их хранение и распространение.

Аналогичным образом Э. Тоффлер воспринимал изменения в обществе как череду «волн», наподобие многочисленных примеров, приведенных в подразделе 1.1.2, под которыми он понимал научно-технические рывки, ведущие к кардинально новому жизненному укладу. Тоффлер выделял аграрную, индустриальную и информационную волны, каждая из которых повлекла за собой распространение новых технологий почти во все сферы человеческой жизни².

Если индустриальная революция с последующим массовым производством стала причиной развития технологий внутри отраслей тяжелой промышленности, машиностроения и сопутствующих, то в современном информационном обществе основное внимание уделяется информационно-коммуникационным технологиям и их двум опорным экономическим отраслям: информационным технологиям и телекоммуникациям.

Общее направление мыслей этих ученых делает необходимым рассмотрение фундаментальных свойств информации и сопутствующих понятий. Тем не менее, в углублении в ее физические и метафизические особенности для экономического исследования на данный момент нет необходимости.

¹ Белл Д., Грядущее постиндустриальное общество, 1999

² Тоффлер, Э. Третья волна = The Third Wave, 1980. — М.: АСТ, 2010

Сегодня не приходится подвергать сомнению значение информации для функционирования и развития общества. Оно подчеркивается в том числе и на государственном уровне: в приводившейся ранее Программе «Цифровая экономика Российской Федерации» отмечено, что «данные в цифровой форме являются ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности»¹. Однако так было не всегда.

Научный фундамент в изучении информации был косвенно заложен К. Шенноном в середине XX века путем исследования электронных коммуникаций². На сегодняшний день изучение таких операций в отношении информации как сбор, хранение, передача, обработка и других проходит в рамках кибернетики, информатики, теории информации и др.

В общенаучном смысле понятия «информация», «знание», «сведения» или «данные» нельзя определить с удовлетворительной точностью – для этого всегда необходим контекст³. Эти же термины не могут быть объяснены один без другого.

В экономической науке в соответствии с одной из формулировок, информацию понимают как «средство снижения неопределенности и риска, способствующее реализации определенных целей субъекта и принесению выгоды»⁴. Принесение выгоды может осуществляться несколькими способами. В первую очередь, следует упомянуть широко известный пример – работу нобелевского лауреата Дж. Стиглера, согласно которой простое узнавание цен у нескольких продавцов в среднем приносит наличную выгоду покупателю⁵. Эти идеи позднее были развиты Дж. Акерлофом, Дж. Стиглицем и М. Спенсом, которые ввели в экономическое поле понятие асимметрии информации и тоже стали лауреатами Нобелевской премии. В контексте

¹ Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. N 1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации»

² Бодякин В.И. Определение понятия "информация" с позиций нейросемантики. - М.: ИПУ РАН. 2006.

³ Бодякин В. И. Категория "знание" с позиции нейросемантики // УБС. 2006. №16.

⁴ Горбунова Ю.И., Гладышева А.В., Горбунова О.Н. Информационное обеспечение экономической деятельности на современном этапе социально-экономического развития // Социально-экономические явления и процессы. 2014. №2.

⁵ Stigler, G. The Economics of Information. The Journal of Political Economy, Vol. 69, No. 3. (Jun., 1961), pp. 213-225

проделанной ими работы информация также приносит выгоду, но в играх с нулевой суммой¹. Базисом для подобных несовершенств в распределении ресурсов является невозможность обладания абсолютно полной информацией. Однако для целей данного исследования подробно останавливаться на количественных характеристиках информации не требуется.

В данной работе рассмотрение информации будет ограничено условиями ее обращения и процессом реализации ценности информационных благ. Информацию можно представить в двух качествах:

1) как один из факторов производства, т.е. ресурс, использующийся в производственном процессе;

2) как произведенное экономическое благо для непосредственного потребления.

Информационные ресурсы в общей экономической теории начали активно рассматриваться с 1950 гг.² и с тех пор обычно включают научные, технологические и другие сведения, а также средства, с помощью которых обеспечивается их получение, передача, обработка и потребление. Важно отметить, что информация как фактор производства имеет подчиненное положение по отношению к труду, т.к. вне субъекта своего использования, информация является скорее абстрактной метафизической категорией, в отличие от таких факторов производства как земля или капитал.

Информационные экономические блага могут производиться как минимум посредством двух процессов: i) записью аналоговых сигналов, непрерывно происходящих в реальном мире на некий носитель (текст на бумаге, фильм на пленке, музыка на диске и т.д.) и ii) путем преобразования имеющихся информационных ресурсов: так же, как и при любом другом трансформационном производственном процессе. Характерной особенностью во втором случае является тот факт, что после

¹ Akerlof, G. The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism // The Quarterly Journal of Economics, v.84, August 1970, p.488-500.

² Артамонов, А.В. Информация как фактор производства и развития в современной экономике // Вестник ТГУ. 2010. №4.

завершения заключительной стадии производства, информационных ресурсов, использованных в данном процессе, не становится меньше: они остаются доступными для неограниченного количества последующих производственных манипуляций. Так, информационные блага имеют форму совершенного публичного блага: неконкурентного в потреблении и слабо исключаемого из пользования других субъектов.

На данном этапе информация была кратко описана как ресурс и как экономическое благо. В одном случае она предназначается для производства, а в другом – для потребления. Однако её свойства остаются неизменными вне зависимости от восприятия. Это происходит ввиду того, что подобная дихотомия отношения информации к производству вступает в противоречие с сущностью воспроизводственного процесса в широком смысле. Известно, что производство и потребление являются составными частями одного целого: в зависимости от угла восприятия один и тот же процесс одновременно является и производством, и потреблением чего-то¹. Подробнее данный вопрос будет освещен в начале второй главы.

Неизменный перечень характерных свойств информации, отличающих её от других типов ресурсов (трудовых, материальных, финансовых) включает в себя:

- 1) неисчерпаемость: количество информации непрерывно возрастает;
- 2) неконкурентность потребления: информация не исчезает и её не становится меньше даже при использовании многими потребителями одновременно;
- 3) непрерывность спроса: потребность в некоторой информации может длиться неограниченное количество времени. Здесь, однако, есть нюанс, о котором будет сказано далее.

¹ Маркс К. Экономические рукописи 1857-1859 годов. Введение // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Том 12. С. 709-726

4) несопоставимость затрат на производство и тиражирование: производство первой копии информационного блага обходится дороже, чем производство любого количества всех остальных;

5) недолговечность востребованности: моральный износ информации может происходить крайне быстро, даже в течение нескольких дней или часов¹.

Перечисленные свойства информации во многом возможны благодаря её нематериальной (цифровой бинарной) форме, определяющей способы потребления или, другими словами, реализации ценности информационных благ.

Так, возникает категория ценности информации. В первую очередь, очевидна субъективная составляющая понятия ценности как оценочного суждения. Изучение данного вопроса в отечественной литературе началось с публикаций А.А. Харкевича в 1960 г.² Примерно в то же время А.Н. Колмогоровым были сформулированы подходы к определению количества информации³, основываясь на которых был предложен метод к определению ценности информации, названный мерой ценности информации Харкевича-Бонгарда⁴. Его суть заключалась в определении меры того, как информация влияет на достижение поставленных целей. В общем виде формула (1.1) выглядит следующим образом:

$$W = \log_2 \frac{P_i}{P}, \quad (1.1)$$

где P – вероятность достижения цели до потребления информационного блага;

P_i – вероятность достижения цели после потребления информационного блага.

Информационной ценности также присущ и характерный для материальных объектов износ: как физический, так и моральный. Физически изнашивается форма

¹ Бакут П., Шумилов Ю. Информационные технологии, информационные ресурсы, интеллектуальная собственность - понятия, взаимосвязь, проблемы // Информационные ресурсы России. - 2005. - №5. - с.18.

² Харкевич, А.А. О ценности информации // Проблемы кибернетики. – М.: Физматгиз, 1960. – Вып. 4. – с.54.

³ Колмогоров А.Н., Три подхода к определению понятия “количество информации”, Пробл. передачи информ., 1965, том 1, выпуск 1, 3–11

⁴ Деревягин А.И. К ценности управленческой информации// Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. 2009. № 1. с.58

хранения информации – её носитель. Моральный износ увеличивается с ростом доступности: известную всем информацию невозможно экономически реализовать.

В графическом представлении реализованная ценность информационного блага для общества в определенный момент перестает расти: функция принимает вид неоднократно приведенных в подразделе 1.1.2. S-образных кривых.

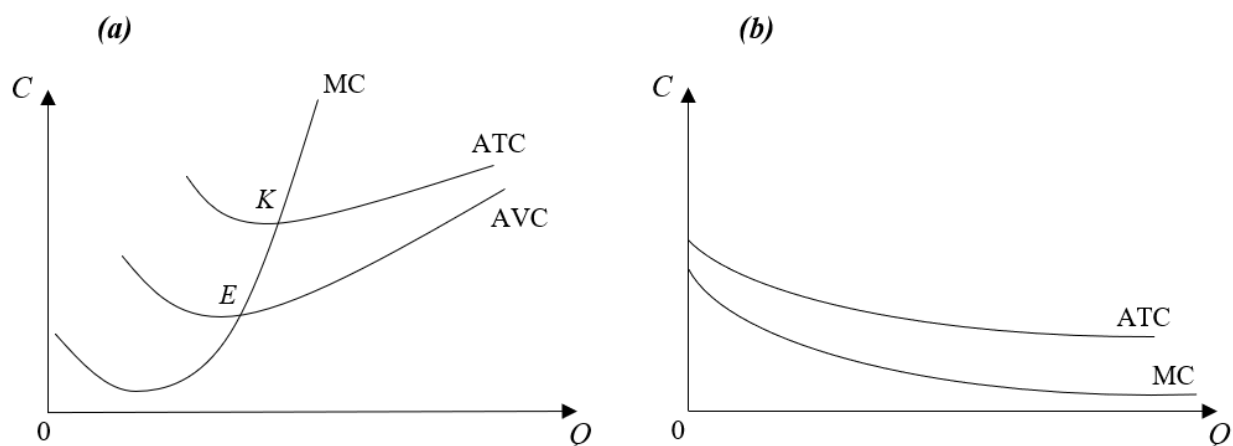
Следует отметить, что информационные блага не порождают положительной обратной связи в росте экономического благосостояния общества ввиду существования проблемы информационной достоверности. Ошибочная информация (или дезинформация) является причиной ошибочных решений, приводящих к экономическому ущербу для общества.

Общая величина ценности от реализации информационных благ зависит от условий, при которых происходит каждая реализация. К этому вопросу необходимо подходить в процессе рассмотрения понятия сетей и их свойств, фактически являющихся средой обращения информационных благ, которые иногда также являются сетевыми благами. Ценность для общества от потребления сетевых благ может быть реализована только в условиях подключения и нахождения в данном информационном пространстве, называемом сетью. Можно ожидать, что общий объем реализованной ценности от конкретных благ при прочих равных условиях будет меняться пропорционально размеру сети (количеству ее пользователей), в которой происходит их обращение: единство информационного пространства в данном случае играет ключевую роль.

В широком смысле сеть можно охарактеризовать как систему децентрализованного управления. Единство информационного пространства в большинстве современных сетей достигается благодаря возможности внутреннего взаимодействия с помощью интернета. Интернет таким образом представляет собой «первичную» технологическую сеть для сетей следующих уровней, что также составляет фундаментальную предпосылку для функционирования ИКТ.

Сетевую экономику определяют как социально-экономическую систему, «в которой взаимодействие между экономическими агентами происходит преимущественно на основе прямых долгосрочных кооперационных и информационных связей, опосредованных отношениями доверия»¹. Сетевые блага, в свою очередь, имеют следующие характерные особенности²:

1. Эффект масштаба может быть проиллюстрирован на примере предельных и средних издержек производства традиционных благ и сетевых благ на рисунке 1.19. В случае (а) представлена величина предельных издержек традиционного блага, значительно возрастающая после достижения определенных объемов производства. Современные сетевые блага (b), в свою очередь, демонстрируют относительно высокие издержки в начале производства, которые фактически являются издержками создания.



Источник: (а) – Нуреев Р.М., Курс микроэкономики, 2016, с.236; (b) - Основы цифровой экономики. Под ред. М.И. Столбова, Е.А. Бренделевой., 2018, с. 16

Рисунок 1.19 – Предельные и средние издержки (а) традиционных и (b) сетевых благ

После того как цифровое благо единожды создано, для обслуживания каждого нового покупателя или клиента снижение издержек доходит практически до нуля. К

¹ Устюжанина Е.В. Комарова И.П. Сетевая экономика как новая социально-экономическая система. IV Российский экономический конгресс «РЭК-2020». Том XX. Тематическая конференция «Цифровая экономика и сети» (сборник материалов) / Составители В. Е. Дементьев, А. В. Леонидов. – М., 2020.

² Основы цифровой экономики: учебное пособие (2018) / коллектив авторов; под ред. М.И. Столбова, Е.А. Бренделевой. – М.: Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА»

таким благам можно отнести программное обеспечение, медиа (контент) и т.д. Подобный эффект достигается за счет свойства идемпотентности, присущего цифровым информационным продуктам, представляющего собой способность объекта производить идентичный результат при одинаковых условиях¹. Это свойство было решением фундаментальной проблемы коммуникации, на которой акцентировал внимание К. Шеннон, заключающейся в точном воспроизведении передаваемого сигнала².

2. Сетевой внешний эффект означает, что каждый дополнительный участник сети своим участием увеличивает полезность данной сети для других участников. Данная зависимость описывается законом Б. Меткалфа, согласно которому ценность любой сети для пользователя равна квадрату количества узлов соединений; суммарная ценность всей сети пропорциональна величине, определяемой уравнением в формуле (1.2):

$$\frac{n(n-1)}{2} = \frac{n^2 - n}{2}, \quad (1.2)$$

где n – количество пользователей сети.

Закон Меткалфа был сформулирован при анализе телефонных сетей, где при звонке обычно взаимодействие осуществляется только между двумя пользователями. В терминах современных информационно-коммуникационных сетей³ данная коммуникация называлась бы «one-to-one», однако интернет также предоставляет возможности для коммуникаций по типу «one-to-many» и «many-to-many».

Данный эффект также проявляется при расчете полезности сетевого блага для её пользователей, представленный формулой⁴ (1.3):

¹ Козырев А.Н. (2018) Цифровая экономика и цифровизация в исторической ретроспективе // Журнал «Цифровая экономика», №1 (2018) с.5-19

² Shannon C. E. A Mathematical Theory of Communication // Bell System Technical Journal. — 1948. — 3

³ Durov P. Why users shouldn't worry about ads on Telegram, Durov's channel, 11.02.21 URL: <https://t.me/s/durov>

⁴ Coyle D., von Graevenitz G., Bowles S., Carlin W. (2017) 'Innovation, Information, And The Networked Economy'. Unit 21 in The CORE team, The Economy – Oxford University Press

$$U = qn - p, \quad (1.3)$$

где q – качество блага;

n – количество пользователей сети;

p – цена блага для пользователя.

Согласно методике расчета, при условии постоянной цены качество блага для каждого нового пользователя данной сети увеличивается.

3. Эффект ловушки был разработан американскими экономистами К. Шапиро и Х. Вэрианом. Ученые обратили внимание на то, что в различных сетях клиенты находятся в рамках условий заключенного ранее формального или неформального договора, который иногда довольно трудно расторгнуть¹. В данном отношении иллюстративен аналоговый пример конкуренции компаний VHS и Betamax, вышедших в 1980-х годах на рынок видеомэгнитофонов. Одно и то же сетевое благо, которое они продавали, например, фильм на кассете VHS мог проигрываться только на видеомэгнитофонах VHS, а на кассетах SONY – только на SONY². С приобретением сетевого блага одной из компаний каждый пользователь в дальнейшем был заинтересован только в приобретении подобных благ только у данной компании, блага конкурента ввиду отсутствия средств для его реализации не представляли бы ценности, а издержки, связанные с подключением к новой сети, постоянно бы возрастали.

Описанные свойства сетей представляют собой скорее естественные законы, поскольку возникают независимо от единичных или коллективных действий в обществе. Эффективное функционирование каждой конкретной сети требует в том числе сознательной выработки определенных социальных правил, в соответствии с которыми будет происходить размещение и обращение сетевых информационных

¹ Shapiro C., Varian H. (1999) Information rules: A Strategic Guide to the Network Economy. Boston, Mass., Harvard Business School Press, p.352

² Coyle D., von Graevenitz G., Bowles S., Carlin W. (2017) 'Innovation, Information, And The Networked Economy'. Unit 21 in The CORE team, The Economy – Oxford University Press

благ (или контента). Подобной системе присущ конфликт взаимодействия принципов централизованного и децентрализованного управления. С одной стороны, предпосылки первичной цифровой «сети сетей» – интернета – предполагали спонтанное наполнение сети тем, что пользователи сами размещают, однако эфемерность интернета не абстрагирует его от общества и присущих последнему девиантных проявлений. Это привело к тому, что регулирующие организации, с другой стороны, стремятся распространить на интернет те же ограничения, которые действуют вне интернета, например, защиту интеллектуальных прав собственности, преследование экстремизма, запрет размещения материалов нелегального содержания, и т.д. Так, реализации ценности информационных благ, так же, как и их материальным аналогам, присущи искусственные ограничения.

В свою очередь, развитие сетей и сетевых технологий стало возможным во многом благодаря развитию телекоммуникаций, составляющих инфраструктуру для осуществления соответствующей деятельности.

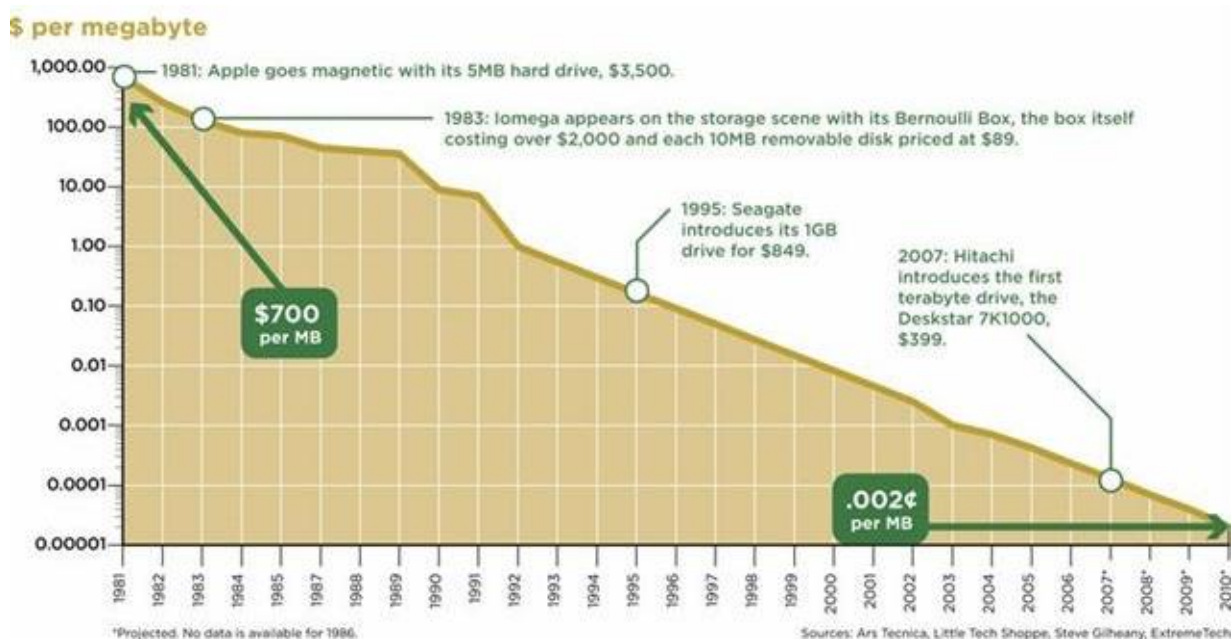
Телекоммуникационная отрасль оказала важнейшее влияние на экономические отношения. До изобретения телеграфа в 1831 г. глобальная экономика в основном характеризовалась небольшими однопрофильными компаниями, которые функционировали на локальных рынках. Под влиянием развития коммуникаций и транспорта, местные и региональные фирмы стали объединяться в национальные, расширяя таким образом масштабы своей деятельности. Результатом стало объединение небольших компаний в вертикально интегрированные производства, что повлекло за собой смещение государственного регулирования в США от рынка в целом в сторону корпораций¹. В экономике стало обрабатываться больше транзакций, чем когда-либо.

Позже массовое распространение стационарного интернета и появление мобильных устройств вывело глобальную экономику на следующий уровень.

¹ Yates, J. (1986). The Telegraph's Effect on Nineteenth Century Markets and Firms. *Business and Economic History*, 15.

Благодаря интернету начали появляться дата-центры и веб-хостинг, заложившие основу для сегодняшней электронной коммерции, ставшей отдельной отраслью экономики. Также открылись беспрецедентные возможности для передачи бизнес-процессов на аутсорсинг.

Далее в мобильных устройствах произошла консолидация функций телефонии и интернета, что фактически позволило людям всегда иметь под рукой персональный компьютер, и как следствие, осуществлять ещё больше транзакций. За период с 2000 по 2015 гг. объемы сетевого мобильного трафика возросли в 400 миллионов раз¹. В совокупности с постоянной снижающейся стоимостью хранения данных, представленной на рисунке 1.20 это оказало влияние на развитие технологий межмашинного взаимодействия (M2M) и интернета вещей (IoT), нацеленных на повышение эффективности широкого спектра государственных, потребительских и бизнес-показателей².



Источник: PC Magazine, Oct 2, 2007 Vol. 26, No. 19

Рисунок 1.20 – Динамика стоимости хранения 1-го мегабайта информации, 1981–2010

¹ Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2015-2020, White Paper, 2016

² Токарева М.С., Вишнеvский К.О., Чихун Л.П. Влияние технологий Интернета вещей на экономику // Бизнес-информатика. 2018. № 3 (45). с.62-78.

Вскоре телекоммуникационные компании начали конкурировать за предоставление ИТ-услуг непосредственно с ИТ-сектором, осуществляя деятельность по таким направлениям, как:

- Цифровые платформы (PaaS);
- Цифровые бизнес-модели;
- Цифровые экосистемы;
- Системы поддержки бизнес-операций (OSS/BSS);
- Разработка цифровых стратегий и дорожных карт;
- Интернет вещей;
- Облачные вычисления;
- Киберфизические системы (CPS)¹.

К примеру, в управленческой отчетности ПАО «Мегафон» за 2019 год указано, что компания уже оказывает услуги в сферах IoT, облачных технологий, AI, VR и AR и планирует наращивать объем². В свою очередь, на рынки предоставления услуг связи стали выходить банки. Так, в России на мощностях других операторов на рынок в 2017 и 2018 годах соответственно вышли Тинькофф Банк и Сбербанк.

Позже, в конце 2019 – начале 2020 года наступление пандемии привело к практически полному запрету на физическое взаимодействие между людьми, что стало дополнительным стимулом для реализации цифрового информационно-коммуникационного потенциала. К этому моменту уже на протяжении почти тридцати пяти лет было известно о парадоксе Солоу³, однако в условиях запрета массовых физических коммуникаций, концепции нобелевского лауреата 1987 года, могла бы оказаться противопоставленной почти полная остановка мировой экономики, фактически предотвращенная предшествующими инвестициями в ИТ оборудование и сформировавшимся заделом.

¹ Loskot P., Al-Shehri S., Numanoglu T., Mert M. (2017). Metrics for Broadband Networks in the Context of the Digital Economies. Broadband Communications Networks - Recent Advances and Lessons from Practice.

² Годовой отчет ПАО «Мегафон» за 2019 год.

³ Solow, R. (1987), «We'd better watch out», New York Times Book Review, New York Times, New York, July 1987.

За время пандемии объемы интернет-трафика выросли на 60%¹. М. Диоп, вице-президент Всемирного банка по инфраструктуре, в этой связи, отметил, что в современном мире телекоммуникационная связь стала общественным благом². Фактически телекоммуникационные компании сделали возможным осуществление хозяйственной деятельности за счет предоставления способов эффективного осуществления дистанционных коммуникаций.

Так, растущее значение информации в условиях цифровизации должно приводить к постепенному переходу на цифровые аналоги осуществления деятельности в каждой из фаз общественного воспроизводства. Приведенные в подразделе 1.1.3 примеры таких проявлений цифровизации, как возникновение цифровых маркетплейсов, социальных сетей и программного обеспечения должны приобретать более весомое значение в общей структуре экономики.

1.2.2. Цифровизация в ретроспективе технологического влияния на производственный процесс

По масштабам возможностей, открывающихся в вопросе увеличения производственной эффективности цифровизацию экономики зачастую представляют в качестве новой промышленной или научно-технической революции.

В литературе с середины прошлого века можно встретить разнообразные типы революций: промышленные (или индустриальные), научно-технические, технологические, информационные и др. С развитием информационно-коммуникационных технологий возникла и новая концепция «информационного общества», отличительными характеристиками которого активно занимаются и современные ученые³. Среди авторов можно выделить уже приводившихся Д. Белла, П. Друкера, М. Кастельса, К. Переса, а также М. Маклюэна, А.И. Ракитова и других.

¹ OECD (2020), Keeping the Internet up and running in times of crisis, OECD, Paris

² COVID-19 reinforces the need for connectivity URL: <https://blogs.worldbank.org/voices/covid-19-reinforces-need-connectivity>

³ Лукиных Т. Н., Можяева Г.В. Информационные революции и их роль в развитии общества // Гуманитарная информатика. 2005. №2.

В первую очередь, цифровизация в широком смысле будет рассмотрена в ретроспективе качественных изменений, происходивших именно с предметом, на совершенствование взаимодействия с которым направлен вектор её развития, т.е. с информацией. В этом отношении существует отдельный перечень «информационных революций», разработкой которых среди прочих занимались П. Друкер и А.И. Ракитов.

По П. Друкеру, первая информационная революция заключается в изобретении письменности, вторая связана с изобретением книги, а третья началась с изобретения И. Гутенбергом печатного станка и пунсона^{1,2}. С изобретением печатного способа производства книг их стоимость существенно снизилась, что позволило людям читать больше, чем когда-либо ранее в истории³. Все революции предоставляли новые средства для того, чтобы гораздо дольше хранить и гораздо быстрее и дальше распространять информацию в обществе, каждый раз оказывая кардинальное влияние на вектор его развития (напр. за счет изменений в сфере образования).

В свою очередь, А.И. Ракитов выделял следующий перечень информационных революций⁴:

- 1) возникновение человеческого языка;
- 2) появление письменности;
- 3) изобретение книгопечатания;
- 4) распространение электронных технологий работы с информацией;
- 5) развитие глобальных телекоммуникаций.

Стоит отметить, что, хотя возникновение речи и появление письменности привели к революционным изменениям, они вряд ли являются революциями в привычном понимании, т.к. эффекты от их распространения в полной мере проявились спустя тысячи человеческих поколений, тем не менее, общественная

¹ Друкер, П. Задачи менеджмента в XXI веке.: Пер. с англ.: – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004.

² Пунсон – деталь, необходимая для печати символов на бумаге

³ Cartwright, M., (2020) The Printing Revolution in Renaissance Europe. Ancient History Encyclopedia.

⁴ Ракитов А.И. Информация, наука, технология в глобальных исторических измерениях. М.: ИНИОН РАН, 1998.

жизнь каждый раз выводилась на качественно новый уровень за счет количественных увеличений в эффективности осуществления определенных информационных процессов.

Прежде чем исследовать роль информационного компонента в эффективности производства, необходимо кратко рассмотреть само понятие эффективности, так как к нему мы будем неоднократно обращаться в дальнейшем.

Истоки научной мысли в отношении эффективности зарождались ещё в античные времена. Можно сказать, что в том или ином виде эффективностью занималось большинство ученых-экономистов начиная с меркантилистов XVII века. В качестве классического примера можно привести «Исследование о природе и причинах богатства народов» А. Смита. В данной работе автор обратил внимание на то, что до возникновения мануфактур ремесленники, находившиеся каждый в своей мастерской, занимались производством товаров на протяжении всего производственного цикла: от обработки первичных сырых материалов до финальных стадий. Позже, с развитием капитализма собственники капиталов стали объединять их под крышами специализированных мануфактур, где разные части производственного процесса распределялись между соответствующими людьми, тем самым воплощая принцип распределения труда А.Смита. Результатом стало существенное увеличение среднего количества произведенного продукта на одного рабочего, несмотря на то что процессу стали присущи новые ограничения, например, необходимость перемещения промежуточного продукта между работниками разных этапов производственного процесса. Так, А. Смит писал о том, что отдельный ремесленник мог произвести 10–20 булавок в день, в то время как с внедрением специализации труда группа из двадцати человек могла за то же время произвести тысячи булавок, тем самым увеличивая выработку (или эффект от осуществления своей трудовой деятельности) на одного человека в сотни раз¹.

¹ Смит, А. Исследование о природе и причинах богатства народов, М., Эксмо, 2016

Понятие эффективности неразрывно связано с понятиями рациональности и оптимальности. Рациональное ведение экономической деятельности рассматривалось Г. Эмерсоном в работе «Двенадцать принципов производительности»¹, где в качестве основного постулата выделялось достижение как можно более высокой производительности, подлежащей количественному исчислению. В условиях неопределенности, к примеру, под рациональностью подразумевалось достижение наибольшей ожидаемой полезности, рассчитываемой как произведение величины ожидаемой полезности и вероятности ее достижения.

А. Алчиан, в свою очередь выделял два критерия рациональности: максимизацию прибыли и максимизацию полезности². Он отмечал, что в соответствии с этими критериями деятельность фирмы может оцениваться на предмет оптимальности.

Под оптимальным обычно понимают состояние системы, при котором улучшение характеристик одного из ее элементов не может быть достигнуто без ухудшения характеристик других элементов³ – принцип, сформулированный В. Парето во время работы над системами предельного анализа. Процесс оптимизации нацелен на поиск значений определенного перечня показателей, при которых в данной системе достигается оптимум, т.е. её наиболее предпочтительное состояние. Чаще всего подобное состояние достигается двумя способами:

- 1) получением наибольшего результата (или эффекта) при данном объеме затрачиваемых ресурсов;
- 2) получением данного результата при затрачивании наименьшего объема ресурсов.

Другими словами, понятия рациональности и оптимальности, представляющие собой несколько разные формы увеличения эффективности, предполагают предпочтение большего меньшему, что в свою очередь проявляется в выборе

¹ Эмерссон, Г. Двенадцать принципов производительности (науч ред. В.С. Кардаш). 2-е изд. М.: Экономика, 1992.

² Алчиан А. Неопределенность, эволюция и экономическая теория // Истоки. М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2006. с.33–52

³ Блауг М. Экономическая теория благосостояния Парето // Экономическая мысль в ретроспективе = Economic Theory in Retrospect. — М.: Дело, 1994. — с. 540-561. — XVII,

наивысшей доходности или прибыльности и минимизации издержек. В основе лежит принцип максимизации, суть которого П. Самуэльсон подробно изложил в своей нобелевской лекции¹. Так, достижение максимальной эффективности будет означать достижение максимальной отдачи на единицу используемого ресурса.

Следует отметить, что на микроуровне производительность труда, инновации, новые технологии и т.д. не являются непосредственными целями для собственников соответствующих активов: они интересуют их лишь в той степени, в которой способствуют увеличению генерируемого дохода².

Также, необходимо обозначить, что эффективность представляет собой оценочную категорию, сама же оценка проводится в рамках предварительно определенного перечня показателей. Так, под экономической эффективностью в производстве в основном подразумеваются факторные показатели, такие как производительность труда, капиталотдача или материалотдача³.

Изменения в производственной эффективности далее будут продемонстрированы на примере промышленных революций.

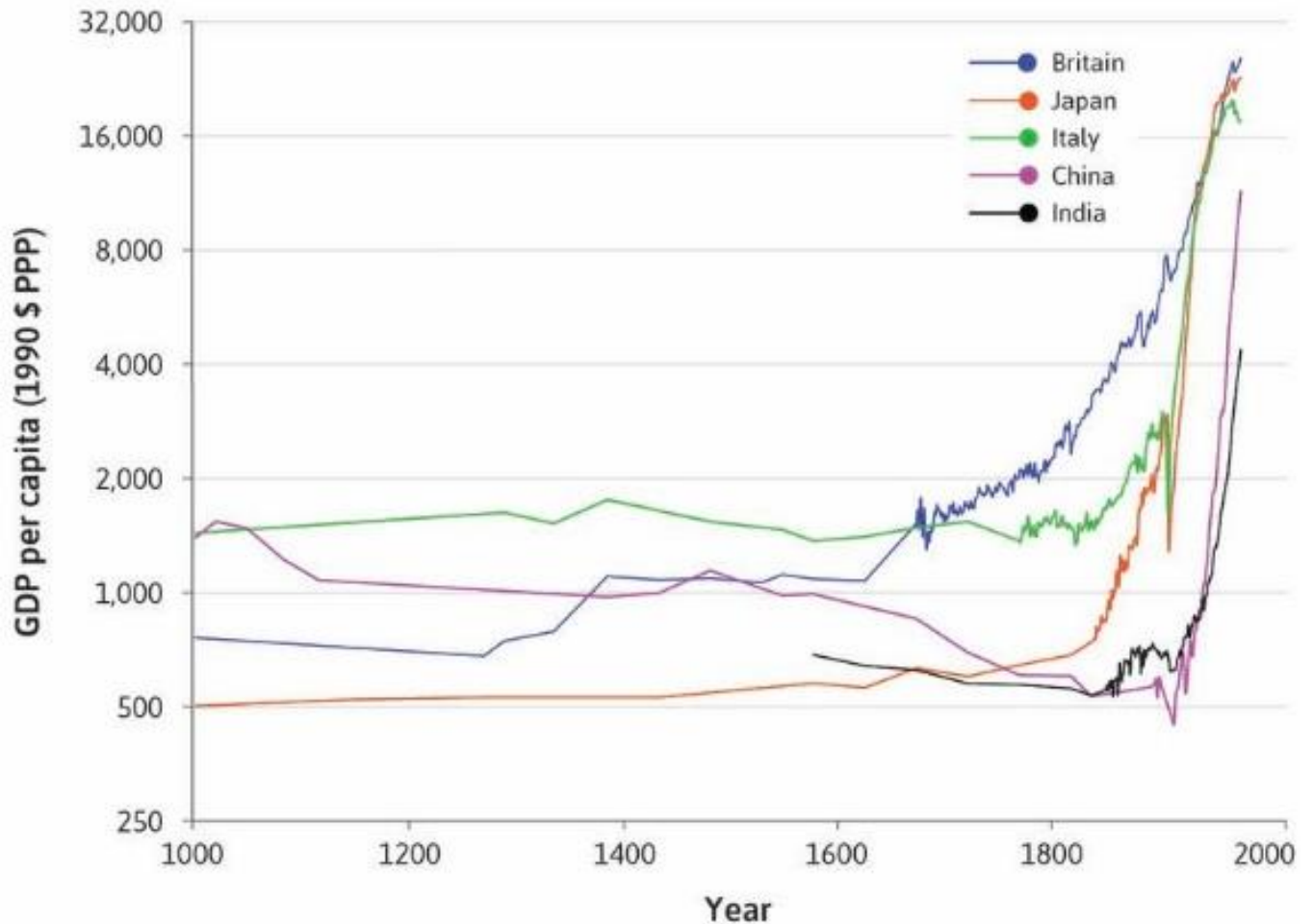
На данном этапе обратимся к исторической динамике ВВП на душу населения по паритету покупательской способности доллара США на 2011 г., представленной на рисунке 1.21.

Данные по Великобритании, Японии, Италии, Китаю и Индии за тысячу лет на представленном рисунке демонстрируют, что в промежутке с 1000 до 1800 гг. показатели ВВП на душу населения всех стран находились в границах \$500 и \$2000, имея максимальный и превышающий аналоги остальных стран рост со стороны Великобритании со значения примерно в \$750 до \$2000, то есть почти в два с половиной раза.

¹ Самуэльсон, П. Принцип максимизации в экономическом анализе, THESIS, 1993, вып. 1.2

² Дементьев В.В., Вишневский В.П. Почему Украина не инновационная держава: институциональный анализ // JIS 2010

³ Кильдюшевский, М.В. Повышение экономической эффективности производства под воздействием информационных ресурсов : специальность 08.00.01 «Экономическая теория» : диссертация на соискание учёной степени кандидата экономических наук / Кильдюшевский Михаил Владимирович ; Воронежский государственный университет. – Воронеж, 2005.



Источник: Bowles, S., Carlin, W., Jayadev A., Stevens, M. (2017). 'The capitalist revolution'. Unit 1 in The CORE Team, The Economy – Oxford University Press

Рисунок 1.21 – Динамика показателя ВВП на душу населения за период 1000–2015 гг. на логарифмической шкале

Это говорит о том, что качество жизни среднего человека, родившегося в этот период, не могло улучшиться даже двукратно с учетом продолжительности его жизни. Далее рассмотрим детальнее события, произошедшие в первой половине XX века. По последней доступной информации, на протяжении данного времени страны увеличивали свои показатели следующим образом (таблица 1.4). В среднем, страны, представленные на графике, увеличили свои показатели ВВП на душу населения за 100 лет почти в 10 раз. Подобные изменения в росте производительности фактически были достигнуты за счет массового применения новых технологий, которые на

данном этапе можно охарактеризовать как «обусловленные состоянием знаний и общественной эффективностью способы достижения целей, поставленных обществом»¹, которые соответственно позволили более эффективно использовать имевшиеся ресурсы.

Таблица 1.4. Изменения в показателе ВВП на душу населения за XX век

Страна	ВВП на душу населения в 1900 г.	ВВП на душу населения в 2000 г.	Увеличение
Великобритания	~\$5600	~\$34 000	+500%
Индия	~\$1000	~\$2000	+100%
Италия	~\$2000	~\$33 000	+1550%
Япония	~\$1500	~\$33 000	+2100%
Китай	~\$800	~\$4000	+400%
Среднее			~ +900%

Источник: History's hockey stick: Real gross domestic product per capita using the ratio scale, 1899 to 2000. URL: <https://ourworldindata.org/grapher/historys-hockey-stick-gross-domestic-product-per-capita-using-the-ratio-scale-1990?tab=chart&stackMode=absolute&time=1899..2000®ion=World>

Качественные изменения в обществе характеризуются существенно большим совокупным произведенным продуктом в расчете на душу населения. Так как производственный процесс осуществляется самим обществом, то можно сказать, что для этого в среднем каждый участвующий в производственном процессе член данного общества должен существенно увеличить результативность своей трудовой деятельности.

Так, в XIX веке распространение паровых двигателей и прядильных станков периодического действия (прялки «Дженни»), а также строительство железных дорог позволили человечеству начать переход от ручного труда к машинному, в результате чего средняя величина производимого продукта на душу населения беспрецедентно увеличилась. В этом отношении Ф. Энгельс писал, что «вся протекшая до сих пор история <человечества> может быть охарактеризована как история промежутка

¹ Лем С., Сумма технологии, М.: НАУКА, 1965

времени от практического открытия превращения механического движения в теплоту до открытия превращения теплоты в механическое движение»¹. Данные изменения и скорость, с которой они произошли, были впоследствии охарактеризованы как «первая промышленная революция». С её наступлением произошло «отделение интеллектуальных сил процесса производства от физического труда и превращение их во власть капитала над трудом»². Трудовая деятельность была подвержена настолько кардинальному влиянию, что в обществе даже возник феномен луддизма.

Примерно через полвека начала зарождаться следующая череда событий революционного для индустриальной сферы характера, в частности, были открыты возможности конвейерного производства и применения электрической энергии. Результатом стали наглядные изменения в масштабах экономики: производство стало массовым, а промышленный сектор занял определяющее значение в жизни общества и стал ядром экономического развития.

Следует отметить, что обе описанные революции были осуществлены во многом благодаря адаптации новых источников энергии для осуществления труда, что объективно является революционным достижением для человечества. На протяжении подавляющей части своего существования первичным и фактически единственным источником энергии для хозяйственной деятельности общества было Солнце. Оно давало энергию, благодаря которой у растений происходили процессы фотосинтеза; далее выросшие растения поедались животными, тем самым являясь энергетическим топливом для них; далее животные могли эксплуатироваться людьми в хозяйственных целях³. По сравнению с данными сельскохозяйственными процессами использование паровой, а затем и электрической энергии для осуществления промышленных операций представляет собой существенную

¹ Энгельс Ф. Анти-Дюринг 1878 // Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Т. 20, 2-е изд. — М.: Государственное издательство политической литературы, 1961

² Нуреев Р.М. Экономическая компаративистика (сравнительный анализ экономических систем), М.: КНОРУС, 2017

³ Bowles S., Carlin W., Jayadev A., Stevens M. (2017). 'The capitalist revolution'. Unit 1 in The CORE Team, The Economy – Oxford University Press

предпосылку для экономического развития, т.к., как отмечал В. Леонтьев, оно позволило использовать в экономике ранее невиданные объемы механической силы¹.

Третью промышленную революцию – возникновение полупроводников, микропроцессоров, компьютеров и интернета теоретики постиндустриализма считают именно научно-технической революцией, так как её следствием стало смещение ядра экономики с материального производства в сторону информационной сферы². Такого взгляда, в частности, придерживается М. Кастельс, отмечая, что источник развития индустриального капитализма – развитие крупной промышленности, производства, ориентированного на создание физических благ, изжил себя и то, что можно было наблюдать к концу XX века – это информационный капитализм, в котором главной ценностью является информация, меняющая современные модели управления и выводящая эффективность предприятий на новый уровень³. Существует, однако, и противоположный взгляд, суть которого состоит в том, что «рост реальных доходов и потребления может быть обеспечен только реальным сектором», а информационная составляющая во многом влияет на него негативно⁴. Третья промышленная революция также иногда называется «цифровой революцией». Ее наступление привело к тому, что основные существовавшие с XIX–XX вв. способы распространения информации, такие как телеграф, телефон, радио и телевидение стали постепенно заменяться аналогами, оперирующими закодированной в бинарный вид цифровой информацией на электронных устройствах. В свою очередь, Д. Белл связывал данную революцию прежде всего с

¹ Leontief, W. "Technological Advance, Economic Growth, and the Distribution of Income." *Population and Development Review* 9, no. 3 (1983): 403-10.

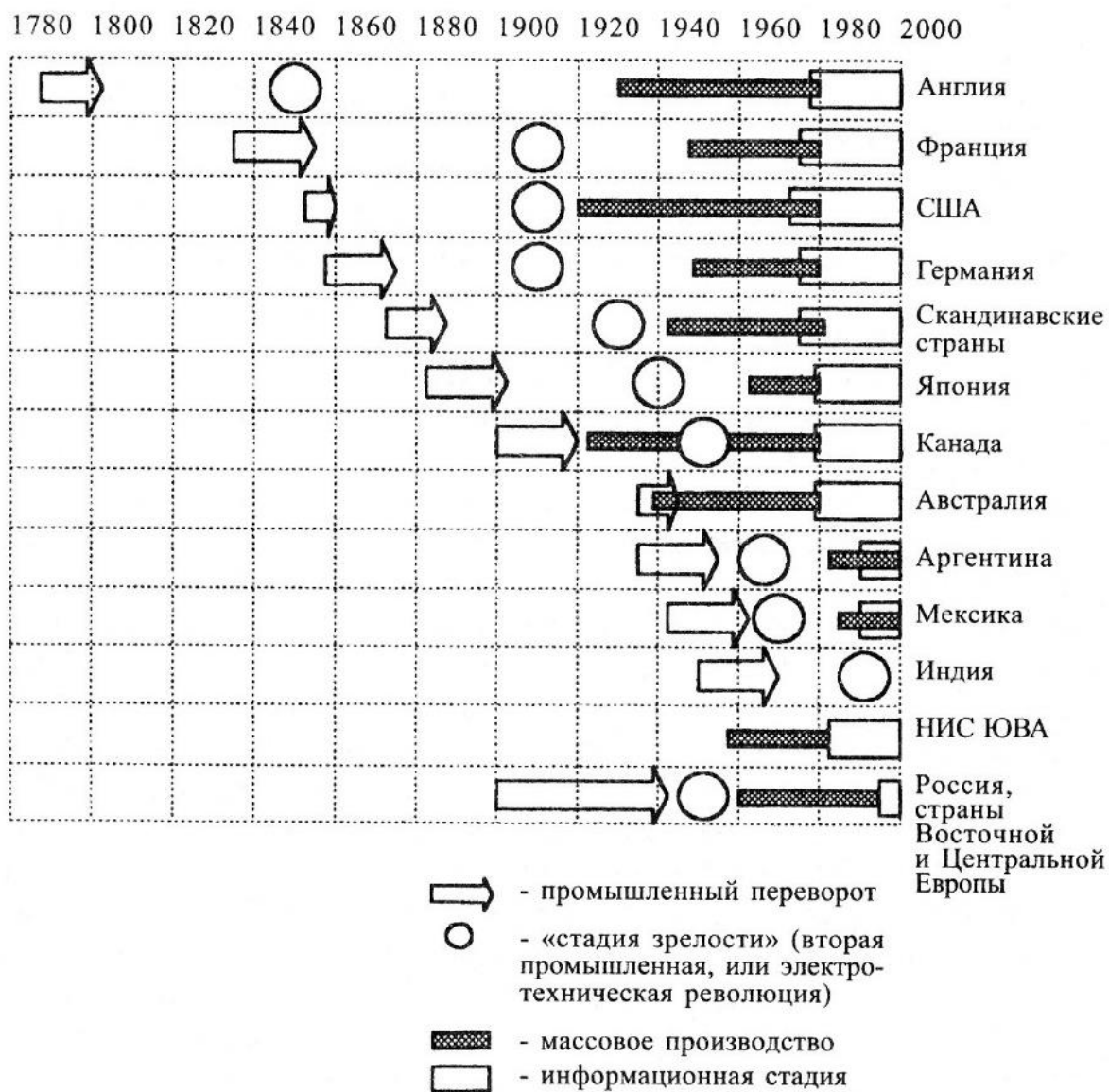
² Бурякова, О.С. Информационная и знаниевая революции - сравнительный анализ концепций : специальность 09.00.08 «Философия науки и техники» : диссертация на соискание учёной степени кандидата экономических наук / Бурякова Ольга Сергеевна ; Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса. – Ростов-на-Дону, 2011. – 145 с. – Библиогр.: с. 132-145

³ Кастельс М. (2000) Информационная эпоха: экономика, общество и культура М.: ГУ ВШЭ

⁴ Прытков В.П., Социальные и культурные противоречия информационного общества, Теория и практика общественного развития, 2014, № 13

изменениями в сфере телекоммуникаций, акцентируя внимание на процессах приема и передачи информации.

Необходимо отметить, что наступление трех приведенных революций происходило не одновременно во всем мире (рисунок 1.22).



Примечание: НИС ЮВА – Новые индустриальные страны Юго-Восточной Азии

Источник: Кузнецова Н.П. Экономический рост в историческом контексте. СПб., 1996. С. 106

Рисунок 1.22 – Стадии промышленного развития в некоторых странах

Пока в западных странах в XIX веке осуществлялся промышленный переворот, в некоторых частях света могли об этом даже не подозревать. Неравномерный

характер развития промышленности в мире является причиной того, что страны, в которых соответствующие революции происходили естественным образом, имеют и естественно сформировавшиеся общественные институты: как формальные, так и неформальные, в то время как искусственное внедрение революционных производственных технологий на несформировавшуюся базу может столкнуться с крайне сложно преодолимыми институциональными барьерами.

Что касается «четвертой промышленной революции» или Индустрии 4.0 – термина, предложенного К. Швабом¹, то по своему характеру, диффузия технологий, описанных в подразделе 1.1.3 на сегодняшний день, является скорее научно-технической революцией, нежели промышленной.

Известно, что производственный процесс осуществляется посредством реализации пяти категорий ресурсов (факторов): земли, труда, капитала, информации и предпринимательских способностей.

Эффект первой и второй промышленных революций – переход от ручного *труда* к машинному, как уже было отмечено, достигался в значительной степени за счет применения новых типов энергии: пара и позже электричества, направленных на существенные изменения в эффективности осуществляемого *труда*.

Третья промышленная революция для целей данной работы представляет наибольший интерес ввиду того, что, в соответствии с мнением приведенных ранее ученых, предмет её изменений являлась именно *информация* как фактор производства. В подразделе 1.2.1 было отмечено, что третья промышленная революция осуществилась благодаря разработке и распространению микропроцессоров, информационно-коммуникационных технологий и компьютеризации производственных процессов (в основном в целях их автоматизации²). Это говорит о том, что целью данных изменений являлось

¹ Шваб К. (2017) Четвертая промышленная революция. М.: изд-во «Эксмо»

² Taalbi, J. Origins and pathways of innovation in the third industrial revolution, *Industrial and Corporate Change*, Volume 28, Issue 5, October 2019

сокращение количества операций, осуществляемых человеческим *трудом*. Информация же как фактор производства претерпела важное, но направленное в основном на увеличение *трудовой* деятельности изменение: она получила возможность отображаться и использоваться в цифровой форме. Цифровую форму она приобретает посредством конвертации информативного аналогового сигнала в бинарный вид, то есть оцифровки¹. Этот процесс существенно развивается с каждым годом. Согласно одной из оценок, к концу 2023 года объем мирового IP-трафика (объем переданных через интернет данных) достигнет 396 эксабайта в месяц, втрое увеличившись по отношению к уровню 2017 года². Цифровая форма является фундаментальной предпосылкой для существования цифровых информационно-коммуникационных технологий ввиду того, что она является безальтернативной опцией для оперирования электронными устройствами³. За последние полвека количество операций, осуществляемых электронными процессорами по сравнению с человеком в единицу времени, выросло в миллионы раз и представлено на рисунке 1.23.

В общем виде данное явление описывается законом Мура, сформулированным в 1965 году Г. Муром, в то время сотрудником компании Intel. Суть закона заключается в том, что вычислительная мощность, т.е. количество осуществимых вычислений в секунду, компьютерных процессоров будет удваиваться каждые двадцать четыре месяца⁴.

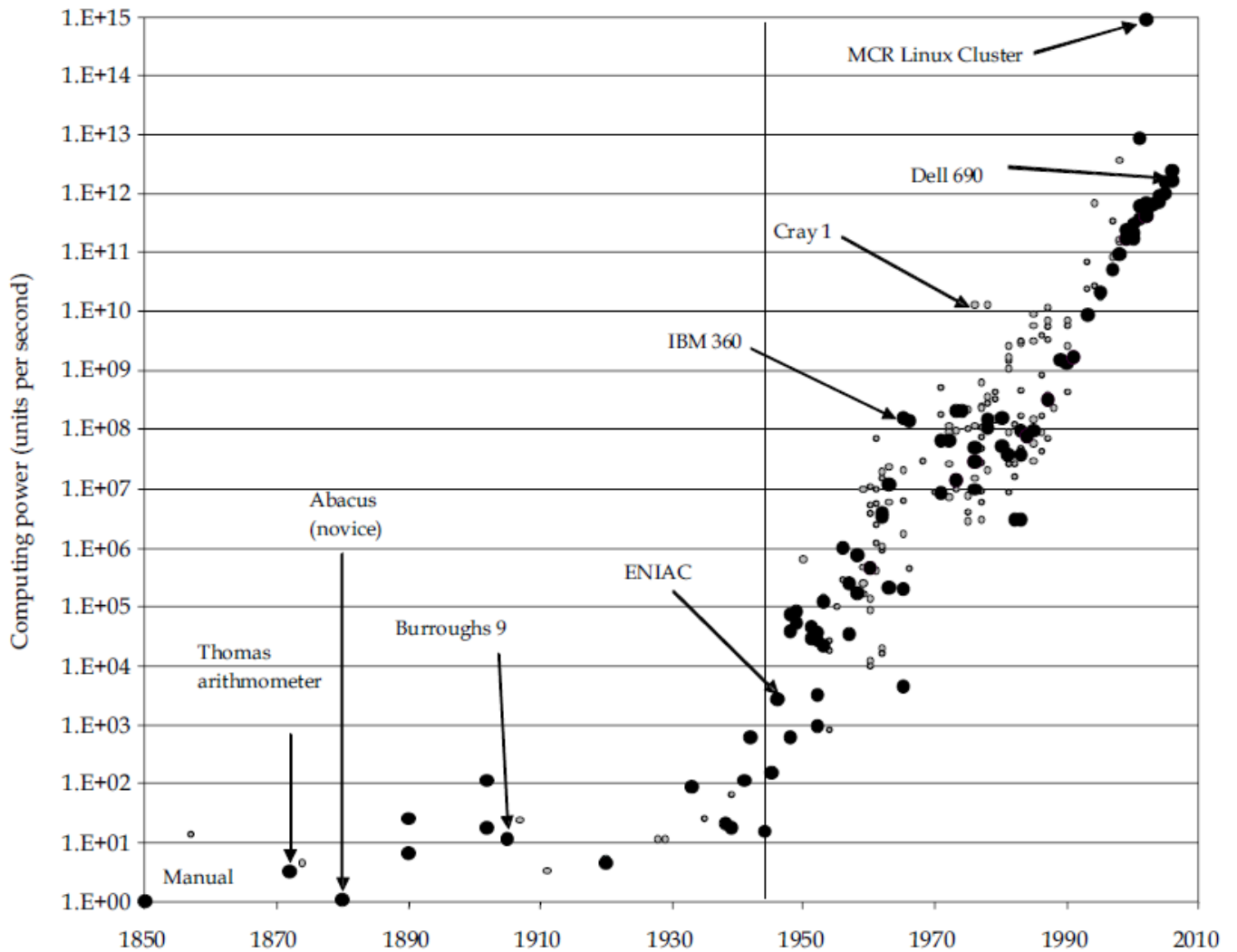
На рисунке видно, что развитие вычислительной мощности во второй половине двадцатого века на логарифмической шкале исчисления представляет собой прямую, что указывает на экспоненциальный рост.

¹ OECD (2017) Going Digital: Making the Transformation Work for Growth and Well-being. Paris

² Индикаторы цифровой экономики: 2019: статистический сборник / Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневецкий, Л. М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». - М.: НИУ ВШЭ, 2019.

³ Козырев А.Н. (2018) Цифровая экономика и цифровизация в исторической ретроспективе // Журнал «Цифровая экономика», №1 (2018) С. 5-19

⁴ Moore G.E. Cramming More Components onto Integrated Circuits // Electronics, Volume 38, Number 8, April 19, 1965



Источник: Nordhaus, William D. (2007) «Two Centuries of Productivity Growth in Computing». The Journal of Economic History 67 (01) p.143

Рисунок 1.23 – Рост количества осуществимых вычислений в секунду, 1850–2010

Сегодня, однако, известно, что потенциал уменьшения размеров кремниевых полупроводниковых структур ограничен и вплотную приближается к своему пределу, что, в свою очередь уже повлекло за собой конец функционирования приведенного закона Мура¹. В настоящее время осуществляется поиск аналогов кремния среди таких материалов как графен или арсенид галлия² (галлия-индия). Помимо этого, к

¹ Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ (2019) Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «квантовые технологии» URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/07102019kvantyi.pdf>

² Бетелин В.Б. Проблемы и перспективы формирования цифровой экономики в России // Вестник Российской академии наук. 2018. № 1. С.3-9. DOI:10.7868/S0869587318010012

примеру, в компании Apple сумели найти альтернативные способы увеличения скорости функционирования процессоров собственного производства, используемых в ПК, реализующихся с IV квартала 2020 г. Этого удалось достичь за счет специализации процессоров под выполнение определенного набора наиболее приоритетных типов задач¹.

В отношении влияния технологий третьей промышленной революции на производительность труда также был сформулирован парадокс производительности Солоу, к которому периодически апеллируют скептически настроенные по отношению к потенциалу цифровизации ученые. Сформулированный нобелевским лауреатом Р. Солоу в 1987 г., данный парадокс заключается в том, что у компаний, активно производивших закупку и внедрение ИКТ, в частности компьютеров, отсутствовали какие-либо значительные увеличения производительности, напротив, иногда она снижалась². Некоторые исследователи данного вопроса объясняли это тем, что не все результаты и ресурсы, связанные с информационно-коммуникационными технологиями, могут быть подвержены формальному подсчету, помимо этого за рамками учета остаются, например, такие категории, как качество обслуживания или разнообразие сервисов³. Одной из теоретических методик разрешения данной проблемы было предложенное Э. Бриньолфсоном и А. Коллисом альтернативное исчисление стоимости цифровых ИКТ, состоящее в том, сколько каждый конкретный пользователь готов заплатить за отказ от использования некоторого бесплатного сервиса, например поиска Google⁴.

П. Друкер в данном отношении писал, что традиционное исчисление себестоимости в бухгалтерском учете не способно отразить всех изменений в

¹ Why Apple M1 is so fast <https://debugger.medium.com/why-is-apples-m1-chip-so-fast-3262b158cba2>

² Solow, R. (1987), «We'd better watch out», New York Times Book Review, New York Times, New York, July 1987.

³ Скрипкин, К. Г. Парадокс производительности и человеческий капитал / К. Г. Скрипкин, М. А. Тесленко // Региональное развитие: стратегии и человеческий капитал: материалы Международной научно-практической конференции: в 2 томах, Екатеринбург, 10–11 апреля 2014 года

⁴ Brynjolfsson, E. & Collis, A. (2019). How Should We Measure the Digital Economy? Harvard Business Review

совокупном производственном процессе¹. В свою очередь, В. Нордхаус также отмечал, что в периоды масштабных технологических изменений корректное статистическое исчисление цен сталкивается с проблемой того, что большинство из товаров, которые потребляются в обществе сегодня, не существовало еще сто лет назад².

Технологии «четвертой промышленной революции» или Индустрии 4.0 и современная роль цифровизации в целом призваны оказать влияние на увеличение производственной эффективности за счет количественных увеличений в эффективности осуществления определенных информационных процессов, к основному числу которых можно отнести **сбор, передачу³, хранение и обработку**. Данные процессы фактически представляют собой стадии, на которых частично или полностью реализуется потенциальная ценность информации.

В отношении каждой стадии разрабатываются соответствующие цифровые технологии:

1. Сбор. Сбор и создание данных, осуществляемые как посредством аккумулирования изначально цифровой информации, так и путем преобразования аналоговых данных в цифровые с помощью специальных датчиков. Технологические разработки на сегодняшний день в основном направлены в сторону промышленного интернета вещей (IIoT). Стоит отметить, что процесс сбора тех или иных данных датчиками на предприятиях начался более пятнадцати лет назад, и то стремительное развитие IIoT, которое можно наблюдать сегодня, является следствием существенного снижения цен на необходимые для него компоненты⁴.

2. Передача. Повышение эффективности передачи существующих данных на объекты их хранения и обработки достигается за счет увеличения скорости

¹ Друкер, П. Задачи менеджмента в XXI веке.: Пер. с англ.: – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004.

² Nordhaus W., (1996), Do Real-Output and Real-Wage Measures Capture Reality? The History of Lighting Suggests Not, p. 27-70 in, The Economics of New Goods, National Bureau of Economic Research, Inc

³ В т.ч. прием, распространение, тиражирование и т.п.

⁴ Martin, C., Leurent, H. (2017) Technology and Innovation for the Future of Production: Accelerating Value Creation, World Economic Forum in collaboration with A.T. Kearney, Switzerland

телекоммуникаций. Наиболее существенным критерием здесь является пропускная способность, и в этой связи к данной стадии относится развитие пятого поколения интернет-связи (5G).

3. Хранение. К технологическим инновациям в отношении хранения данных на сегодняшний день необходимо отнести системы распределенных реестров (blockchain), основным принципом функционирования которых является децентрализация. Существенным драйвером развития в данном направлении выступают потенциальные возможности решения институциональных аспектов осуществления транзакций¹.

4. Обработка. Финальная стадия, на которой извлекается ценность данных, заключается в их обработке и анализе. К ней относятся соответствующие технологии: большие данные (big data), а также обработка с элементами искусственного интеллекта (машинного обучения) – AI (machine learning).

Каждая из стадий имеет определенный перечень критериев, в отношении которых и увеличивается эффективность. Например, у стадии хранения можно выделить такие критерии эффективности, как долговечность или максимальный семантический объем; у сбора – скорость записи (отображения на носителе); у передачи – пропускные способности, у обработки – количество операций в секунду и т.д. Каждый из перечней имеет динамическую природу. С развитием технологий добавляются новые грани процессов, вместе с ними меняется и перечень критериев, по которым оценивается эффективность.

Однако для некоторых цифровых информационно-коммуникационных технологий (интернет, blockchain, big data, IoT, AI) определение разницы в показателях эффективности информационных процессов на сегодняшний день может быть преждевременным, ввиду того что их текущим результатом стало снятие определенных информационных ограничений, величина эффекта от которых, в

¹ Индикаторы цифровой экономики: 2019: статистический сборник / Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневецкий, Л. М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». - М.: НИУ ВШЭ, 2019.

условиях современных темпов развития данной сферы, непрерывно возрастает. Так, распространение интернета предоставило возможности пользователям гораздо быстрее объединяться в сообщества, где каждый может стать источником информации (в т.ч. массовым), тем самым сняв ограничения с количества возможных каналов получения информации человеком. Соблюдая технические условия систем распределенных реестров¹, информация может быть защищена от возможной деформации и любых изменений на почти неограниченное время.

Технологии работы с большими данными нацелены на снятие ограничений на объемы обрабатываемой информации. Если средний размер используемых в работе файлов на сегодняшний день вряд ли часто превышает мегабайтовое исчисление, то в случае с технологиями больших данных речь идет об обработке постоянно увеличивающихся потоков информации. К примеру, некоторые эксперименты, проводящиеся с использованием Большого адронного коллайдера, генерируют 19 Гб данных за минуту². Так, минимальный рост увеличения эффективности обработки файлов (Мб и Гб) может быть оценен как 1024-кратный.

Технологии интернета вещей (в т.ч. RFID) в свою очередь увеличивают эффективность вместе с ростом числа доступных источников информации (предметов). В этой связи подходящей метрикой может служить совокупное число объектов, способных генерировать информацию, которые обычно называются «подключенными устройствами». Данная величина имеет высокие темпы роста: с 2015 по 2025 г. прогнозируется восьмикратное увеличение до 30,2 млрд устройств³.

С учетом проанализированного материала цифровизация как революционный этап в развитии взаимодействия человека и информации, включающий соответствующие подэтапы представлена в таблице 1.5.

¹ Nakamoto, S. (2008) Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

² Brumfiel, G. (2011). High-energy physics: down the petabyte highway: Nature, 469(7330), p. 282-283.

³ Internet of Things (IoT) and non-IoT active device connections worldwide from 2010 to 2025. URL: <https://www.statista.com/statistics/1101442/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>

Таблица 1.5. Показатели эффективности информационных процессов до и после диффузии ИКТ

№	Этап (Эпоха)	Информационная технология	Время возникновения	Информационный процесс	Критерий эффективности	Пример осуществления процесса до технологии	Пример осуществления процесса после технологии	Количественное изменение	
1	Передача и хранение на носителях	Письменность	~5000 лет назад	Хранение	Долговечность, неизменность	Хранение информации на протяжении средней продолжительности жизни древнего человека (~40 лет)	Хранение информации на рукописных книгах (напр. «Эпос о Гильгамеше» - 4000 лет)	$\frac{4000}{40} = 10$	
2		Книгопечатание	XV век	Передача	Объем	Переписывание 12–13 сотен страниц в год на 1 монаха-переписчика	Печать 250 тыс. страниц в год на 1 члена бригады печатников	$\frac{250\ 000}{12\ 500} = 20$	
3	Телекоммуникации	Телеграф, телефон, радио	конец XIX — начало XX вв.	Передача (прием)	Скорость	Скорость передвижения почтальона – 11 км/ч	Скорость передачи электрического сигнала по проводам между телеграфными станциями – 300 тыс. км/сек	$\frac{300\ 000 * 60 * 60}{11} = 98\ 181\ 818$	
4	Цифровизация	I Микропроцессоры и персональные компьютеры	70-е годы XX в.	Обработка	Количество вычислений в секунду (Скорость)	Возможное количество осуществимых операций в секунду для массового пользования (счёты) ~1/сек	Возможное количество осуществимых операций в секунду для массового пользования (IBM-260) 1e+08	$\frac{10^8}{1} = 100\ 000\ 000$	
5		II Интернет	90-е годы XX в.	Передача (прием)	Доступность (массовая)	Количество доступных для пользования сетей (one-to-one, one-to-many, many-to-many)		Снятие технических ограничений	
6		III Смартфоны и мобильные устройства	начало XXI в.	Передача (прием)	Доступность (личная)	Передача данных между стационарными персональными компьютерами	Передача данных между мобильными устройствами	$\frac{24}{8} = 3^1$,	
7		IV	Blockchain	начало XXI в.	Хранение	Долговечность, неизменность	Неизменность информации на протяжении неограниченного количества времени		Снятие технических ограничений
8			5G сети	начало XXI в.	Передача (прием)	Скорость	Пиковая скорость – 1 Гб/сек	Пиковая скорость – 20 Гб/сек	20
9			IoT	начало XXI в.	Сбор	Объем	Обработка информации с постоянно растущего количества подключенных устройств		Снятие технических ограничений
10			Big data	начало XXI в.	Обработка	Объем	Доступность для обработки постоянно возрастающий объем данных		Снятие технических ограничений
11			AI	начало XXI в.	Обработка	Объем	Генерация неочевидных для человека инсайтов		Снятие технических ограничений

Составлено автором по 1 – Mark, Joshua J. "Gilgamesh." World History Encyclopedia; 2 – Друкер, П. Задачи менеджмента в XXI в., 2004; 3 – Bowles S., Carlin W., Jayadev A., Stevens M. (2017). 'The capitalist revolution'. Unit 1 in The CORE Team, The Economy – Oxford University Press; 4 – Nordhaus W., (1996), Do Real-Output and Real-Wage Measures Capture Reality? The History of Lighting Suggests Not, p. 27-70; 7 – Nakamoto, S. (2008) Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System; 8 – 5G RF, 2nd Qorvo Special Edition, John Wiley & Sons, Inc.; 9 – РwC, «Интернет вещей» и его значение для промышленности, 2017; 10 – Brumfiel, G. (2011). High-energy physics: down the petabyte highway: Nature, 469(7330), p. 282-283; 11 – Сибел, Т., Цифровая трансформация. Как выжить и преуспеть в новую эпоху, 2021

¹ Рассчитано как частное полной продолжительности суток (смартфон предоставляет практически непрерывный доступ в сеть) и среднего времени доступа в интернет со стационарного компьютера у человека, принятое за 8 часов в сутки.

В представленной таблице видно, что каждое революционное технологическое преобразование по своей сути является существенным увеличением количественных характеристик определенного информационного процесса, благодаря которому происходит реализация ценности (субъективной стоимости) информации. Так, письменность и книгопечатание произвели революции в эффективности хранения и передачи информации, телеграф – в передаче, микропроцессоры – в обработке и т.д. Однако важно отметить, что современный уровень развития общества во многом опирается на результаты распространения первой и второй информационных революций – письменности и книгопечатания, которые сделали возможным ускоренное развитие всех экономических отраслей реального сектора. Кратность роста показателей эффективности информационных процессов данных революций составляла 10 и 20 соответственно. Кратность эффекта от телекоммуникаций (XIX–XX вв.) исчислялась уже миллионами, параллельно произошел рывок в уровне экономического благосостояния, представленный на рисунке 1.21.

На основании представленной таблицы можно выделить характерные особенности становления цифровизации как этапа в развитии взаимодействия человека и информации. К ним можно отнести:

1. **Скорость адаптации.** Время с разработки цифровой технологии до ее массовой адаптации в современных условиях сводится к минимуму за счет возможностей распространения цифровой информации с помощью интернета.
2. **Беспрецедентность масштаба.** Большинство из разрабатываемых сегодня цифровых технологий по отдельности обладает потенциалом для количественных изменений революционного масштаба, совокупный же потенциальный эффект не имеет аналогов.
3. **Интенсивность кооперации.** Разработка ключевых изобретений предыдущих промышленных, научно-технических и информационных революций велась в условиях ограничений, накладываемых аналоговыми средствами

коммуникаций, в то время как над современными цифровыми ИКТ по всему миру трудятся тысячи ученых, имеющих практически мгновенный доступ к результатам работы коллег и друг к другу.

Таким образом, изменения, привносимые в процесс общественного воспроизводства цифровизацией, осуществляются за счет новых способов взаимодействия с информацией, которые стали доступны благодаря ее цифровой форме, а реализация соответствующих информационных благ происходит при помощи современных цифровых информационно-коммуникационных технологий.

По результатам проанализированного материала можно заключить, что:

- 1) благодаря технологиям третьей промышленной революции было положено начало отражения аналоговых процессов в цифровом виде, данная форма позволила использовать цифровые информационные системы, открывшие беспрецедентные возможности для анализа и последующего совершенствования производственных процессов;
- 2) эффективность информационного фактора в производстве в основном проявляется во влиянии на трудовой фактор. Необходимо подчеркнуть, что описанное совершенствование посредством информационных технологий направлено на увеличение эффективности именно трудовой деятельности и труда как фактора производства, независимо от того, выполняются ли рутинные операции или принимаются управленческие решения на уровне топ-менеджмента. Цифровые информационно-коммуникационные технологии, как и любые другие, фактически представляют собой инструмент, посредством которого осуществляется трудовая деятельность, тем самым являясь *средством труда*, формирующим величину достигаемого результата на единицу затрачиваемых ресурсов. Наличие никем не используемых технологий лишено экономического смысла. Помимо этого, эффективность производственных операций и производственной фазы в целом, связанная с взаимодействием с информационными потоками должна существенно

возрастать благодаря увеличенной скорости цифровых коммуникаций, росту вычислительных мощностей и более качественной аналитической деятельности.

Выводы

Данная глава была посвящена рассмотрению концепций цифровой экономики, цифровизации и цифровых технологий, их теоретическим основам и взаимосвязи с процессом общественного воспроизводства.

В первую очередь необходимо отметить, что цифровизация и цифровая экономика соотносятся друг с другом так же, как соотносятся процесс и состояние. Цифровизация представляет собой процесс адаптации цифровых информационно-коммуникационных технологий, а цифровая экономика – это состояние экономических отношений, при котором ключевую роль в производственной деятельности играет реализация ценности информации, перевод ценности в цифровую форму. Другими словами, цифровизация экономических и социальных процессов представляет собой градуальный переход к применению возникших эволюционным путем цифровых информационно-коммуникационных технологий, направленных на более эффективное решение существовавших ранее задач.

Благодаря третьей промышленной (или научно-технической) революции было положено начало отражению аналоговых процессов в цифровом виде. Данная форма позволила использовать цифровые информационно-коммуникационные системы, открывшие беспрецедентные возможности для развития экономического и других видов деятельности.

О масштабах влияния цифровизации на экономику говорит динамика доли высокотехнологического сектора в мире, разрабатывающего информационно-коммуникационные технологии за период с 2009 по 2018 гг. За указанный временной промежуток отношение суммы капитализаций соответствующих компаний выросло с 16% до 56%, таким образом превысив сумму всех остальных экономических секторов, включая сырьевой, составлявший предыдущее ядро мировой экономики в XX веке.

Наиболее передовые цифровые информационно-коммуникационные технологии направлены на значительные увеличения критериев эффективности информационных процессов (сбор, передача, хранение и обработка). Данные процессы фактически представляют собой стадии, на которых частично или полностью реализуется ценность информационных ресурсов (информационных продуктов, информационных благ и т.п), относящихся не только к непосредственному производству, но и к другим фазам общественного воспроизводства, например, таким как обмен посредством цифровых маркетплейсов или потребление цифрового контента социальных сетей.

Посредством снижения транзакционных, организационных, операционных и других видов издержек цифровизация способствует увеличению объема реализуемого потенциала ценности информационных благ, что должно приводить к структурным сдвигам в каждой фазе воспроизводственного процесса.

Специфика цифровой информатизации, происходящей посредством диффузии цифровых информационно-коммуникационных технологий, заключается в том, что она меняет сам характер потребления, смещая его акцент на нематериальные блага. Это отчасти является следствием соответствующих изменений образа жизни в обществе, где значительную роль стала играть деятельность, направленная на то, чтобы создавать информационный «контент», связанный с личной жизнью: фотографии, видео, советы, истории из жизни и т.п. стало возможным донести до сотен, тысяч и миллионов людей по всему миру при помощи социальных сетей и прочих цифровых платформ, востребованность которых растет беспрецедентными темпами. Здесь, однако, необходимо различать профессиональную деятельность, осуществляемую блогерами, актерами, прочими авторами контента и т.д. и непрофессиональную. В первом случае речь идет о новой форме производства, суть которого остается прежней: издержки на создание информационного блага предполагается окупить при помощи его дальнейшей

реализации. Во втором случае издержки производства информационных благ уже не воспринимаются издержками как таковыми: пользователи цифровых платформ «развлекают» себя новым занятием, одновременно создавая дополнительную ценность для других пользователей, которые, в свою очередь, могут добровольно осуществлять безвозмездные пожертвования. Таким образом, в обществе создается дополнительный объем добавленной стоимости без несения издержек в явном виде.

Таким образом, по результатам проанализированного в первой главе материала можно сформулировать гипотезу для последующего тестирования во второй главе:

- влияние цифровизации способствует смещению ядра экономики и структурным сдвигам на каждой из фаз воспроизводственного процесса в сторону цифровых информационных сегментов.

ГЛАВА 2.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА СТРУКТУРУ ОБЩЕСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА

Вторая глава посвящена исследованию проявлений цифровизации в изменении структуры фаз общественного воспроизводства в России и европейских странах. Под европейскими странами (или странами европейского региона и т.п.) в данном исследовании подразумеваются 27 стран-членов Европейского союза, а также Великобритания, Норвегия и Исландия.

Общее понятие структуры представляет собой взаимосвязь элементов определенного объекта. Анализ данных категорий осуществляется в соответствии с диалектическим пониманием производственного процесса, описанного К. Марксом, согласно которому производство едино в каждой из своих стадий или фаз, к которым относятся непосредственное производство, распределение, обмен и потребление¹. Воспроизводственный процесс имеет циклический характер и представляет собой совокупность данных фаз.

Первый раздел (2.1) посвящен анализу цифровых показателей европейских стран. Влияние цифровизации на каждую из фаз циклического четырехфазного процесса общественного воспроизводства исследуется в подразделах 2.1.1–2.1.4 путем анализа динамики цифровых экономических сегментов на мезоуровне и её сравнения с динамикой экономического производства в целом, выраженного в показателях ВВП и ВВП в постоянных ценах и курсах валют на примере стран Европы.

Каждая из фаз имеет характерную группу цифровых экономических сегментов, определенных на основе проанализированного в первой главе материала.

¹ Маркс К. Экономические рукописи 1857-1859 годов. Введение // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Том 12. С. 709-726

Характерным показателем фазы производства является общий объем информационно-коммуникационных технологий в ВВП как совокупность всех произведенных цифровых благ в экономике.

Для фазы распределения как распределения доходов от факторов производства необходим показатель, отражающий динамику доходов от информационного фактора производства. Одним из основных видов подобных доходов является роялти. Динамика роялти как дохода от реализации цифровых информационных благ исследуется путем анализа сегмента лицензий на цифровые продукты крупнейших производителей информационных технологий.

Помимо доходов в общественном воспроизводстве распределению могут подлежать и положения в производственном процессе. Так, если у экономического субъекта с рождения не было капитала или земли, ему изначально предопределен наемный труд. В свою очередь в некоторых регионах могут существовать значительные барьеры и для работы по найму. Для того чтобы учесть влияние цифровизации в данном направлении, дополнительно проанализированы изменения, связанные с дистанционным осуществлением труда.

Для фазы обмена также исследуются два направления: динамика сегмента цифровых маркетплейсов, развитие которых является одной из ключевых тенденций влияния цифровизации на коммерческий процесс, и динамика сегмента криптовалют в качестве проявления влияния цифровизации на средства осуществления платежных транзакций.

Для фазы потребления исследуется динамика сегмента потребления цифрового контента, генерируемого социальными сетями и медиа.

Во втором разделе (2.2) анализируются российские показатели цифровизации и изменения в структуре фаз воспроизводственного процесса (2.2.1). Дополнительно проводится анализ положений основного официального документа, описывающего направления развития цифровизации в России – программы

«Цифровая экономика Российской Федерации», опубликованной Правительством в 2017 г. (2.2.2).

В выводах главы суммируются результаты, полученные в каждом разделе.

2.1. Влияние цифровизации на фазы воспроизводственного процесса

Прежде чем перейти к цифровым экономическим сегментам каждой из фаз, необходимо сформировать представление в отношении текущего состояния диффузии цифровых информационных технологий в европейском регионе. Это позволит глубже понимать результаты тестирования гипотезы о смещении ядра экономики в сторону нематериального сектора.

Для решения поставленной задачи необходимо исследовать информационно-технологическую и телекоммуникационную составляющие развития страновых экономик. Показатели развития телекоммуникационной отрасли в европейском регионе будут проанализированы с использованием базы данных Международного союза электросвязи¹ для расчетов.

Степень развития телекоммуникационных компаний может характеризоваться множеством показателей. Данный вопрос активно исследуется как научным сообществом, так и бизнесом. Ключевым показателям эффективности телекоммуникационных компаний были посвящены, например, работы З.С. Туяковой и Т.В. Черемушниковой² или компании EY³. Также известно, что инвестиции в сектор телекоммуникаций являются показателем экономической значимости информационных технологий⁴.

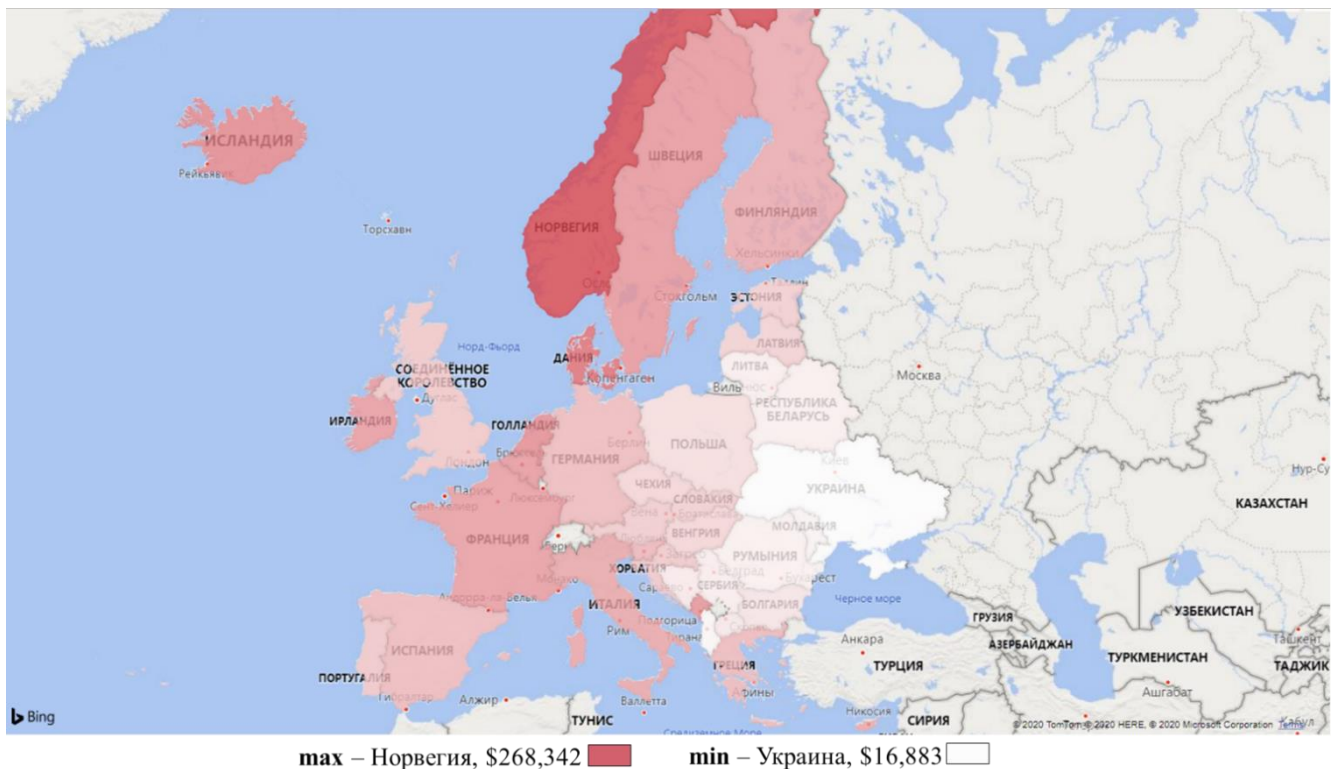
¹ World Telecommunication/ICT Indicators Database (23rd Edition, 2019). ITU

² Туякова З.С., Черемушникова Т.В., Система ключевых показателей результатов деятельности и ее использование при рейтинговой оценке конкурентоспособности телекоммуникационных компаний. Экономический анализ: теория и практика. 1(2016) 54–68.

³ Metrics transformation in telecommunications. Meeting the challenges of communicating performance in a shifting industry landscape, EY, 2013

⁴ Кильдюшевский, М.В. Повышение экономической эффективности производства под воздействием информационных ресурсов : специальность 08.00.01 «Экономическая теория» : диссертация на соискание учёной

В этой связи, в первую очередь будут проанализированы агрегированные показатели инвестиций в телекоммуникационную отрасль в расчете на душу населения каждого государства Европы за последние доступные десять лет: с 2009 по 2018 г.¹ Для наглядности результатов из общего массива данных были исключены малонаселенные государства: Лихтенштейн, Люксембург, Монако и Швейцария, имеющие значительно превышающие (иногда в десятки раз) показатели, тем самым нивелирующие относительную разницу в показателях других стран между собой. Результаты анализа представлены на рисунке 2.1.



Составлено автором по World Telecommunication/ICT Indicators Database (23rd Edition, 2019). ITU

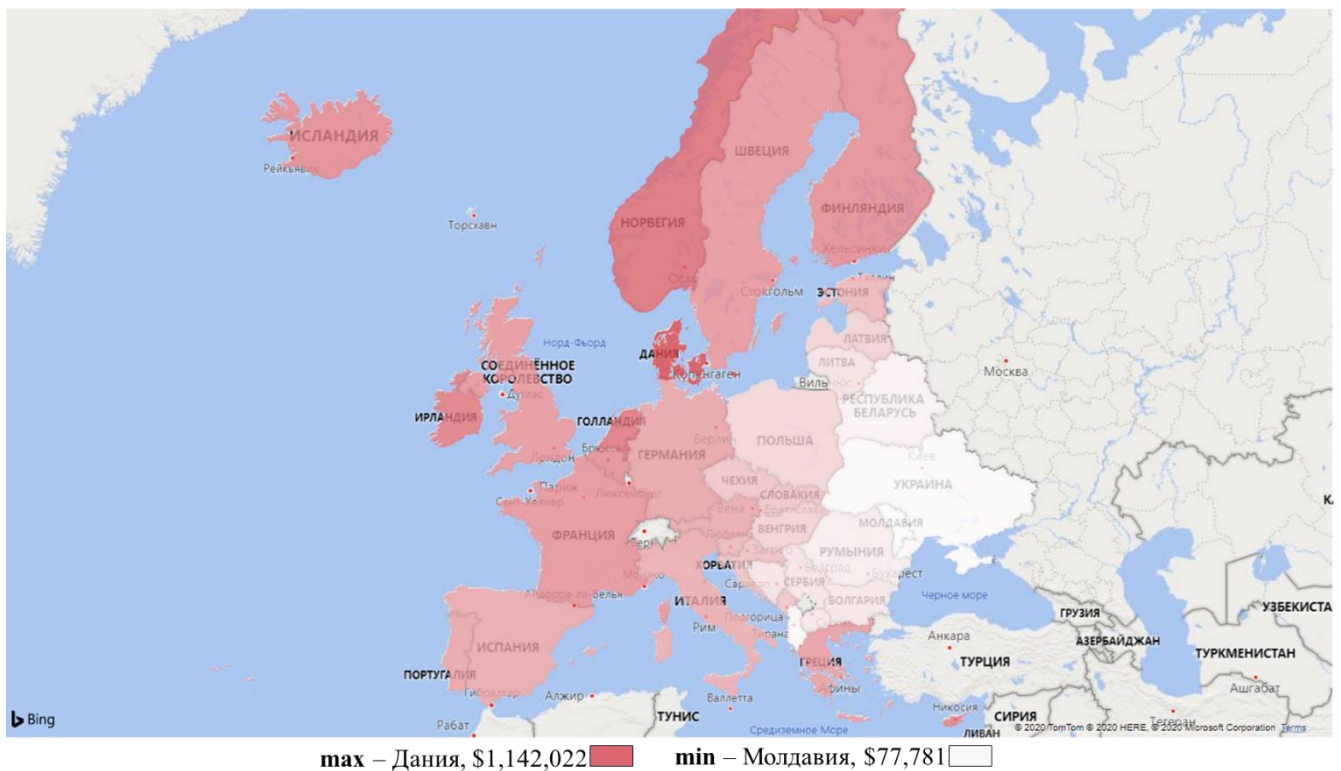
Рисунок 2.1 – Инвестиции в телекоммуникационную отрасль в расчете на душу населения в европейских странах за период 2009–2018 гг.

степени кандидата экономических наук / Кильдюшевский Михаил Владимирович ; Воронежский государственный университет. – Воронеж, 2005. – 187 с. – Библиогр.: с. 176-187

¹ Карапаев, О.В. Драйверы цифровизации экономики: сравнительный анализ развития европейских стран // Вестник Алтайской академии экономики и права - 2020, № 9. С.247-259

На карте относительная величина инвестиций в телекоммуникационную отрасль на душу населения характеризуется степенью насыщенности заливки каждой страны. Отчетливо виден сложившийся градиент: с северо-запада на юго-восток данный показатель постепенно снижается. Далее, по аналогичной методике рассмотрим агрегированный показатель выручки телекоммуникационных компаний на душу населения с исключением тех же государств. Результаты представлены на рисунке 2.2.

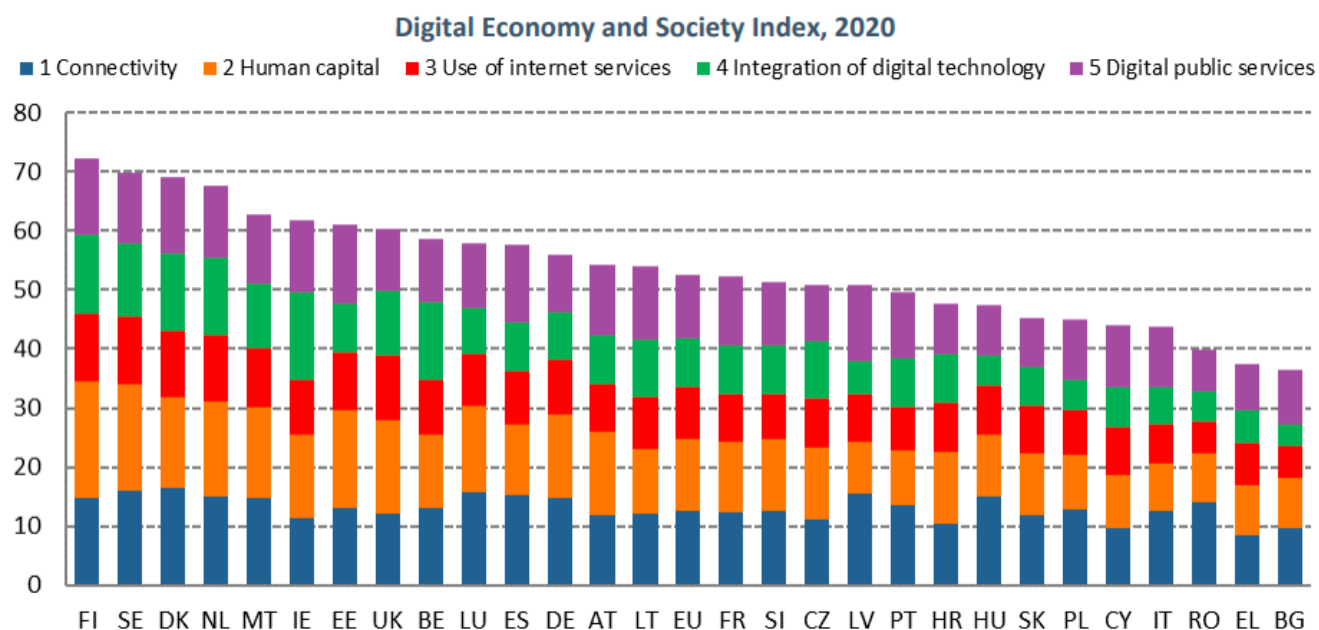
На первый взгляд, может показаться, что на рисунке 2.2 изображена карта, уже представленная на рисунке 2.1. Результаты действительно свидетельствуют о том, что рассматриваемые показатели имеют практически идентичный характер распределения. Аналогично предыдущим результатам, можно утверждать, что лидеры по уровню выручки телекоммуникационных компаний расположены на северо-западе, а аутсайдеры на юго-востоке.



Составлено автором по World Telecommunication/ICT Indicators Database (23rd Edition, 2019). ITU

Рисунок 2.2 – Выручка телекоммуникационных компаний в расчете на душу населения в европейских странах за период 2009–2018 гг.

Далее обратимся к определению относительных уровней диффузии цифровых информационно-коммуникационных технологий. В качестве исходного пункта для определения уровня цифровизации будет использован индекс DESI (The Digital Economy and Society Index – Индекс цифровизации экономики и общества), рассчитываемый Европейской Комиссией для стран-членов Евросоюза. На 2020 год оценка европейских стран по приведенному перечню показателей выглядела следующим образом (рисунок 2.3):



FI	Финляндия	UK	Великобритания	FR	Франция	SK	Словакия
SE	Швеция	BE	Бельгия	SI	Словения	PL	Польша
DK	Дания	LU	Люксембург	CZ	Чехия	CY	Кипр
NL	Нидерланды	ES	Испания	LV	Латвия	IT	Италия
MT	Мальта	DE	Германия	PT	Португалия	RO	Румыния
IE	Ирландия	AT	Австрия	HR	Хорватия	EL	Греция
EE	Эстония	LT	Литва	HU	Венгрия	BG	Болгария

Источник: Digital Economy and Society Index Report 2020 – Integration of Digital Technology, European Commission 2020

Рисунок 2.3 – Индекс DESI, рассчитанный для стран-членов Евросоюза

Данный показатель включает в себя пять компонентов:

1. Связь – стационарная и мобильная пропускная способность в среднем по стране, максимальные значения по этим показателям и их стоимость;
2. Человеческий капитал – навыки пользования интернетом и более продвинутыми технологиями;
3. Использование интернета – использование населением интернет-сервисов и уровень онлайн-транзакций;
4. Интеграция цифровых технологий – уровень цифровизации бизнеса и электронная торговля;
5. Цифровые общественные сервисы – уровень цифровизации государственных услуг и здравоохранения.

На рисунке видно, что лидирующие в цифровизации страны также в основном расположены в северном (Скандинавия) и западном регионах Европы, в то время как восточные и южные страны замыкают рэнкинг.

Далее будет детальнее исследован четвертый компонент индекса – диффузия цифровых информационно-коммуникационных технологий, применяемых в воспроизводственном процессе.

Анализироваться будет база данных, размещенная на сайте Еврокомиссии (Евростата) в разделе «Digital economy and society», подраздел «Статистика предприятий»¹. В этой базе будут использованы данные по всем организациям двадцати девяти стран европейской зоны за исключением финансовых. Перечень цифровых технологий, в отношении которых будет проведен анализ представлен в таблице 2.1.

¹ Eurostat, Digital economy and society Comprehensive database. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society/data/comprehensive-database>

Таблица 2.1 – Анализируемые технологии базы данных Евростата с указанием периода ведения статистики

Технология	Период	<i>n</i>
ERP Планирование ресурсов предприятия	2010–2019	10
CRM Управление взаимоотношениями с клиентами	2010–2019	10
E-trade Электронная коммерция	2011–2019	9
SCM Управление цепочками поставок	2010–2017	8
RFID Радиочастотная идентификация	2011–2017	7
Cloud Облачные сервисы	2014–2020	7
Social media Активность в социальных сетях	2014–2019	6
Big data Анализ больших данных	2016–2018	3
3D Технологии аддитивного производства	2018–2020	2*

*Данные публикуются раз в 2 года

Составлено автором по Eurostat, Digital economy and society Comprehensive database. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society/data/comprehensive-database>

Стоит отметить, что база данных имеет десятки показателей по каждой приведенной технологии, отражающих различные нюансы её применения. Для данной работы были отобраны показатели, представленные в таблице 2.2.

Для анализа показателей темпов диффузии перечисленных технологий необходимы данные за сопоставимый период. Наилучшим вариантом представляется временной отрезок с 2014 по 2017 год, однако технологии анализа больших данных в него не войдут. Также будут представлены расчеты на максимальных временных периодах, доступных для каждой технологии.

Таблица 2.2 – Показатели, отобранные для анализа цифровых технологий

Технология	Показатель	Комментарий
ERP	Enterprises who have ERP software package to share information between different functional areas	Доля предприятий, имеющих ERP для обмена информацией между функциональными подразделениями
CRM	Enterprises using software solutions like Customer Relationship Management (CRM)	Доля предприятий, использующих CRM
E-trade	Sales via a website or apps 50+ %	Доля предприятий, получающих более половины выручки через каналы вебсайта или приложений
SCM	Share SCM information via electronic transmission suitable for automated processing	Доля предприятий, предоставляющих SCM-информацию в электронном виде, пригодном для автоматической обработки
RFID	Don't use RFID instruments	Доля предприятий, не использующих RFID. В представленных далее результатах, указано обратное значение (1 - V)
Social media	Use two or more social media	Доля предприятий, использующих две или более социальные сети
Cloud	Enterprises purchasing at least one of the following cloud computing services: hosting of the enterprise's database, accounting software applications, CRM software, computing power	Доля предприятий, приобретающих хотя бы одну из следующих облачных услуг: размещение базы данных, бухгалтерский учет, CRM, вычислительные мощности
Big data	Enterprises analyzing big data from any data source	Доля предприятий, анализирующих большие данные из любых источников
3D printing	Use 3D printing	Доля предприятий, использующих 3D принтеры

Составлено автором по Eurostat, Digital economy and society Comprehensive database. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society/data/comprehensive-database>

Расчеты роста распространения технологий по странам будут проводиться с использованием формулы CAGR (2.1) (Compound Annual Growth Rate – совокупный среднегодовой темп роста), имеющей следующий вид:

$$CAGR_{(t_0, t_n)} = \left(\frac{V_{(t_n)}}{V_{(t_0)}} \right)^{\frac{1}{t_n - t_0}} - 1, \quad (2.1)$$

где V – значение параметра,

t_0 – начало периода,

t_n – конец периода.

Необходимо отметить, что данные по распространению технологий представлены не у всех стран за все годы. Эта проблема будет решена путем линейного интерполирования пробелов в рядах значений в каждой стране, имеющей данные за предыдущий и следующий периоды. Показатели t_0 и t_n отражают начальный и конечный периоды доступных данных, s_0 и s_n – долю распространения технологии на начало и конец рассматриваемого периода соответственно. Результаты, отранжированные по степени распространения на конец периода представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Относительные показатели и среднегодовой темп роста диффузии цифровых технологий в европейских странах за максимально доступные временные периоды

Технология	t_0	t_n	s_0	s_n	CAGR
ERP	2010	2019	20,7%	35,7%	7,1%
Облачные вычисления	2014	2020	26,4%	33,2%	1,8%
CRM	2010	2019	24,7%	30,4%	2,6%
Социальные сети	2014	2019	14,8%	26,2%	10,3%
RFID	2011	2017	6,3%	14,4%	15,4%
Анализ больших данных	2016	2018	9,7%	12,1%	7,5%
SCM	2010	2017	6,9%	10,3%	1,8%
3D печать	2018	2020	3,7%	4,7%	18,6%
Электронная коммерция	2011	2019	1,8%	3,4%	9,6%

Составлено автором по Eurostat, Digital economy and society Comprehensive database. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society/data/comprehensive-database>

Из приведенной таблицы видно, что наиболее распространенными технологиями являются ERP, облачные вычисления и CRM – их использует почти

треть всех предприятий. Почти четверть используют социальные сети, в то время как остальные технологии распространены среди менее чем 15% компаний.

Далее, в таблице 2.4 представлены результаты за полностью сопоставимые временные периоды 2014–2017 гг., отранжированные по уровню CAGR.

Таблица 2.4 – Относительные показатели и среднегодовой темп роста диффузии цифровых технологий в европейских странах за период 2014–2017 гг.

Технология	t_0	t_n	s_0	s_n	CAGR
Электронная коммерция	2014	2017	2,0%	3,0%	15,3%
Социальные сети	2014	2017	14,8%	21,6%	10,6%
Облачные вычисления	2014	2017	26,4%	31,1%	7,6%
RFID	2014	2017	12,4%	14,4%	5,8%
ERP	2014	2017	32,0%	33,7%	4,4%
CRM	2014	2017	28,5%	30,4%	2,3%
SCM	2014	2017	10,8%	10,3%	-1,5%
Среднее					7,7%

Составлено автором по Eurostat, Digital economy and society Comprehensive database. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society/data/comprehensive-database>

Следует отметить, что наименее распространенная электронная коммерция имеет темпы роста, значительно превышающие показатели прочих технологий, особенно лидеров по диффузии ERP и CRM, в то время как доля SCM даже сократилась.

На данном этапе следует перейти к тестированию гипотезы о смещении ядра экономики в сторону нематериальной сферы.

Аналогично тому, как промышленная революция XIX века привела к снижению удельного веса сельского хозяйства в экономике, современная цифровая информационная революция создаёт дополнительный «нематериальный доход», основанный на информации в цифровом виде, в то время как постепенно снижаться должна уже доля промышленного производства.

Для этой цели динамика уровня произведенной добавленной стоимости в европейском регионе (ВВП в постоянных ценах и курсах валют) будет последовательно анализироваться во взаимосвязи с динамикой показателей

- 1) «традиционной экономики»: сельскохозяйственной, промышленной (включая энергетику) и строительной отраслей;
- 2) «информационной экономики»: ИКТ и финансовой отраслей.

Далее будет произведен расчет парных регрессий, где объясняемая переменная y представляет собой показатель добавленной стоимости, а объясняющая переменная x в первом случае – совокупный объем ВВП секторов традиционной экономики (x_1), во втором – объем ИКТ и финансового сектора также в постоянных ценах (x_2).

Для расчета будут использованы базы данных Oxford Economics и OECD.Stat. Временной интервал – с 2000 г. как начала цифровой эпохи до последних доступных данных за 2018 г.

Используемые для расчетов показатели представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Показатели, используемые для расчета парных регрессий

Переменная	Показатель	Индикатор в БД	Ед. измерения	База данных
y	ВВП в постоянных ценах и валютных курсах	ВВП в постоянных ценах и валютных курсах	млн \$ США в ценах 2015 г.	Oxford Economics
x_1	Традиционный сектор экономики	1) Сельское и лесное хозяйства, охота и рыболовство; 2) Промышленное производство (вкл. энергетический сектор); 3) Строительство	%	OECD Factbook
x_2	Информационный сектор экономики	1) Информационно-коммуникационные технологии; 2) Финансы и страхование	%	OECD Factbook

Составлено автором по данным Oxford Economics, URL: <https://www.oxfordeconomics.com/> и OECD.Stat URL: https://stats.oecd.org/OECDStat_Metadata/

Полученный массив данных для расчетов представлен в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Данные для расчета парных регрессий

Year	y	x ₁	x ₂	Year	y	x ₁	x ₂
2000	9 989 270	2 987 555	967 540	2010	11 205 900	2 976 665	1 173 158
2001	10 207 580	2 998 299	1 002 027	2011	11 402 870	3 053 613	1 173 643
2002	10 301 170	2 968 246	1 029 351	2012	11 308 760	2 986 887	1 168 535
2003	10 370 190	2 940 461	1 042 119	2013	11 286 950	2 962 293	1 162 086
2004	10 581 470	2 987 022	1 097 730	2014	11 446 260	2 984 901	1 185 396
2005	10 768 330	3 007 608	1 125 913	2015	11 667 370	3 062 584	1 198 523
2006	11 126 380	3 130 434	1 157 183	2016	11 883 070	3 133 654	1 208 189
2007	11 459 160	3 221 080	1 207 453	2017	12 211 690	3 253 519	1 211 154
2008	11 494 190	3 196 637	1 161 689	2018	12 435 720	3 319 341	1 223 072
2009	10 980 060	2 868 435	1 168 717				

Составлено автором по данным Oxford Economics, URL: <https://www.oxfordeconomics.com/> и OECD.Stat URL: https://stats.oecd.org/OECDStat_Metadata/

Результаты расчетов регрессий представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Результаты расчета парных регрессий

Объясняющая переменная	Количество наблюдений	R ²	Adjusted R ²	P-value	t Stat
x ₁	19	0,51	0,48	0,7412	4,2
x ₂	19	0,85	0,84	0,0563	9,9

Составлено автором по данным Oxford Economics, URL: <https://www.oxfordeconomics.com/> и OECD.Stat URL: https://stats.oecd.org/OECDStat_Metadata/

Полученные результаты демонстрируют некоторую противоречивость. Тем не менее они скорее могут служить косвенным аргументом в пользу утверждения о том, что с начала XXI века рост уровня добавленной стоимости в европейской экономике подвержен большему влиянию динамики информационного сектора по сравнению с традиционным.

Далее в подразделах 2.1.1–2.1.4 будут более подробно анализироваться цифровые экономические сегменты, соответствующие каждой из фаз воспроизводственного процесса.

2.1.1. Производство

На основании проанализированного в предыдущей главе материала был сделан вывод о том, что цифровизация, посредством существенного увеличения количественных характеристик определенных критериев эффективности использования информационного фактора производства, влияет на другой производственный фактор – труд, который распространяет это влияние далее на фактор капитала. Трудовая деятельность отдельно взятого индивида любой категории экономических агентов возможна при наличии трех составляющих: целесообразной деятельности или самого труда, предмета труда и средств труда¹.

Сам *труд* вне зависимости от окружающих условий на протяжении истории человечества претерпевает наименьшие изменения ввиду того, что имманентно человек способен влиять на окружающую среду только посредством сокращения своих мышц с предшествующей мозговой деятельностью. Более существенные изменения претерпевают предмет и средства труда.

Цифровым *предметом труда* являются цифровые информационные или цифровые сетевые информационные блага. На потребительском уровне они охватывают сферу медиа (музыку, кино, периодические издания т.п.), электронные книги, видеоигры и др. К специфическому же продукту труда в цифровой экономике относится программное обеспечение, так как приведенные примеры существовали и ранее, но в аналоговом виде. Изменения, связанные с адаптацией цифровых ИКТ, влекут за собой формирование новых информационных отраслей производства, что существенным образом влияет на совокупный объем мирового благосостояния.

В отношении *средств труда* в подразделе 1.2.2 было отмечено, что хотя их изменения всегда были подвержены значительному влиянию со стороны технологического развития, цифровые ИКТ XXI века имеют необходимые

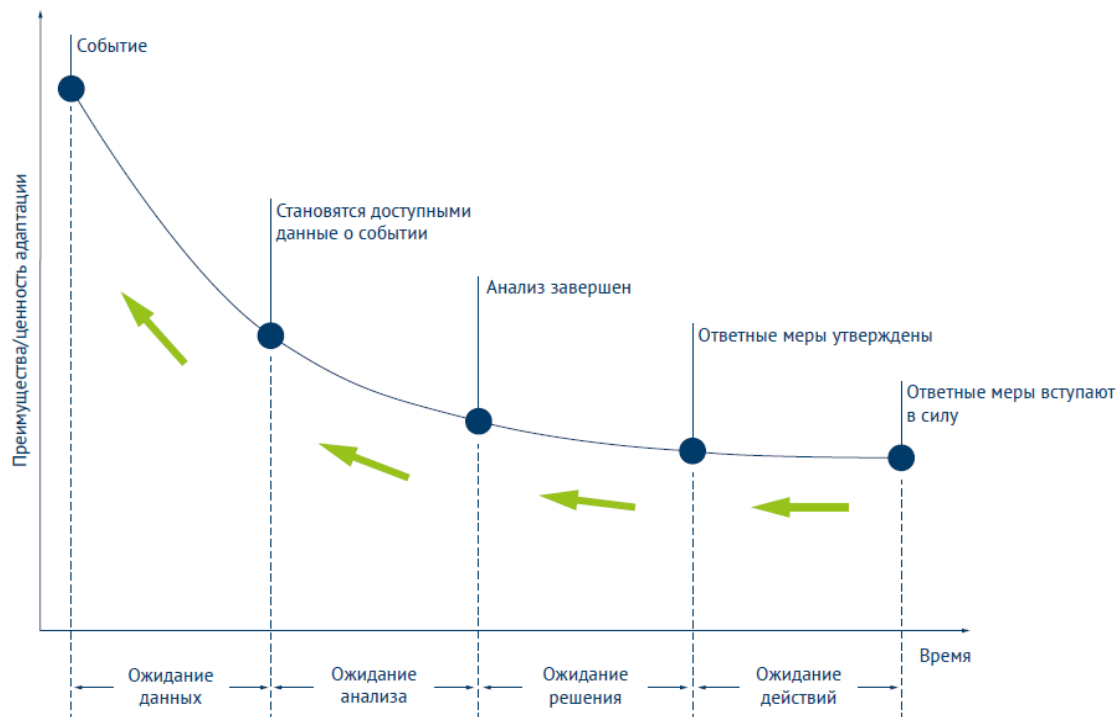
¹ Маркс К. Капитал Т.1 // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Том 23

предпосылки для начала новой эпохи. Причиной для этого служит переход от использования физических средств трудовой деятельности, необходимых для взаимодействия с информацией, к их эфемерному аналогу – цифровому бинарному коду, благодаря электронной форме которого становится возможно применение цифровых информационно-коммуникационных технологий. Современные цифровые технологии фактически представляют собой цифровые средства труда, позволяющие улучшить количественные характеристики информационных операций трудового фактора производства.

Воздействие цифровых информационно-коммуникационных технологий, таким образом, проявляется в распространении более эффективных алгоритмов достижения прежнего результата со сниженными издержками либо увеличенного результата с прежними издержками.

В терминологии инновационной теории трудовой фактор в производственной фазе необходим для осуществления процесса комбинирования факторов производства на протяжении определенного времени. Объем данного времени определяется совокупной продолжительностью необходимых трудовых операций, которые могут выполняться человеком или производственным оборудованием. Чем меньше это время, тем быстрее ресурсы становятся конечными благами и реализуют свою ценность.

Каждую транзакцию можно представить как реакцию компании на некоторое изменение внешней среды. Стадии процесса реагирования компании на изменения внешних факторов, составляющие транзакционную стоимость трудовых операций представлены на рисунке 2.4.

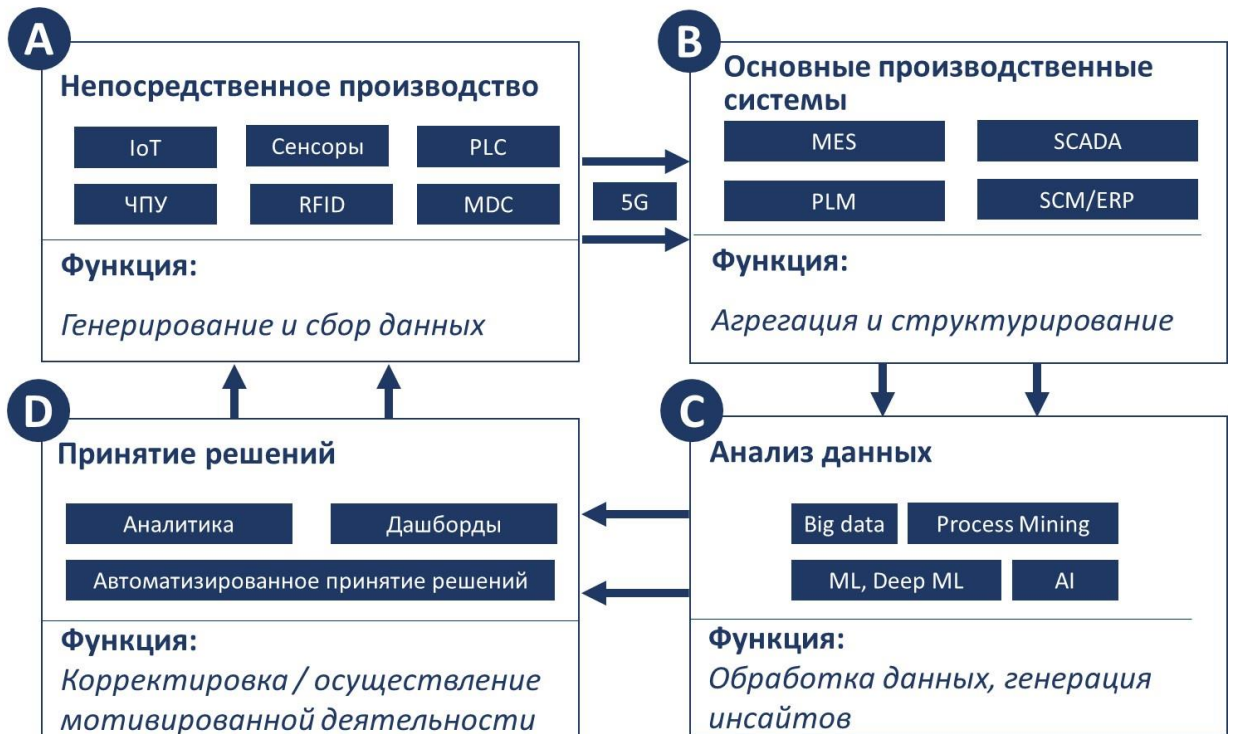
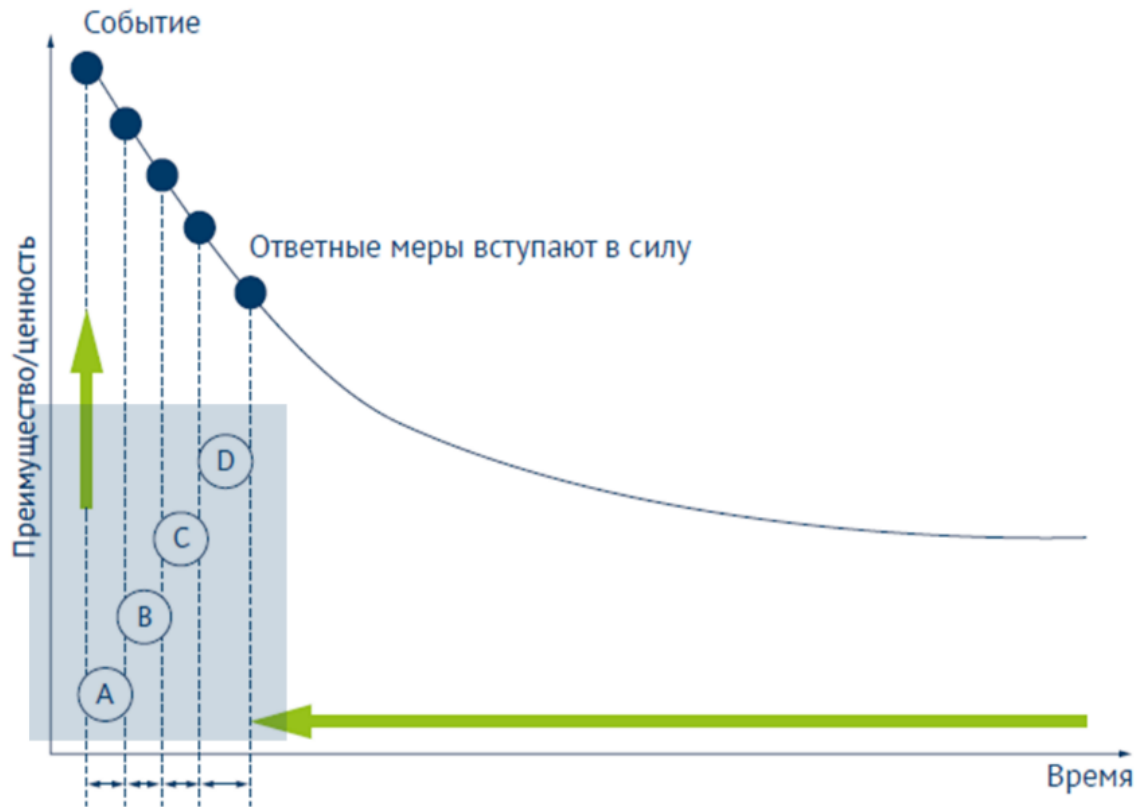


Источник: Шу Г., Андерл Р., Гауземайер Ю., тен Хомпель М., Вальстер В., Индекс зрелости Индустрии 4.0, 2017

Рисунок 2.4. Процесс адаптации (реагирования) компании к внешним факторам

Далее, на рисунках 2.5–2.6 проиллюстрирован механизм сокращения времени внутрифирменных транзакций с выделением цифровых информационно-коммуникационных технологий и систем, при помощи которых осуществляются информационные процессы на каждой из стадий. В основе рисунка 2.6 лежит схематичное отображение взаимосвязи информационных систем, построенное с использованием данных, публикуемых учеными Национального института стандартов и технологий Министерства торговли США. Технологическое развитие каждой из представленных информационных систем способствует количественному изменению определенных критериев эффективности осуществления информационных трудовых операций.

Цифровые информационно-коммуникационные технологии и системы из выделенной зоны с указанием осуществляемых функций представлены на рисунке 2.6.



Составлено автором на основе Шу Г., Андерл Р., Гауземайер Ю., тен Хомпель М., Вальстер В. (и др.): Индекс зрелости Индустрии 4.0, 2017; Lu, Yan & Morris, Kc & Frechette, Simon. (2016). Current Standards Landscape for Smart Manufacturing Systems. Nat. Inst. Stand. Technol.

Рисунок 2.5. Механизм генерации ценности за счет информационного фактора производства

На стадии **A** непосредственное производство генерирует данные, которые собираются благодаря соответствующим датчикам, сенсорам и прочим технологиям IoT, после чего на стадии **B** данные агрегируются и становятся доступными для дальнейшего осуществления процесса их обработки технологиями больших данных, искусственного интеллекта и т.п. на стадии **C**. ИИ позволяет быстрее переходить на стадию **D**, где вносятся изменения в производственный процесс, делая его в большей степени соответствующим условиям внешней среды и более эффективным.

Одним из примеров подобной модернизации производственного процесса может служить внедрение промышленного интернета вещей на заводе по производству мотоциклов Harley-Davidson. По результатам интеграции на предприятии удалось сократить время простоев, фиксированный 21-дневный срок производства новых заказов до 6 часов, а также эксплуатационные расходы на 200 млн долларов. За счет сокращения цикла сборки заказа в 25 раз, в компании стало возможно более гибко реагировать на пожелания клиентов¹.

Подобные результаты на начальном этапе достигаются посредством определения ключевых областей, обладающих максимальным потенциалом экономического эффекта, характерных для каждого конкретного предприятия.

Другими словами, основные направления, по которым цифровизация оказывает влияние на производственные показатели эффективности разных категорий экономических агентов в зависимости от отраслевой специфики, могут проявлять себя в неожиданных областях.

Так, влияние цифровизации на эффективность непосредственного производства может заключаться в:

1) существенном сокращении транзакционных издержек благодаря полной или частичной оцифровке аналоговых процессов в случае с трудовыми ресурсами

¹ Harvard Business Review, Success with the Internet of Things Requires More Than Chasing the Cool Factor, URL: <https://hbr.org/2017/08/success-with-the-internet-of-things-requires-more-than-chasing-the-cool-factor>

и более корректному управлению, достигаемому при помощи технологий искусственного интеллекта;

2) увеличении выручки за счет увеличения производительного времени оборудования, связанного с управленческими изменениями, основанными на технологиях ИИ.

Далее в подразделе тестируется гипотеза о том, что сектор производства информационно-коммуникационных технологий должен расти быстрее экономики в целом.

Оценка влияния цифровизации на объем ИКТ сектора будет производиться следующим образом: доля ИКТ в ВВП из базы данных OECD.Stat (показатель «Value added in information and communication») будет умножена на показатель ВВП Европы в постоянных ценах и обменных курсах из базы данных Oxford Economics за период 2011–2018 гг.

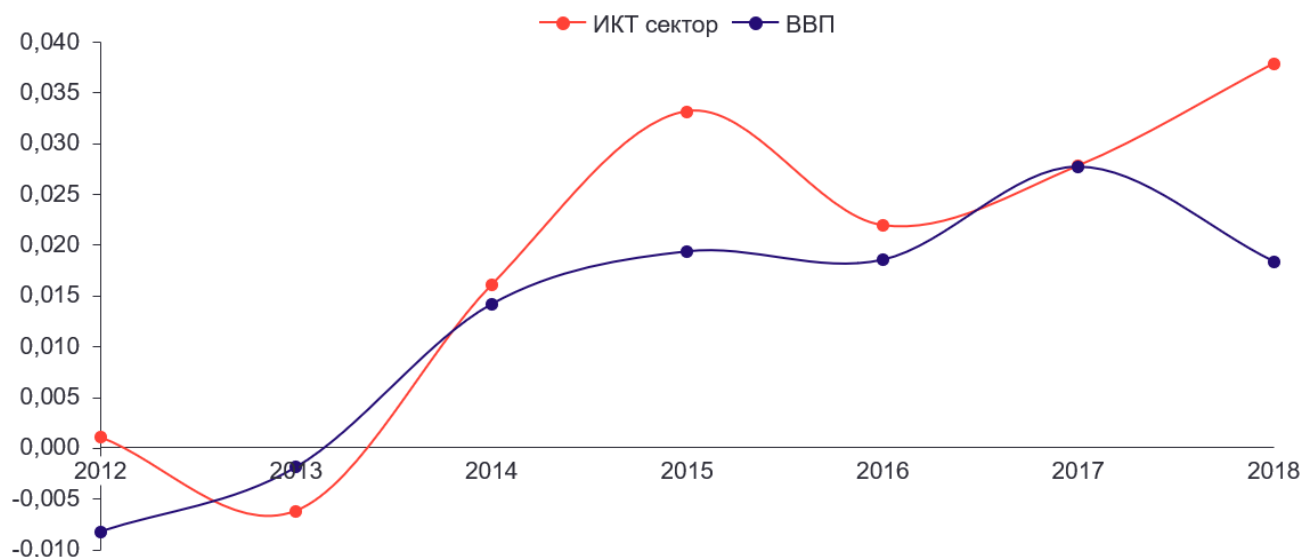
Так будут получены показатели сегмента ИКТ в постоянных ценах, свидетельствующие о его реальной динамике. Следующим шагом будет произведен сравнительный анализ динамики сегмента ИКТ и общего объема ВВП. Расчеты первого этапа представлены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – ВВП в постоянных ценах и обменных курсах европейских стран и доля ИКТ сектора

Показатель	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ВВП	11 403	11 309	11 287	11 446	11 667	11 883	12 212	12 436
Доля ИКТ в ВВП	4,71%	4,76%	4,74%	4,74%	4,81%	4,82%	4,83%	4,92%
Объем сектора ИКТ	537,3	537,9	534,5	543,1	561,1	573,4	589,3	611,6

Составлено автором по данным Oxford Economics URL: <https://www.oxfordeconomics.com/> и OECD.Stat URL: https://stats.oecd.org/OECDStat_Metadata/

Далее производится сравнительный анализ динамик ИКТ сектора и общего объема ВВП в постоянных ценах. Результаты представлены на рисунке 2.6.



Составлено автором по данным Oxford Economics URL: <https://www.oxfordeconomics.com/> и OECD.Stat URL: https://stats.oecd.org/OECDStat_Metadata/

Рисунок 2.6. Динамика ИКТ сектора и ВВП европейских стран в постоянных ценах и обменных курсах, п.п.

На представленном графике продемонстрировано, что в общих чертах динамика ИКТ сектора следует динамике объема совокупного ВВП, однако в периоды роста ИКТ сектор в среднем имел в полтора раза более высокие темпы, что свидетельствует об увеличении его роли в структуре экономики.

2.1.2. Распределение

Известно, что в обществе экономическому распределению в разных формах подлежат доходы от каждого из факторов производства, т.е. результаты производства. Для земли это рента, для труда – заработная плата, для капитала – процент, для предпринимательских способностей – прибыль и для информации – роялти. Однако распределению в обществе подвержены не только результаты производства, но и положения в производственном процессе.

Как отмечалось ранее, если у человека нет капитала или земли, ему предопределен наемный труд. В то же время, и наемный труд по многим причинам может быть фактически недоступен.

В данном подразделе будут поочередно проанализированы направления влияния цифровизации на фазу распределения как распределения доходов и распределения положений в производственном процессе.

Распределение доходов от информационного фактора производства в условиях цифровизации в основном происходит посредством продажи лицензий на цифровые информационные продукты (технологии). Исходя из этого, для оценки изменений фазы будет проанализирована востребованность сегмента производителей данных продуктов, выраженная в объеме их выручки.

По данным рейтинга Forbes Global 2000, отражающего две тысячи крупнейших компаний в мире, в сфере информационных технологий в 2020 г. находилось 35, из которых 10 крупнейших: Microsoft, IBM, Oracle, SAP, PayPal, Salesforce, Fiserv, ADP, Adobe, VMware – производят 80% от всего объема сегмента¹. Распределение долей представлено в таблице 2.9.

¹ Forbes Global 2000 Ranking. URL: <https://www.forbes.com/lists/global2000/#6029c345ac04>

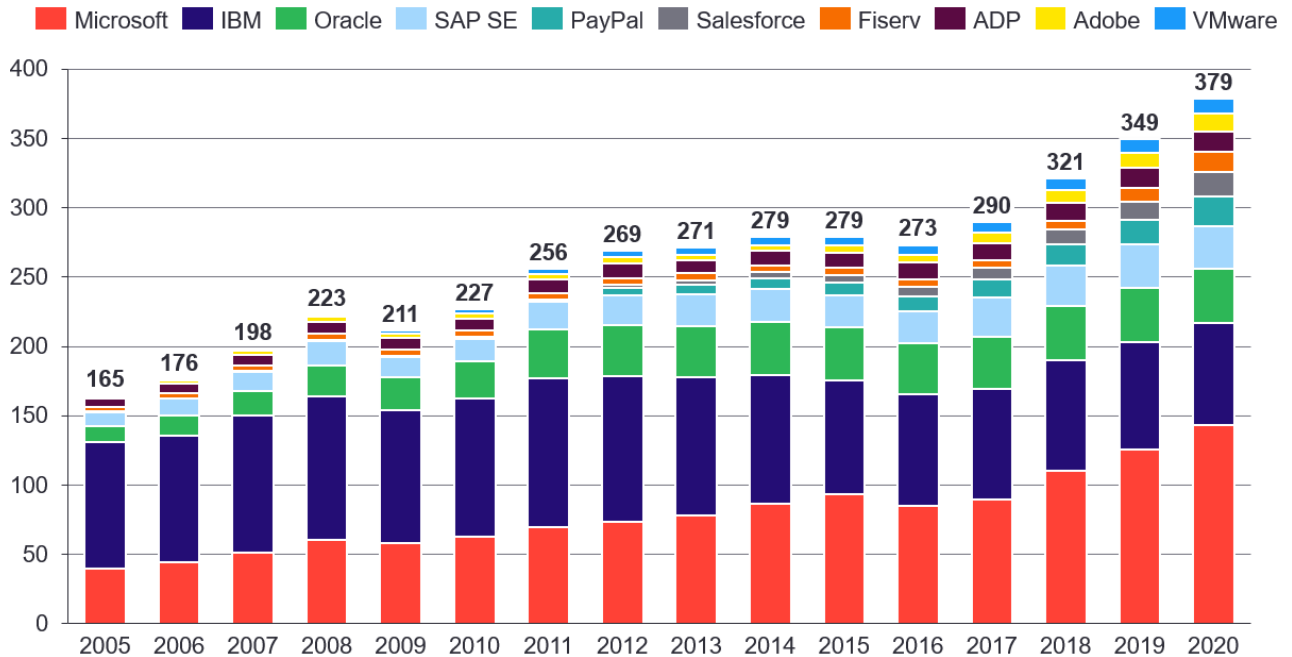
Таблица 2.9 – Топ-10 крупнейших производителей информационных технологий в мире в 2020 г.

№	Компания	Выручка, млрд \$	%	Штаб-квартира
1	Microsoft	143,1	30%	США
2	IBM	73,6	16%	США
3	Oracle	39,1	8%	США
4	SAP	31,2	7%	США
5	PayPal	21,4	5%	США
6	Salesforce	21,3	5%	США
7	Fiserv	14,9	3%	США
8	ADP	14,5	3%	США
9	Adobe	13,7	3%	США
10	VMware	11,8	2%	США
	Сумма	384,6	81%	
	Прочие	88,1	19%	
	Итого	472,7	100%	

Источник: Forbes Global 2000 Ranking.

URL: <https://www.forbes.com/lists/global2000/#6029c345ac04>

В таблице 2.9 видно, что все 10 крупнейших производителей цифровых информационных технологий, располагаются в США, однако, как было продемонстрировано в подразделе 1.1.3, они являются основными поставщиками соответствующих технологий и для европейского региона. Так как большинство перечисленных компаний не раскрывает географическую структуру доходов, во время анализа динамики сегмента по отношению к динамике всего воспроизводственного процесса необходимо учесть и экономику США. На рисунке 2.7 представлена динамика сегмента производства информационных технологий в абсолютных значениях за 2005–2020 гг. На диаграмме проиллюстрировано, что динамика долей в сегменте имеет довольно постоянный характер, однако за анализируемый период изменился мировой лидер: с IBM на Microsoft.

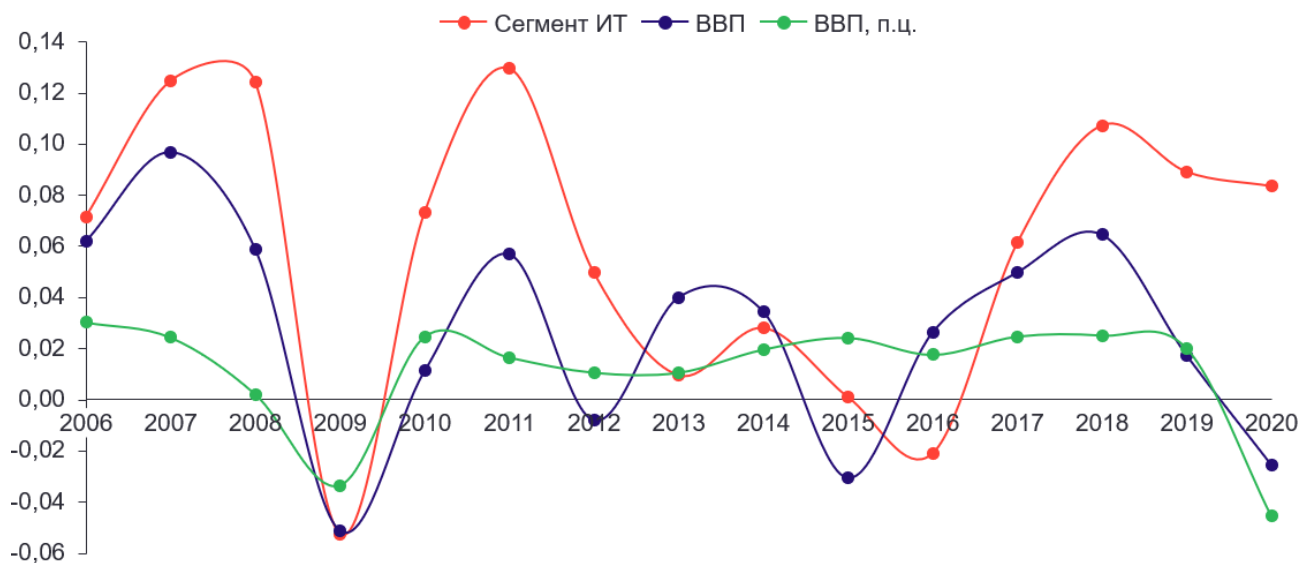


Составлено автором по данным Macrotrends,

URL: <https://www.macrotrends.net/stocks/>; Statista, URL: <https://www.statista.com/statistics/>

Рисунок 2.7 – Динамика объема сегмента производителей цифровых информационных технологий, млрд \$

Далее, на рисунке 2.8 представлена динамика данного сегмента в сравнении со средневзвешенными показателями динамики экономик США и Европы в номинальных ценах и в постоянных ценах и обменных курсах.



Составлено автором по данным Macrotrends,

URL: <https://www.macrotrends.net/stocks/>; Statista, URL: <https://www.statista.com/statistics/>

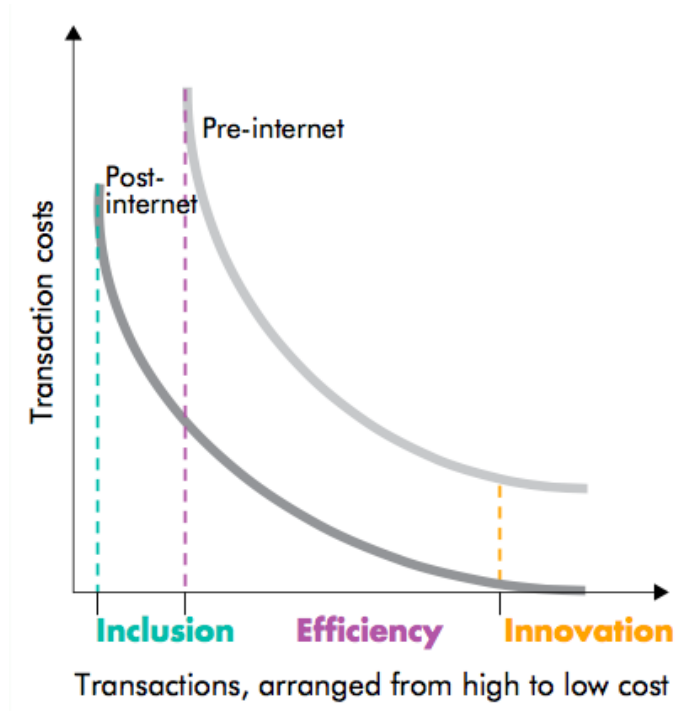
Рисунок 2.8 – Динамика объема сегмента производителей цифровых информационных технологий и средневзвешенного ВВП США и Европы, п.п.

На графике продемонстрировано, что, в целом, динамика сегмента соответствует динамике рынка, однако в периоды роста разница в темпах может достигать двойного объема в пользу ИТ-сегмента, а в периоды спада показатели экономики в целом в большинстве случаев сокращаются гораздо сильнее.

Далее перейдем к оценке влияния цифровизации на фазу распределения как распределения положений в производственном процессе посредством анализа преобразований в сфере наемного труда.

Известно, что сетевые возможности цифровых коммуникаций за счет сокращения транзакционных издержек позволяют осуществлять совместную трудовую деятельность в том числе тем экономическим субъектам, для которых раньше она была недоступна.

Это явление стало называться эффектом Inclusion, проиллюстрированным на рисунке 2.9.



Источник: World Development Report 2016. Digital Dividends. P. 45

Рисунок 2.9 – Эффекты снижения транзакционных издержек при использовании интернета

На графике представлена кривая транзакционных издержек после использования интернета, которая снижается практически до нуля, таким образом позволяя участвовать в трудовой деятельности тем, для кого данные издержки были слишком высоки.

Так, существуют примеры того, как с распространением интернет-технологий в Африке начало создаваться значительное количество новых рабочих мест в цифровой сфере¹, помимо этого появились возможности для работы на дому для домохозяек². Было подсчитано, что только в 2011 году благодаря цифровизации было создано более шести миллионов рабочих мест (в основном в Азии) с совокупным приростом к ВВП в размере 192,6 миллиардов долларов³. По этому же поводу К. Шваб пишет: «...четвертая промышленная революция обеспечивает возможность интегрировать неудовлетворенные потребности двух миллиардов человек в глобальную экономику, что стимулирует дополнительный спрос на существующие товары и услуги путем предоставления новых возможностей отдельным людям и сообществам и объединению этих людей и сообществ между собой во всех странах мира»⁴. Однако важно отметить, что с переходом торговли в онлайн сферу традиционные магазины зачастую закрываются, не выдерживая конкуренции.

Описанные процессы являются причиной развития коллективной формы трудовой деятельности или кооперации. Кооперация создает множество преимуществ для трудовой деятельности, одним из которых является феномен возникновения синергетических эффектов, известных в теории систем как эмерджентность. Кратко, её суть заключается в том, что некое целое больше суммы своих составляющих. Также ее характеризуют как «неожиданные результаты

¹ World Summit on the Information Society (WSIS+5); Outcomes and Perspectives for Eastern Africa 2011, P. 18

² Information and Communication Technologies for Women's Socioeconomic Empowerment, World Bank, 2009

³ Digitization for Economic Growth and Job Creation: Regional and Industry Perspectives, World Economic Forum, 2013

⁴ Шваб К. (2017) Четвертая промышленная революция. М.: изд-во «Э»

функционирования системы»¹. Применительно к трудовой деятельности, синергетический эффект можно представить как возникновение большей отдачи от совместно осуществляемого труда по сравнению с суммой потенциально реализуемого полезного результата каждого конкретного лица, действующего в одиночку. Существуют такие категории труда, осуществление которых либо полностью невозможно в одиночку, либо чрезвычайно малоэффективно. Маркс приводит пример с поднятием бревна – действием, осуществить которое становится возможно только путем приложения усилий нескольких работников одновременно, в то время как для одного человека перенести только ту часть бревна, на которую он бы затратил свою долю сил при совместном переносе без дополнительных средств, остается непосильным. Там же он приводит другие преимущества кооперации, некоторые из которых являются следствиями достижения эмерджентности:

- 1) повышение механической силы труда;
- 2) пространственное расширение сферы воздействия силы труда;
- 3) пространственное сужение арены производства по сравнению с масштабом производства;
- 4) приведение в движение большого количества труда в течение короткого промежутка времени в критический момент;
- 5) пробуждение соперничества отдельных лиц и напряжение их жизненной энергии;
- 6) достижение непрерывности и многосторонности в однородных операциях многих людей;
- 7) одновременное выполнение различных операций;
- 8) экономия средств производства благодаря их совместному употреблению;
- 9) достижение уровня среднего общественного труда индивидуальным трудом².

¹ Johnson IV, Tolk, Sousa-Poza, A Theory of Emergence and Entropy in Systems of Systems // Procedia Computer Science Volume 20, 2013, P. 283-289

² Маркс К. Капитал Т. 1 // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Том 23. – с. 334-347

Приведенный перечень, главным образом применим к физическому труду, однако некоторые пункты являются универсальными. Так, в цифровом пространстве возникает больше возможностей для параллельного осуществления разных частей производственного процесса за счет значительно сокращающихся транзакционных издержек и, как следствие, увеличивающейся эффективности коммуникаций, что создает предпосылки для сокращения общего затрачиваемого на производство времени. Помимо этого, правильно организованная работа с привлечением аутсорсинга создает возможности для экономии на масштабе, достигающейся за счет того, что «употребляемые совместно средства производства переносят меньшую долю своей стоимости на единицу продукта частью потому, что вся та стоимость, которую они отдают, распределяется одновременно на большую массу продуктов...»¹, результатом чего является снижение стоимости конечного блага, т.е. наличная экономия финансовых средств, которая может быть направлена на увеличение совокупного произведенного компанией продукта, тем самым увеличивая абсолютные и относительные значения текущих показателей эффективности.

2.1.3. Обмен

Фаза обмена в воспроизводственном процессе может быть обусловлена процессом коммуникации между людьми в большей степени, чем остальные фазы, так как любой обмен включает в себя обмен информацией, т.е. коммуникацию между экономическими субъектами. В подразделе 1.2.2 были рассмотрены современные сетевые свойства коммуникаций, вызванные распространением цифровых технологий: интернета и смартфонов. Результатом стало снятие ограничений на доступ к коммуникации в удобной форме на любом расстоянии, что должно приводить к существенному росту цифровой электронной коммерции.

¹ Маркс К. Капитал Т. 1 // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Том 23. – С. 334

В этой связи в данном подразделе производится анализ влияния цифровизации на фазу обмена по двум направлениям: сегмент цифровых маркетплейсов и сегмент криптовалют.

Крупнейшие и наиболее востребованные маркетплейсы в Европе на 2021 г. представлены в таблице 2.10.

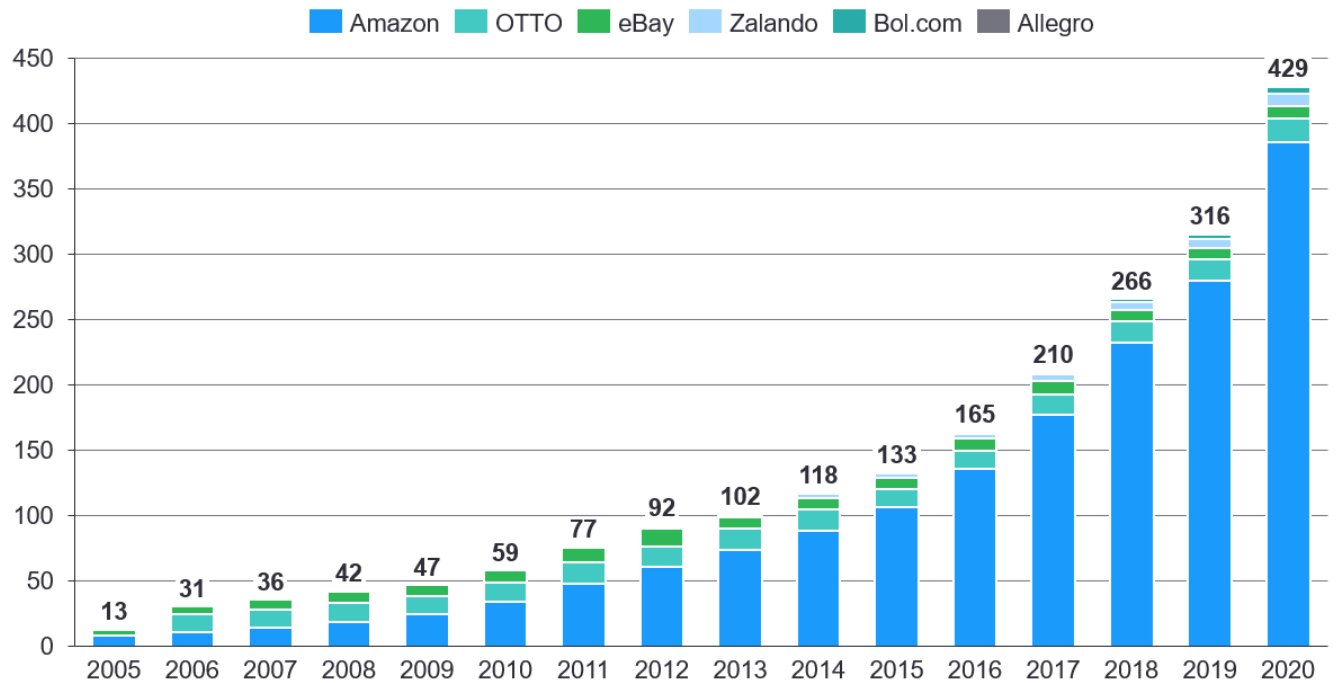
Таблица 2.10 – Наиболее востребованные маркетплейсы в Европе в 2021 г.

№	Наименование	Регион	Количество европейских визитов в месяц, млн	Доля
1	Amazon	Глобальный	980,9	49,3%
2	eBay	Глобальный	366,9	18,4%
3	Allegro	Польша	184,8	9,3%
4	Zalando	Европа	127,1	6,4%
5	bol.com	Нидерланды	78,8	4,0%
6	OTTO	Германия	55,1	2,8%
Сумма			90,1%	
7	Cdiscount.com	Франция	50,5	2,5%
8	ManoMano	Европа	44,2	2,2%
9	eMAG	Восточная Европа	43,5	2,2%
10	Fnac	Франция	36,2	1,8%
11	Etsy	Глобальный	23,1	1,2%

Составлено автором по данным Webretailer. The largest online marketplaces in Europe. URL: https://www.webretailer.com/b/online-marketplaces-europe/#The_largest_online

Исходя из приведенной таблицы, крупнейшими и наиболее востребованными маркетплейсами в Европе являются американские Amazon и eBay, что создает необходимость учета экономики США при анализе – так же, как и в предыдущем подразделе. Расчеты будут проводиться на топ-6 компаний, в совокупности составляющих около 90% сегмента.

На рисунке 2.10 представлена динамика анализируемых компаний в абсолютных значениях.



Составлено автором по данным Macrotrends,

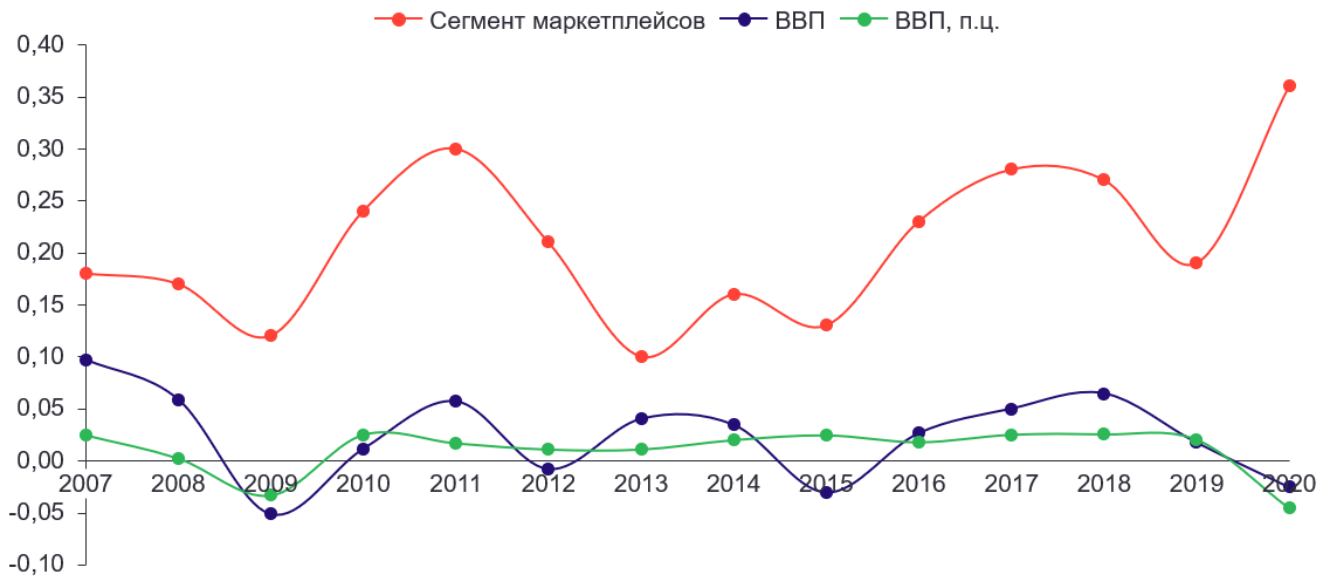
URL: <https://www.macrotrends.net/stocks/>; Statista, URL: <https://www.statista.com/statistics/>

Рисунок 2.10 – Динамика объема сегмента наиболее востребованных маркетплейсов в Европе, млрд \$

На диаграмме видно, что на протяжении всего исследуемого периода основным маркетплейсом в Европе был Amazon, в то время как доли его конкурентов оставались относительно незначительными.

Далее, на рисунке 2.11 проиллюстрирована динамика объема данного сегмента в сравнении со средневзвешенной динамикой ВВП Европы и США в номинальных ценах и в постоянных ценах и обменных курсах.

Исходя из диаграммы, динамика сегмента маркетплейсов также следует тенденциям динамики экономической ситуации в целом, однако на протяжении всего анализируемого периода разница между темпами ростакратно (до 6 раз) отличалась в пользу цифровых маркетплейсов. Дополнительно необходимо отметить, что в 2020 г., когда в мире произошел значительный спад в экономической деятельности, связанный с пандемией, в сегменте маркетплейсов



Составлено автором по данным Macrotrends,
 URL: <https://www.macrotrends.net/stocks/>; Statista, URL: <https://www.statista.com/statistics/>

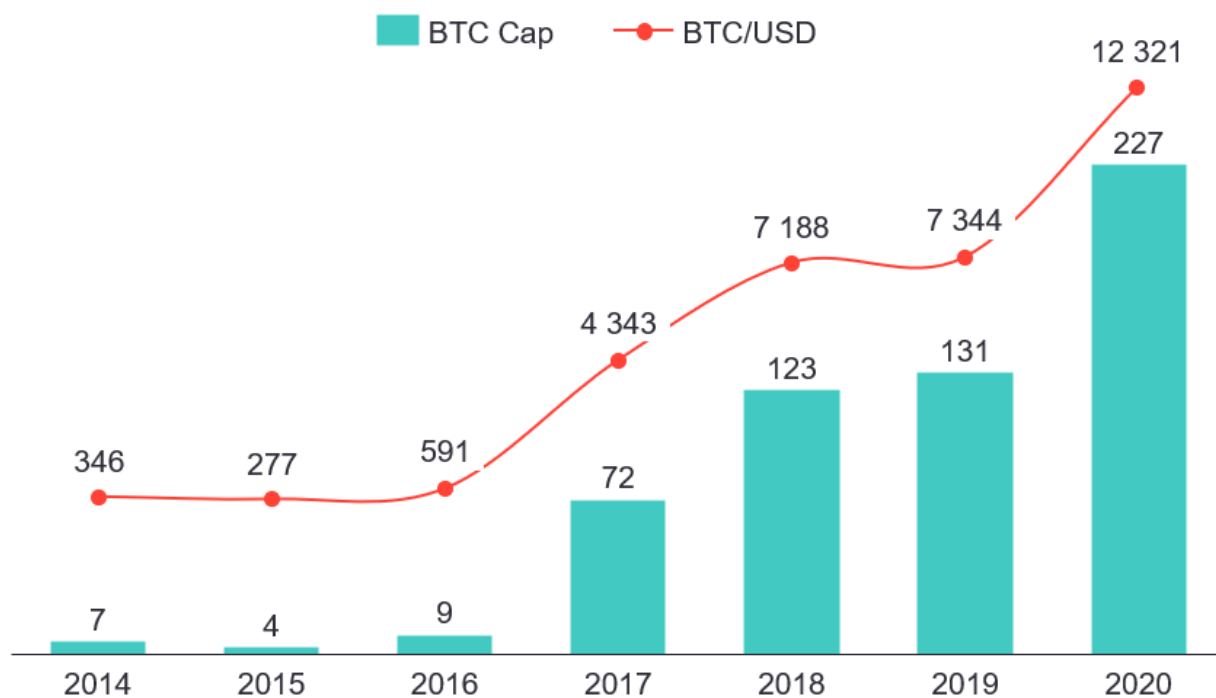
Рисунок 2.11 – Динамика объема сегмента маркетплейсов и средневзвешенных ВВП США и Европы, п.п.

произошел рекордный рост – примерно 35%, что, очевидно, связано с наложенными ограничениями для традиционных торговых организаций.

Далее по аналогичной методике будет произведена оценка влияния цифровизации на средства платежей путем анализа сегмента криптовалют. Так как для создания новой криптовалюты не требуется значительных капитальных или трудовых вложений, на сегодняшний день в мире их существуют тысячи – иногда забавного названия или картинки уже бывает достаточно для создания еще одной. Однако, «основной» и первой криптовалютой, на долю которой приходится около 70% сегмента, является Bitcoin¹, впервые представленный в статье С. Накамото «Биткоин: Одноранговая электронная денежная система» в 2008 году. Основное внимание в ней было уделено криптовалютному потенциалу, в то время как параллельно описанная технология блокчейна выступала способом его реализации. Как уже было частично отмечено в первой главе, блокчейн является последовательной цепочкой массивов или «блоков» информации, обновляющих

¹ Tradingview. Cryptocurrency Market. URL: <https://www.tradingview.com/markets/cryptocurrencies/prices-all/>

число своих звеньев по достижении заранее определенного количества поступившей информации¹. Одним из его главных преимуществ является децентрализация хранения данных в неизменном виде: в подавляющем большинстве случаев все данные располагаются на носителях множества участников и имеют открытый доступ, что в совокупности с криптографическими методами делает систему защищенной от внесения внешних ретроспективных изменений. Так как в данном случае речь идет о квазивалюте, для анализа в первую очередь будет представлять интерес обменный курс Bitcoin к доллару США (BTC/USD), а также уровень капитализации (BTC Cap). На рисунке 2.12 представлена динамика данных показателей в абсолютных значениях практически с момента возникновения Bitcoin.



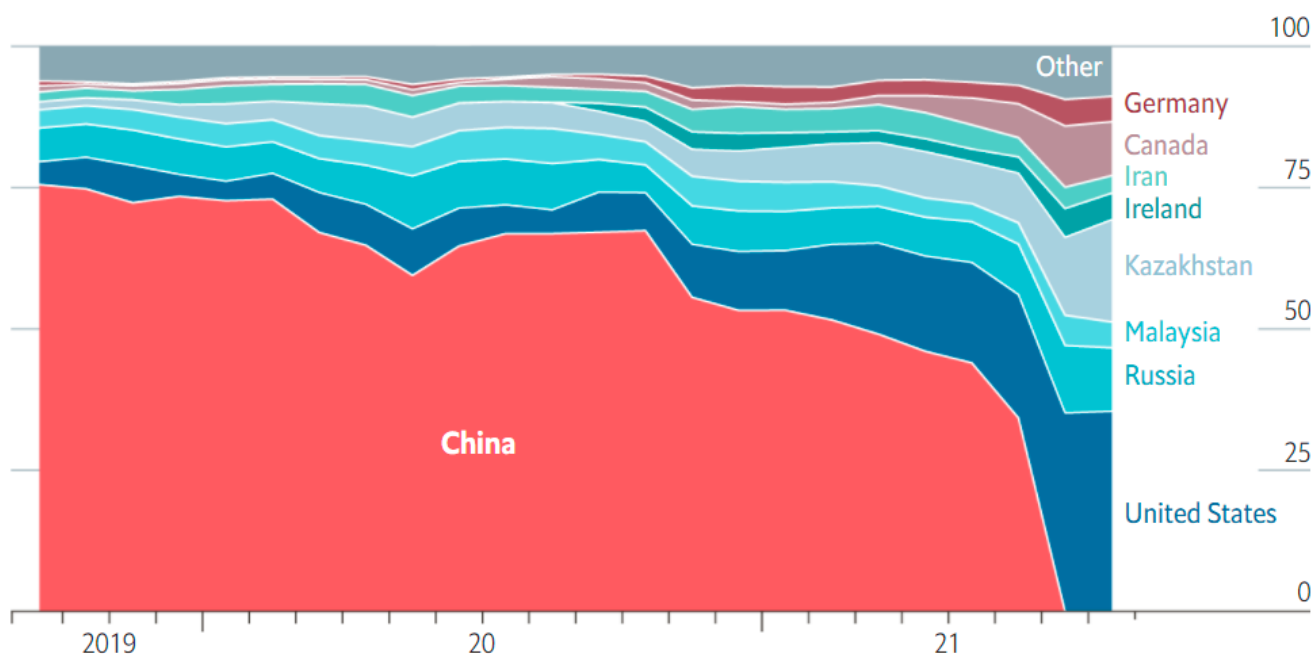
Составлено автором по данным Yahoo! Finance,
 URL: <https://finance.yahoo.com/quote/BTC-USD/>; Statista, URL: <https://www.statista.com/statistics/>

Рисунок 2.12 – Динамика среднегодовых капитализации и курса Bitcoin к доллару США в трлн \$ и \$ соответственно

¹ Nakamoto, S. (2008) Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

На графике продемонстрировано, что с момента возникновения основные показатели Bitcoin выросли в десятки раз, что зачастую объясняется кратковременными периодами ажиотажного спроса. Также, в силу специфичности предмета, динамика курса носит высоковолатильный характер.

В данном случае сравнения показателей с динамикой ВВП Европы или средневзвешенной динамикой ВВП Европы и США будет недостаточно, ввиду того что криптовалютный феномен имеет глобальную природу и широко востребован и функционирует в том числе в азиатском и ближневосточном регионах. Так, на рисунке 2.13 продемонстрированы доли в совокупном майнинге¹ Bitcoin по странам.



Источник: The Economist. America is the big winner of China's crypto crackdown. URL: <https://www.economist.com/graphic-detail/2021/10/22/america-is-the-big-winner-of-chinas-crypto-crackdown>

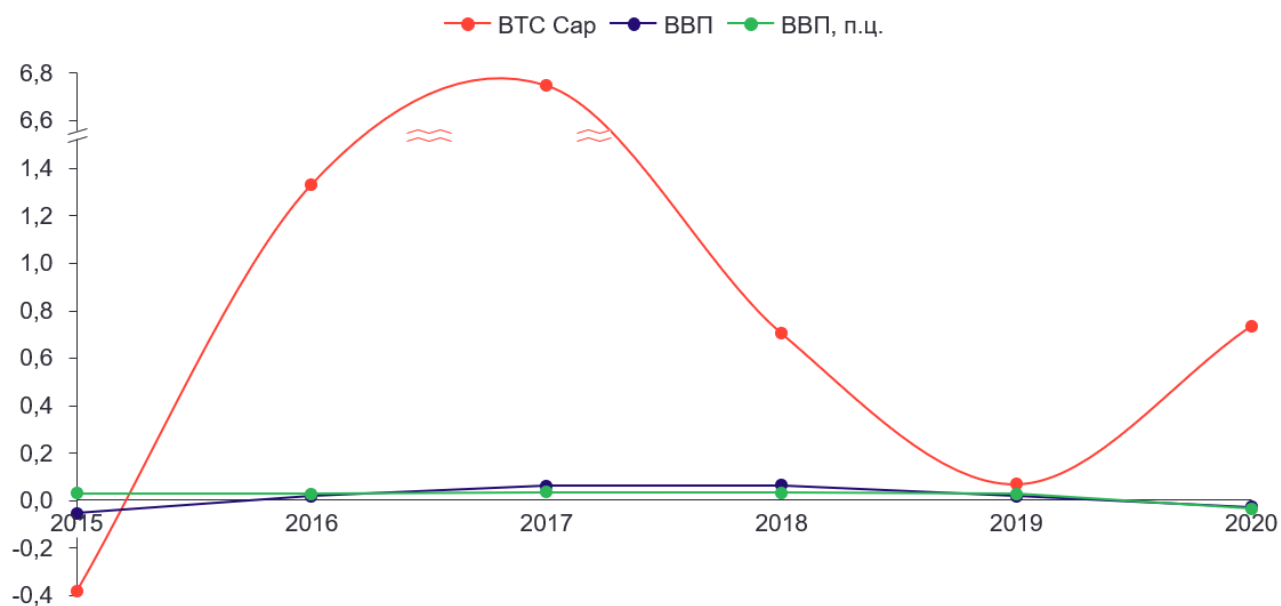
Рисунок 2.13 – Доли в совокупном майнинге Bitcoin по странам

Диаграмма иллюстрирует, что на текущий момент лидирующим игроком в данной области являются США, чему предшествовал продолжительный период доминирования Китая, показатели которого снизились до нуля после

¹ Технический процесс дополнительной эмиссии, осуществляющейся при помощи компьютерных вычислений

государственного объявления запрета на операции с криптовалютами в сентябре 2021 г.¹

В этой связи сопоставление динамики необходимо проводить по отношению ко всему мировому ВВП. Результаты представлены на рисунке 2.14.



Составлено автором по данным Oxford Economics, URL: <https://www.oxfordeconomics.com/>;
Statista, URL: <https://www.statista.com/statistics/>

Рисунок 2.14 – Динамика капитализации Bitcoin и мирового ВВП, п.п.

Результаты анализа на приведенном графике свидетельствуют о том, что высоковолатильный характер криптовалютного феномена фактически делает бессмысленным сравнение с ключевыми макроэкономическими показателями, привязанными к реальным производственным мощностям, будь то ВВП или объем денежной массы. Динамика капитализации Bitcoin на данный момент предположительно связана исключительно со спекулятивными настроениями относительно его будущего курса, что не позволяет однозначно делать выводы о его влиянии на структуру воспроизводственного процесса. В то же время, необходимо подчеркнуть, что с момента возникновения капитализация данной

¹ Ведомости. В Китае объявили незаконными все операции с криптовалютами. URL: <https://www.vedomosti.ru/finance/news/2021/09/24/888140-v-kitae-zapretili-vse-operatsii-s-kriptovalyutami>

криптовалюта выросла в десятки раз и достигла значения в более, чем 200 трлн долларов, что свидетельствует о значительном интересе к Bitcoin по всему миру.

2.1.4. Потребление

В подразделе 1.2.2 было отмечено, что цифровые блага включают в себя как оцифрованные продукты традиционной развлекательной индустрии: кино, музыку, игры и т.п., так и более характерные для цифровой эпохи информационные блага, такие, как социальные сети и их контент или поисковые сервисы.

В случае с фазой потребления общественного воспроизводства, оценка влияния цифровизации в данном подразделе будет проводиться путем анализа второй группы благ, т.е. сегмента социальных сетей и медиа, так как именно их возникновение и развитие является характерным проявлением цифровизации.

Исходя из этого, в данном подразделе производится анализ составляющих сегмента социальных сетей и медиа, как и ранее, на примере европейских стран. По данным портала¹ основными социальными сетями, используемыми в Европе в 2021 году, были Facebook, Twitter, Pinterest, Instagram, YouTube и Tumblr, с долями, представленными в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Наиболее популярные социальные сети в Европе по состоянию на сентябрь 2021 г.

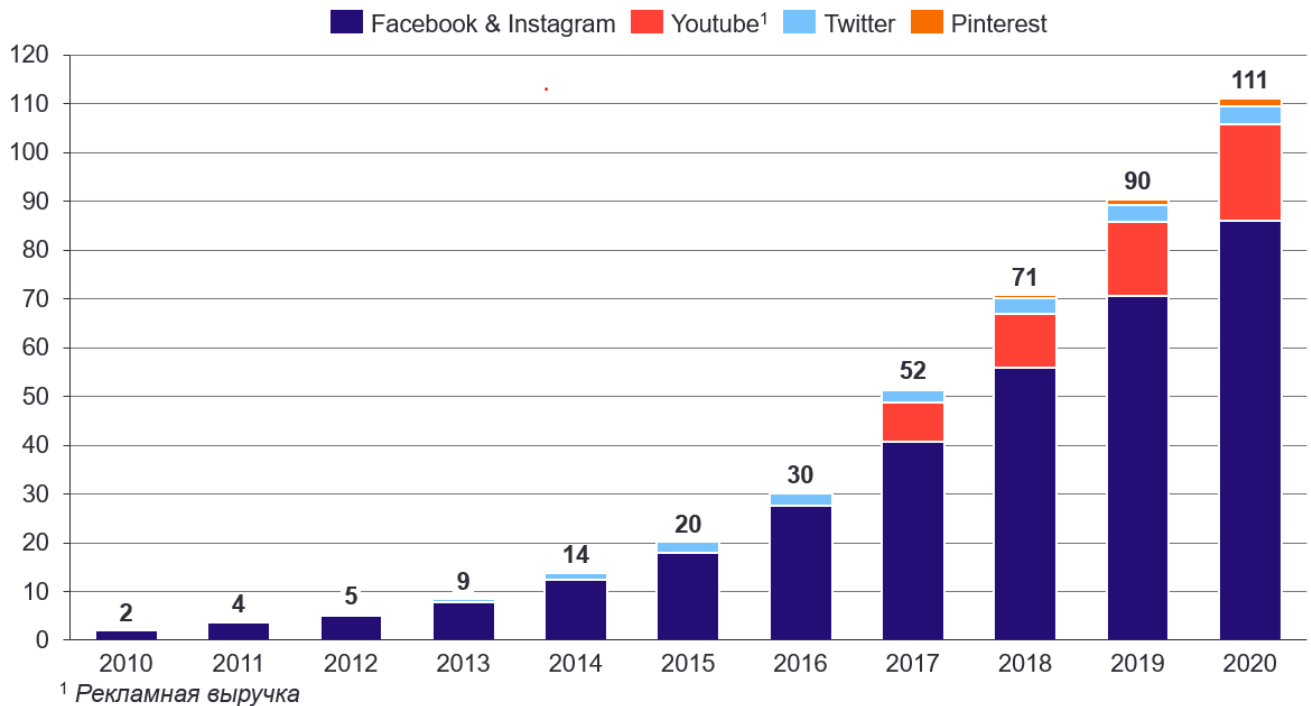
Facebook	Twitter	Pinterest	Instagram	YouTube	Tumblr
78,61%	6,21%	5,57%	3,89%	2,13%	1,94%

Составлено автором по Statcounter GlobalStats. Social Media Stats Europe. URL: <https://gs.statcounter.com/social-media-stats/all/europe>

Из всех перечисленных сервисов Tumblr не раскрывает свои финансовые показатели, в связи с чем анализ будет производиться на основе оставшихся 98% сегмента.

¹ Statcounter GlobalStats. Social Media Stats Europe. URL: <https://gs.statcounter.com/social-media-stats/all/europe>

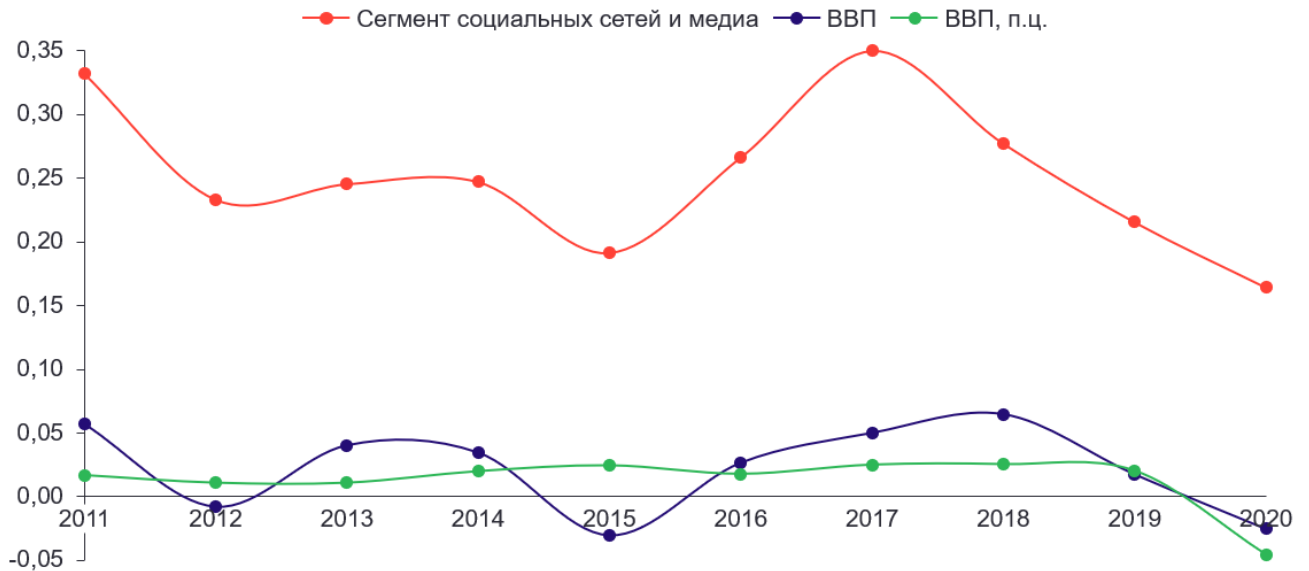
На рисунке 2.15 проиллюстрирована динамика объема выручки приведенных ранее социальных сетей и медиа сервисов, наиболее востребованных в Европе.



Составлено автором по данным Macrotrends,
 URL: <https://www.macrotrends.net/stocks/>; Statista, URL: <https://www.statista.com/statistics/>
 Рисунок 2.15 – Динамика объема сегмента социальных сетей и медиа,
 млрд \$

Известно, что компания Facebook Inc. является владельцем 100% сервиса Instagram, поэтому их показатели приводятся суммарно. Также необходимо отметить, что доля Facebook в сегменте оставалась определяющей на протяжении всего анализируемого периода, однако с 2017 г. стремительными темпами наращивает свою долю YouTube.

Далее на рисунке 2.16 приведены результаты сравнительного анализа динамики сегмента и средневзвешенных показателей ВВП США и Европы.



Составлено автором по данным Macrotrends,
 URL: <https://www.macrotrends.net/stocks/>; Statista, URL: <https://www.statista.com/statistics/>;
 Oxford Economics, URL: <https://www.oxfordeconomics.com/>

Рисунок 2.16 – Динамика объема сегмента социальных сетей и медиа, и средневзвешенных ВВП США и Европы, п.п.

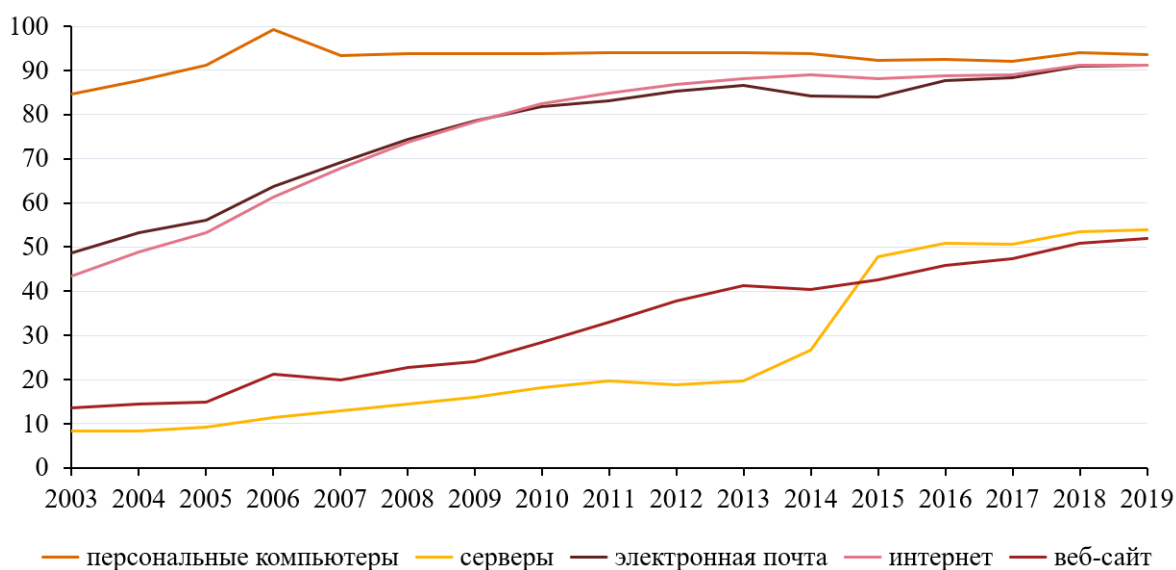
Проиллюстрированные на графике результаты означают, что сегмент социальных сетей и медиа, как и сегменты, проанализированные в предыдущих подразделах, следует динамике воспроизводственного процесса в целом и также существенно превосходит темпы его роста с разницей, достигающей семикратного объема.

2.2. Влияние цифровизации на воспроизводственный процесс в России

2.2.1. Анализ динамики российского ИКТ сектора в структуре общественного воспроизводства

В России на сегодняшний день официальной статистики по количеству или доле компаний, применяющих технологии Индустрии 4.0, не ведется, по крайней мере, в открытом доступе. Однако, допуская, что, при условном разделении технологий по уровням сложности, по мере увеличения доли использования технологий меньшей сложности в какой-то степени увеличивается и соответствующий показатель для более высокого уровня, следует детальнее проанализировать текущее ИТ-состояние российской экономики на доступных показателях. Это позволит сформировать представление о том, на каком этапе находится технологическая база для адаптации технологий «Индустрии 4.0».

На рисунке 2.17 представлены удельные доли организаций, применявших базовые цифровые информационно-коммуникационные технологии, такие как персональный компьютер, интернет или наличие веб-сайта.



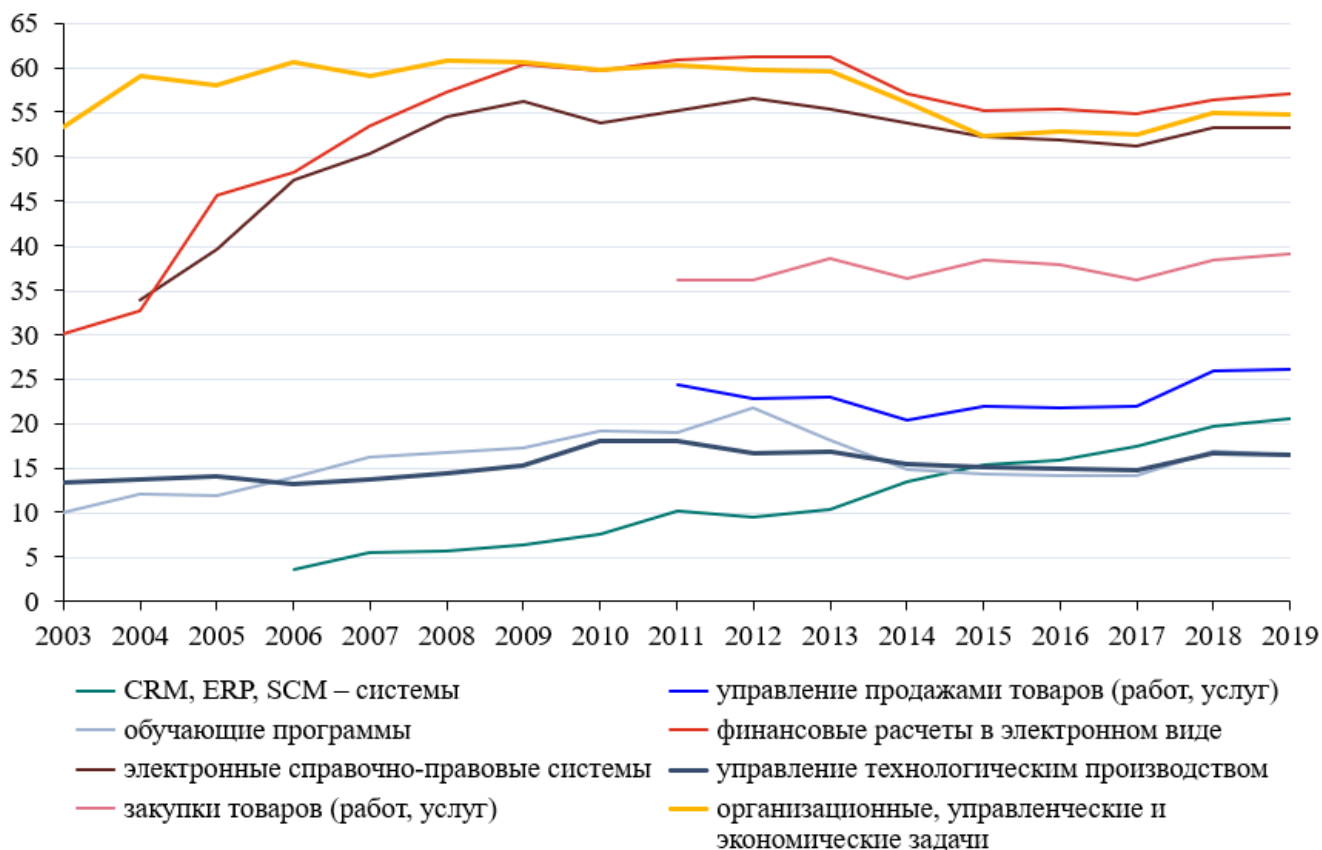
Составлено автором по данным Росстата,

URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/nPDaiWs1/it1.xls>

Рисунок 2.17. Удельные веса организаций, использовавших базовые информационно-коммуникационные технологии, %

На графике диффузия почти всех базовых технологий имеет тенденцию к росту. Доли взаимосвязанных показателей компаний, имеющих веб-сайт и использующих серверы на 2019 год, составили 51,9% и 53,8% соответственно, что находится на уровне показателей центральных европейских стран.

Далее на рисунке 2.18 представлены результаты анализа направлений использования более специализированных технологических средств, в данном случае классифицируемых как «специальные программные средства».



Составлено автором по данным Росстата,

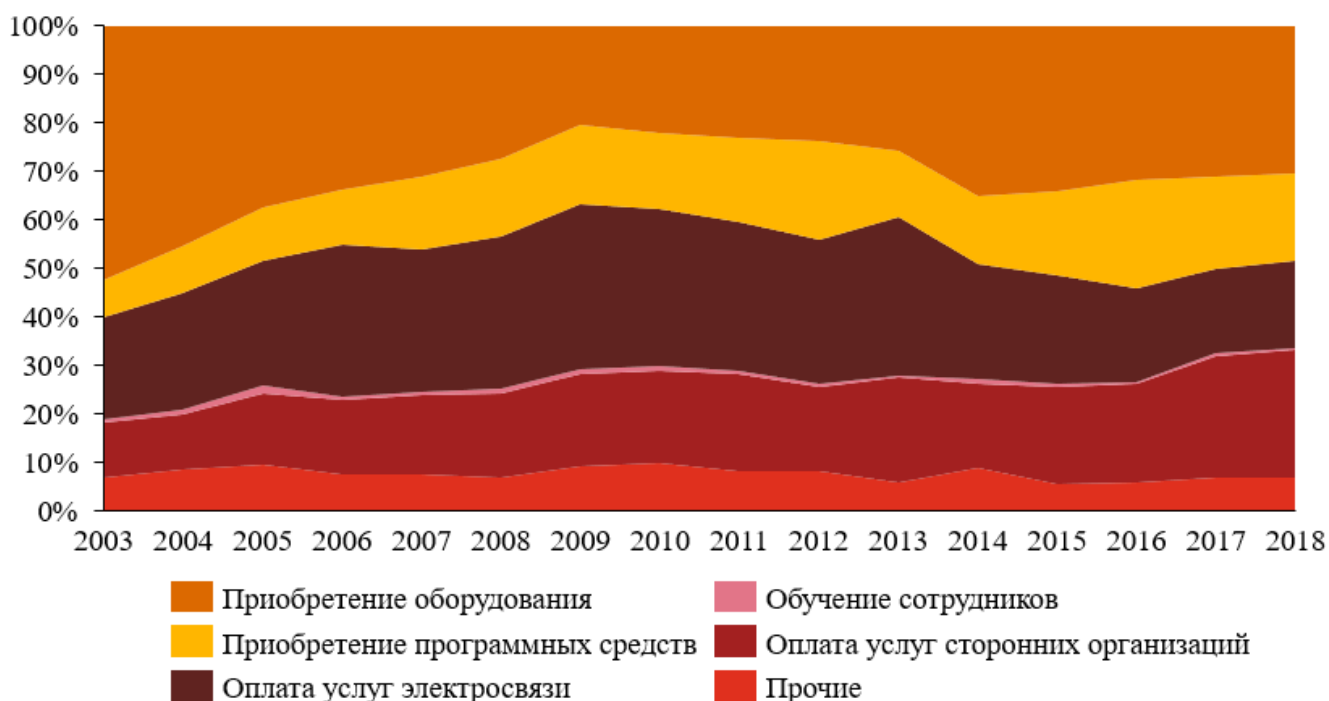
URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/nPDaiWs1/it7.xls>

Рисунок 2.18. Удельные веса организаций, использовавших специальные программные средства

Больше половины российских предприятий используют цифровые средства, позволяющие осуществлять электронные финансовые расчеты, решать операционные задачи, а также пользоваться электронными справочно-правовыми системами: данный показатель находился выше пятидесяти процентов на протяжении последних десяти лет. Однако, согласно данным Росстата, доля

каждого из этих направлений применения цифровых ИКТ в 2019 г. находилась ниже уровня 2008 г., причем падение началось ещё в 2014 г., что вероятно является следствием внешней политики России 2014–2015 гг. и последующего кризиса. В данный момент все представленные направления использования цифровых информационно-коммуникационных технологий находятся в фазе роста, начавшегося в 2018 г.

На рисунке 2.19 представлен анализ удельных расходов российских компаний, связанных с информационно-коммуникационными технологиями. Наиболее затратные доли на приобретение техники, оборудования и программных средств в сумме составляют половину всех расходов российских компаний на цифровые ИКТ.



Составлено автором по данным Росстата,

URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/nPDaiWs1/it8.xls>

Рисунок 2.19. Распределение затрат организаций на ИКТ по видам (%)

В это же время, расходы на обучение сотрудников редко превышали 1% в течение последних пятнадцати лет. Это можно понимать двояко: с одной стороны низкий уровень затрат на обучение может стать долгосрочной преградой при внедрении наиболее передовых технологий в будущем, а с другой – увеличение в

доле затрат на услуги сторонних организаций на протяжении пяти лет до 26,6% в 2018 г. может говорить о том, что российские предприятия в большей степени предрасположены к аутсорсингу или гиг-экономике, т.е. к переносу затрат на высококвалифицированный труд вовне¹.

В общих чертах специалисты компании McKinsey, оценивают потенциальный экономический эффект для экономики России за счет цифровизации в 19–34% увеличения ВВП, достигаемый посредством оптимизации определенных областей производственного процесса (рисунок 2.20).



Источник: McKinsey&Company, «Цифровая Россия: новая реальность», 2017

Рисунок 2.20 – Источники прироста ВВП России к 2025 году за счет цифровизации

¹ Нуреев Р.М., Карапаев О.В. Россия: особенности развития цифровых технологий в начале XXI века. Вторая международная конференция «Управление бизнесом в цифровой экономике»: сборник тезисов, 21–22 марта 2019 года, СПб / Под общей ред. д. э. н., профессора Аренкова И. А. и к. э. н., доцента Ценжарик М. К. — СПб.: ИПЦ СПбГУПТД, 2019

Больше половины закладываемого эффекта предполагается достичь за счет повышения эффективности на рынке труда, что будет более подробно рассматриваться в следующем подразделе (2.2.2). Прочие категории отражают основные направления сложившихся практик оказания услуг консалтинговыми компаниями, связанными с достижением у производственных предприятий максимального экономического эффекта.

Так, можно сделать предварительный вывод о том, что российская экономика освоила информационно-коммуникационный фундамент в сопоставимой со странами Европы степени.

На данном этапе необходимо детальнее проанализировать структуру фаз воспроизводственного процесса России для оценки влияния цифровизации.

Для решения поставленной задачи будут использоваться данные Росстата по валовой добавленной стоимости в разрезе экономических отраслей (коды ОКВЭД2) в ценах 2016 г. за максимально доступный период 2011–2020 гг.

Далее каждая отрасль будет классифицирована в соответствии с тем, к какой из воспроизводственных фаз она относится наибольшим образом на основании расшифровки следующего уровня, представленной Росстатом. Результаты представлены в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Экономические отрасли производства ВДС в России, классифицированные по отношению к фазам воспроизводственного процесса

Раздел	Экономическая отрасль	Фаза
1	2	3
Раздел А	Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	Производство
Раздел В	Добыча полезных ископаемых	Производство
Раздел С	Обрабатывающие производства	Производство
Раздел D	Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	Производство

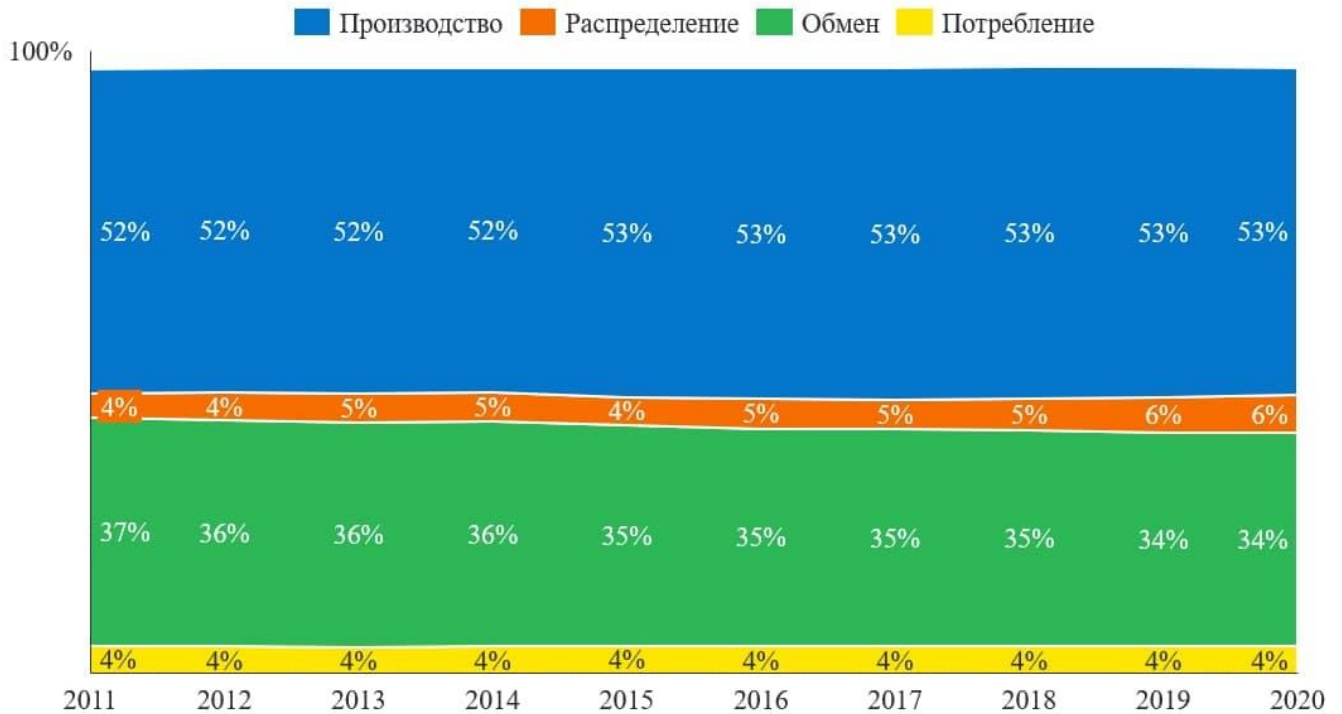
1	2	3
Раздел E	Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	Производство
Раздел F	Строительство	Производство
Раздел G	Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов	Обмен
Раздел H	Транспортировка и хранение	Обмен
Раздел I	Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания	Производство
Раздел J	Деятельность в области информации и связи	Производство
Раздел K	Деятельность финансовая и страховая	Распределение
Раздел L	Деятельность по операциям с недвижимым имуществом	Обмен
Раздел M	Деятельность профессиональная, научная и техническая	Производство
Раздел N	Деятельность административная и сопутствующие дополнительные услуги	Производство
Раздел Q	Деятельность в области здравоохранения и социальных услуг	Потребление
Раздел R	Деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений	Потребление
Раздел S	Предоставление прочих видов услуг	Производство
Раздел T	Деятельность домашних хозяйств как работодателей; недифференцированная деятельность частных домашних хозяйств по производству товаров и оказанию услуг для собственного потребления	Производство

Составлено автором по данным Росстата,

URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VDS_god_OKVED2_s2011.xls

Далее произведенная ВДС экономических отраслей, относящихся к каждой из фаз, суммируется и определяется ее удельный вес.

Так, визуализированная динамика структуры воспроизводственного процесса представлена на рисунке 2.21.

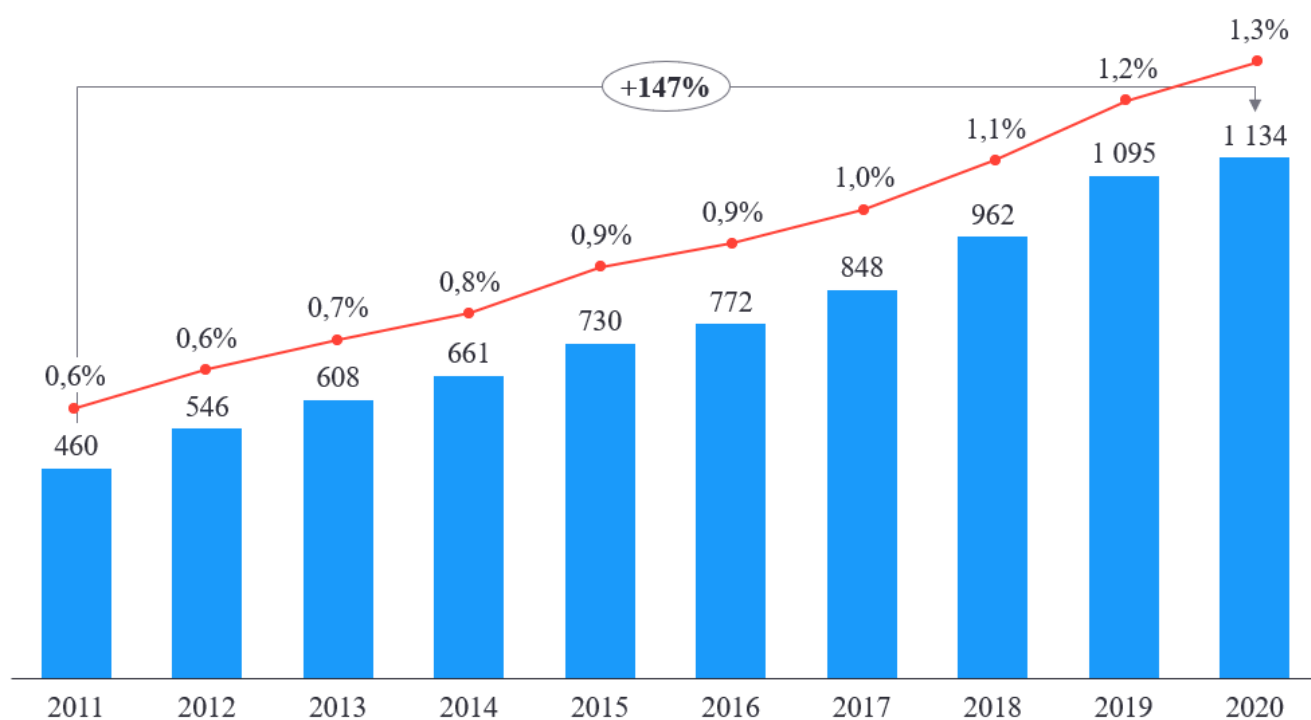


Составлено автором по данным Росстата,
 URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VDS_god_OKVED2_s2011.xls
 Рисунок 2.21 – Динамика структуры общественного воспроизводства в России

На приведенном рисунке продемонстрированы результаты расчета удельных весов производства ВДС экономических отраслей России, просуммированных по их отношению к воспроизводственным фазам. Структура воспроизводственного процесса в данном отражении в России имеет достаточно постоянный характер: в отношении долей производства и распределения на протяжении последних десяти лет наблюдался несущественный рост, доля фазы обмена снизилась на ~3%, в то время, как фаза потребления находилась примерно на одном уровне. При этом рост фазы распределения в основном произошел благодаря увеличившейся за рассматриваемый период на ~75% (с 2578 до 4487 млрд руб.) доли финансовой и страховой деятельности, что подтверждается лидирующими позициями России в

области цифрового банкинга в мире: по состоянию на 2020 г. российские банки находились в топ-10 мирового рейтинга¹.

Следующим шагом будет исследована динамика ИКТ сектора в абсолютных и относительных значениях. Для анализа будет использоваться показатель «Разработка компьютерного программного обеспечения, консультационные услуги в данной области и другие сопутствующие услуги; деятельность в области информационных технологий», относящийся к Разделу J «Деятельность в области информации и связи». Результаты представлены на рисунке 2.22.



Составлено автором по данным Росстата,
 URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VDS_god_OKVED2_s2011.xls
 Рисунок 2.22 – Динамика объема ИКТ сектора в России (млрд руб.) и его удельного веса в ВВП

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что российский ИКТ сектор имеет достаточно высокие темпы роста: за рассматриваемый период его объем вырос почти в 2,5 раза как в абсолютных, так и в относительных значениях. Однако

¹ Deloitte. Уровень цифровой зрелости банков. 2020

даже на конец периода его удельный вес находился в пределах полутора процентов от общего объема экономики, чего очевидно на данный момент недостаточно для оказания значительного влияния на экономическую структуру в целом.

В следующем подразделе будут детальнее проанализированы государственные меры, изложенные в основном официальном документе развития цифровизации «Цифровая экономика Российской Федерации» и направленные на регулирование данной сферы.

2.2.2. Цифровая экономика Российской Федерации

Технологические предпосылки для становления цифровизации в сегодняшней России возникли в середине XX в. на фоне глобального соперничества СССР и США. Основным стимулом послужила холодная война, оказавшая существенное влияние на величину государственного спроса на технологические инновации в сфере безопасности, в которой значительная роль отведена коммуникациям¹. Результатом данного противостояния стало глобальное распространение интернета, основанного на разработках американских ученых. Советские проекты, такие как ОГАС (Общегосударственная автоматизированная система учёта и обработки информации), разрабатываемый учеными-кибернетиками А.И. Китовым и В.М. Глушковым с 1950-х гг. или предшествующий ему АСПР (Автоматизированная система плановых расчётов) были сопоставимы по техническим предпосылкам^{2,3}, однако, в отличие от американских разработок, представляли собой иерархические системы, в которых каждый элемент или уровень контролировался вышестоящим, что прямо противоречит основополагающему принципу современного интернета – децентрализации, при которой большинство элементов равноправны.

¹ Кастельс М. (2004) Галактика Интернет. Екатеринбург У-Фактория при участии Изд-ва Гуманитарного университета

² Китов А.И. Электронные цифровые машины. М.: Советское радио, 1956.

³ Глушков В.М. Основы безбумажной информатики. Изд. 2-е, испр. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987.

Также, известно о разработках советских ученых ЦЭМИ РАН середины 1960-х годов, в частности, о проекте СОФЭ (Система оптимального функционирования экономики), суть которого заключалась в электронно-математическом планировании и учете экономических показателей и последующем расчете их оптимальных значений. Данная идея среди прочих была представлена во время Экономической реформы 1965 года в СССР (Косыгинская реформа), однако в итоге была отвергнута.

В результате, ни ОГАС, ни СОФЭ на практике реализованы не были. Исследователи данных вопросов связывают это с бюрократией, конфликтом интересов со стороны принимавших необходимые решения чиновников и прочими институциональными причинами^{1,2}. Помимо этого, и инновационная активность в СССР была существенно ниже, чем в США³.

Поэтому, несмотря на наличие существенных технологических предпосылок, развитие цифровой экономики в России 2000–2010-х гг. в основном происходило на основе импорта западных цифровых информационно-коммуникационных технологий. В ситуации, когда показатели России на фоне государств-лидеров оставались невысокими, предполагалось, что для страны становится возможным использовать зарубежный опыт с преимуществами «догоняющего развития». Речь идет о том, что «догоняющая» страна, повторяющая путь страны-лидера, получает возможность импортировать сразу наиболее продвинутые технологии, резко сокращая отставание. Здесь, однако, существует проблема, связанная с тем, что внедрение технологий носит комплексно-иерархический характер, когда трудно или невозможно сразу внедрить передовой продукт в систему, в которой для этого не сформированы соответствующие условия. Так, к примеру, значительно проще

¹ Павлов В. Поражение. Почему захлебнулась косыгинская реформа. // Родина. — 1995. — № 11. — С. 68—70.

² Peters, V. (2016). *How Not To Network a Nation*, MIT Press

³ Маевский В.И., Малков С.Ю., Рубинштейн А.А. Переключающийся режим воспроизводства: расчеты по США и СССР // Гетеродоксия versus экономический редукционизм: микро-, мезо-, макро-. Сборник трудов / Отв. ред. С.Г. Кирдина-Чэндлер, В.И. Маевский. – М.: ИЭ РАН. 2018. – 291 с.

внедрить информационную технологию в производство, в котором уже используются подходящие операционные системы, а персонал умеет с ними работать.

Деятельность по формированию условий для цифровизации экономики в России на сегодняшний день осуществляется в соответствии с положениями Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Опубликованная Правительством в июле 2017 года Программа фактически является продолжением ранее принятых документов. Так, в 2000 г. Россия в числе стран «Большой восьмерки» подписала «Окинавскую хартию Глобального информационного общества», согласно которой информационно-коммуникационные технологии «являются одним из наиболее важных факторов, влияющих на формирование общества двадцать первого века», а также «быстро становятся жизненно важным стимулом развития мировой экономики»¹. Однако необходимость во взаимосвязи между ИКТ и инновационными процессами и их характерными чертами нашла формальное отражение только в 2005 г.² вместе с принятием концептуального документа «Основные направления политики Российской Федерации в области развития инновационной системы на период до 2010 года»³. Примерно в то же время были приняты «Концепция развития рынка телекоммуникационных услуг Российской Федерации на 2001–2010 годы» и «Концепция развития рынка телекоммуникационного оборудования Российской Федерации на 2002–2010 годы»⁴. Их фактическим продолжением стали

¹ Окинавская хартия глобального информационного общества URL: <http://www.kremlin.ru/supplement/3170> (дата обращения: 03.04.2020)

² Самоволева, С.А. Институциональные факторы и риски инновационной деятельности предприятий : специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» : диссертация на соискание учёной степени кандидата экономических наук / Самоволева Светлана Александровна ; Центральный экономико-математический институт РАН. – Москва, 2009. – 184 с. – Библиогр.: с.169-184

³ Основные направления политики Российской Федерации в области развития инновационной системы на период до 2010 года" (утв. Правительством РФ 05.08.2005 N 2473п-П7)

⁴ Решение Государственной комиссии по электросвязи Министерства связи Российской Федерации от 26 декабря 2001 года N 35 «О «Концепции развития рынка телекоммуникационного оборудования Российской Федерации на 2002–2010 годы»

Федеральная целевая программа «Электронная Россия» (2002–2010 гг.)¹, программа «Информационное общество (2011–2020 годы)»² и принятый в 2017 г. в программе с одноименным названием национальный проект «Цифровая экономика Российской Федерации»³. Лейтмотивом в перечисленных документах является обеспечение России достойного уровня развития современных информационно-коммуникационных технологий. Их современный перечень, приводившийся в подразделе 1.1.3 включает в себя:

- большие данные;
- нейротехнологии и искусственный интеллект;
- системы распределенного реестра;
- квантовые технологии;
- новые производственные технологии;
- промышленный интернет;
- компоненты робототехники и сенсорики;
- технологии беспроводной связи;
- технологии виртуальной и дополненной реальностей.

Стоит отметить, что в данный список вошли самые передовые технологии «Индустрии 4.0», используемые на сегодняшний день относительно редко. Для стимулирования их диффузии в Программе также сформулировали необходимые для решения задачи:

- создание системы правового регулирования цифровой экономики, основанного на гибком подходе в каждой сфере, а также внедрение гражданского оборота на базе цифровых технологий;

¹ Распоряжение Правительства РФ от 12.02.2001 N 207-р «О разработке проекта федеральной целевой программы «Электронная Россия на 2002–2010 годы»

² Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 N 313 (ред. от 21.08.2020) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Информационное общество»

³ Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. N 1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации»

- использование преимущественно отечественного программного обеспечения государственными органами, органами местного самоуправления и организациями;
- создание сквозных цифровых технологий преимущественно на основе отечественных разработок;
- внедрение цифровых технологий и платформенных решений в сферах государственного управления и оказания государственных услуг, в том числе в интересах населения и субъектов малого и среднего предпринимательства, включая индивидуальных предпринимателей;
- создание комплексной системы финансирования проектов по разработке и (или) внедрению цифровых технологий и платформенных решений, включающей в себя венчурное финансирование и иные институты развития.

На сегодняшний день реализация данных целей представляется труднодостижимой, так как Россия отстает по внедрению цифровых информационно-коммуникационных технологий «среднего уровня» сложности. В частности, применение бизнесом «специальных программных средств», таких как CRM, ERP и SCM – по данным Росстата (2019) находилось на уровне 20,5% от общего числа исследованных бизнес-организаций¹. Это приблизительно в полтора раза ниже аналогичного показателя, рассчитываемого для европейских стран (36% ERP и 30% CRM)².

Помимо этого, в России определяющую долю в финансировании исследований и разработок – фундаментальных процессов инновационной

¹ Росстат. Удельный вес организаций, использовавших специальные программные средства. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/fWjw8N5f/it7.xls>

² Eurostat, Digital economy and society Comprehensive database. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society/data/comprehensive-database>

деятельности – занимает государство (61%), тогда как на бизнес приходится всего 29% (65% в США, 68% в Германии, 69% в Китае)¹.

Ближайший ожидаемый рывок в информационно-коммуникационном развитии российской экономики должен произойти за счет внедрения нового поколения оборудования передачи информации – 5G сетей («технологии беспроводной связи» в Программе).

Количественные характеристики связи нового поколения 5G приведены в таблице 2.13 в сравнении с характеристиками текущей связи 4G.

Таблица 2.13 – Сравнение основных характеристик 4G и 5G

Показатель	4G	5G
Задержки реагирования	10 мс	<1 мс
Объемы обрабатываемой информации	7,2 Эб/мес.	50 Эб/мес.
Пиковые скорости	1 Гб/с	20 Гб/с
Доступный спектр радиочастот	3 ГГц	30 ГГц
Возможная плотность подключенных устройств	100 тыс./км ²	1 млн/км ²

Составлено автором по 5G RF, 2nd Qorvo Special Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2020

Сегодня в большинстве стран мира передача данных осуществляется на стандартах четвертого поколения (4G) и 4G Advanced и LTE, что, в целом, удовлетворяет ежедневные запросы пользователей, и требования для функционирования таких цифровых технологий, как ERP, CRM и подобных, являющихся, по существу, примерами оцифровки и интегрирования аналоговых бизнес-процессов. Но данные стандарты все ещё недостаточны для функционирования наиболее передовых технологий, к которым относят, например, удаленное управление производственным оборудованием, дистанционные медицинские услуги (от диагностики до хирургии) и автоматизированные транспортные системы². Данные технологии характеризуются работой в режиме

¹ Иванова Н. Инновационная политика: теория и практика . Мировая экономика и международные отношения, 2016, т. 60, № 1, сс. 5-16

² Обзор исследования «5G в России Перспективы, подходы к развитию стандарта и сетей», PwC, 2018

реального времени, в связи с чем предъявляют ряд требований к свойствам используемой инфраструктуры: оборудованию и программному обеспечению. В частности, они требуют максимально высокого уровня надежности функционирования системы, минимальных задержек и более высоких скоростей передачи данных. Сектор радиокommunikаций Международного союза электросвязи (МСЭ-Р) относит данные категории ко второму и третьему сценариям использования сетей 5G:

Таблица 2.14 – Сценарии использования 5G сетей МСЭ-Р

№	Обозначение	Наименование сценария	Описание
1	eMBB	Усовершенствованная подвижная широкополосная связь	Улучшенное качество связи в помещениях и вне помещений, дополненная и виртуальная реальности
2	mMTC	Интенсивный межмашинный обмен	Интернет вещей, мониторинг состояния производственных активов, «умные» дома и города
3	URLLC	Сверхнадежная передача данных с малой задержкой	Беспилотные автомобили, телемедицина, производственная автоматизация

Составлено автором по Подготовке к внедрению 5G: возможности и проблемы. Международный союз электросвязи. 2018

Согласно авторам, диффузия данных технологий окажет значительное влияние на экономическую деятельность, так как позволит автоматизировать некоторые функции, ранее осуществлявшиеся человеком, создаст возможности для предоставления более качественных услуг на отдаленных от их провайдера территориях, а также предоставит новые инструменты для оперативного мониторинга и контроля бизнес-деятельности и пр. К примеру, активно осуществляется разработка беспилотных автомобилей, тогда как в России профессия водителя является самой популярной и на 2017 г. составляла 7% от всего рынка труда¹. Однако развитие по этому пути находится в конфликте с интересами национальной безопасности: как физической (использование необходимых частот

¹ Профессии на российском рынке труда: аналит. докл. НИУ ВШЭ / отв. ред. Н. Т. Вишневская ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2017.

Минобороны), так и экономической (стремление к использованию отечественного оборудования).

На протяжении нескольких лет в России идет дискуссия между представителями телекоммуникационных операторов и органами государственной власти, в частности, Министерством обороны, об использовании необходимых для функционирования сетей 5G диапазонов радиочастот. Передача осуществляется посредством отправки и приема радиоволн, имеющих частоты до 3 ТГц электромагнитного спектра¹. Проблема заключается в том, что международный диапазон, на котором планируется функционирование 5G сетей в большинстве стран, в России уже используется Министерством обороны и ГК «Роскосмос»². На сегодняшний день, согласно примечаниям №240 и №241 Постановления Правительства РФ от 18 сентября 2019 г. «Об утверждении Таблицы распределения полос радиочастот между радиослужбами Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых постановлений Правительства Российской Федерации» данный диапазон предназначен для пользования «станциями службы космической эксплуатации для целей управления космическими аппаратами»³, а также магистральными радиорелейными станциями. Стоимость расчистки искомых диапазонов для их последующего использования телекомами замминистра Минкомсвязи оценил в миллиарды долларов⁴. В этом случае, определенная величина издержек, вероятно, ляжет на телекоммуникационных операторов, что окажет влияние на рентабельность развертывания 5G сетей и сроки их окупаемости.

¹ Altgelt, CA (2005). "The World's Largest "Radio" Station" (PDF). hep.wisc.edu. High Energy Physics @ UW Madison. Retrieved 9 Jan 2019.

² Ведомости, Совет безопасности снова отказался отдавать операторам частоты для 5G. URL: <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2020/05/14/830255-sovet-bezopasnosti-snova-otkazalsya-otdavati-operatoram-5g>

³ Гарант. Постановление Правительства РФ от 18 сентября 2019 г. № 1203-47 «Об утверждении Таблицы распределения полос радиочастот между радиослужбами Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых постановлений Правительства Российской Федерации». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72667122/>

⁴ Ведомости. Минкомсвязи рассчитывает провести первые частотные аукционы для 5G до конца года. URL: <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2019/08/23/809512-minkomsvyazi>

Следующим широко обсуждаемым препятствием является стремление Правительства обеспечить работу сетей последнего поколения оборудованием отечественного производства. Так в нацпроекте «Цифровая экономика», в подпроекте – федеральном проекте «Информационная инфраструктура», три из четырех основных мероприятий подразумевают развитие отечественных разработок¹. В это же время, текущее положение в области патентования технологий, относящихся к 5G сетям, представлено в таблице 2.15. В представленной таблице перечислены десять компаний, лидирующих в патентовании 5G технологий по состоянию на ноябрь 2019 года.

Таблица 2.15 – Топ-10 компаний в мире по количеству заявленных, поданных и полученных патентов в сфере 5G

№	Наименование компании	Страна	Заявленные патенты в области 5G	Заявки на патент, поданные по крайней мере в один из офисов ²	Патенты, полученные по крайней мере в одном из офисов*
1	Huawei Technologies	Китай	3 325	2 379	1 337
2	Samsung Electronic	Южная Корея	2 846	2 542	1 746
3	LG Electronics	Южная Корея	2 463	2 296	1 548
4	Nokia	Финляндия	2 308	2 098	1 683
5	ZTE Corporation	Китай	2 204	1 654	596
6	Ericsson	Швеция	1 423	1 295	765
7	QUALCOMM	США	133	1 121	866
8	Intel Corporation	США	934	885	171
9	Sharp Corporation	Япония	808	677	444
10	NTT Docomo	Япония	754	646	351

Составлено автором по Who is leading the 5G patent race? A patent landscape analysis on declared 5G patents and 5G standards contributions. IPlytics, November 2019

Полный список лидеров в опубликованном докладе состоял из тридцати двух компаний, последней из которых была китайская Spreadtrum Communications с одиннадцатью заявленными патентами и шестью полученными. Российские

¹ Паспорт национальной программы "Цифровая экономика Российской Федерации" (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 N 16). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319432/

² Европейское патентное ведомство, Ведомство по патентам и товарным знакам США, заявки РСТ

компании в данный список не вошли. Сотрудники одного из телекоммуникационных операторов (ПАО «Вымпелком») допускали возможность появления конкурентноспособного отечественного оборудования к 2024 году¹, однако к концу того же года истечет и срок реализации всех нацпроектов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что экономика России с 2018 г. находится в относительно активной стадии своего информационно-коммуникационного развития. Освоение фундаментальных цифровых технологий в России имеет восходящий тренд, на данном этапе происходит адаптация информационных сетей и технологий «среднего уровня», темпы которой по отдельным показателям существенно отстают от значений развитых европейских стран.

Процесс внедрения передовых цифровых технологий «Индустрии 4.0», обозначенных в Программе на сегодняшний день находится на начальном этапе. Достижению целей данной Программы в указанные сроки в некоторой степени препятствуют условия, сформированные траекторией технологического развития России («path dependence»), а также протекционистский характер планов по осуществлению отдельных проектов.

¹ Коммерсант. По 5G приняли нестандартное решение. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4380525>

Выводы

Вторая глава была посвящена анализу влияния цифровизации на структуру общественного воспроизводства.

Первый подраздел был структурирован по фазам воспроизводственного процесса: производства, распределения, обмена и потребления. В соответствии с марксистским пониманием производство едино в каждой из своих стадий.

По результатам исследования диффузии цифровых технологий в европейском регионе было установлено, что относительные показатели выше в северо-западных европейских странах – там же, где выше показатели телекоммуникационного развития, в то время как темпы распространения данных технологий выше на юго-востоке. Телекоммуникационное развитие в Европе имеет градиентную природу: чем северо-западнее расположена страна, тем выше ее соответствующие показатели.

До начала анализа каждой фазы воспроизводственного процесса было установлено, что ядро экономики в европейском регионе смещается в сторону производства нематериальных информационных благ.

В отношении фазы производства было продемонстрировано, что рост общего сектора информационно-коммуникационных технологий в среднем в полтора раза превышает рост экономики в целом, что свидетельствует об увеличении его значения в общей структуре воспроизводственного процесса.

Фаза распределения была исследована по двум направлениям: распределение доходов (роялти) и распределение положений в производственном процессе (наемный труд). В отношении распределения доходов продемонстрировано, что в целом, динамика доходов от информационного фактора цифрового производства сегмента ИТ соответствует динамике рынка, однако в периоды роста разница может достигать двойного объема в пользу сегмента ИТ, а в периоды спада общие показатели экономики в большинстве случаев страдают гораздо сильнее.

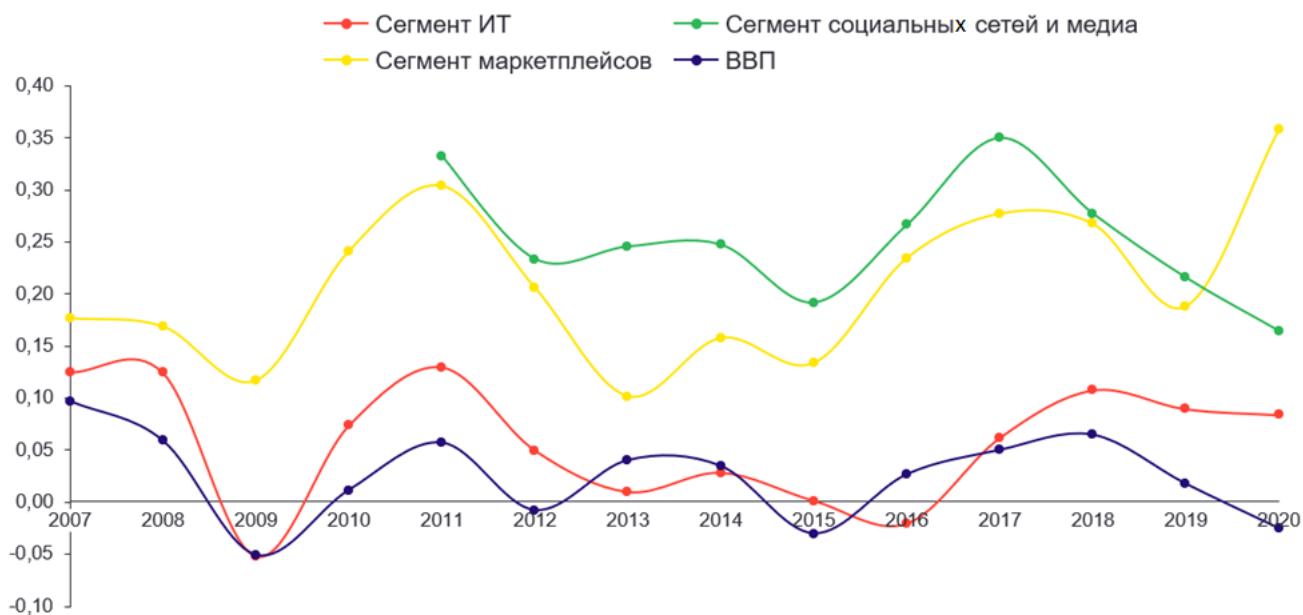
В отношении распределения положений в производственном процессе установлено, что с развитием цифровизации и последующим снижением стоимости транзакций до минимального уровня увеличивается число способных к участию в трудовой деятельности: возникают дистанционные возможности работы для тех, кому её традиционная форма была недоступна. Данная ситуация влечет за собой возникновение дополнительных преимуществ, присущих кооперативной деятельности (эмерджентность или синергетический эффект).

Фаза обмена также была исследована по двум направлениям: обмен посредством цифровых маркетплейсов и обмен посредством криптовалют. Установлено, что динамика сегмента маркетплейсов также следует тенденциям динамики экономической ситуации в целом, однако на протяжении всего анализируемого периода разница между темпами роста кратно (до 6 раз) отличалась в пользу цифровых маркетплейсов. Дополнительно необходимо отметить, что в 2020 г., когда в мире произошел значительный спад в экономической деятельности, связанный с пандемией, в сегменте маркетплейсов произошел рекордный рост – примерно на 35%.

В отношении сегмента криптовалют продемонстрировано, что динамика капитализации Bitcoin на данный момент имеет высоковолатильный характер, что не позволяет однозначно трактовать его значение для воспроизводственного процесса. Однако, с момента возникновения капитализация данной криптовалюты выросла в десятки раз и достигла значения в более, чем 200 трлн долларов, что свидетельствует о значительном интересе к данному феномену.

Влияние на фазу потребления исследовалось посредством анализа динамики сегмента социальных сетей и медиа. Установлено, что сегмент социальных сетей и медиа, как и цифровые сегменты прочих фаз, следует динамике воспроизводственного процесса в целом и так же существенно превосходит темпы его роста, с разницей, достигающей семикратного объема.

Показатели динамики всех исследованных цифровых сегментов (за исключением производства в связи с частично отличающейся методологией) изображены на рисунке 2.23.



Составлено автором по данным Macrotrends,
 URL: <https://www.macrotrends.net/stocks/>; Statista, URL: <https://www.statista.com/statistics/>;
 Oxford Economics, URL: <https://www.oxfordeconomics.com/>

Рисунок 2.23 – Динамика объемов исследованных цифровых сегментов фаз распределения (ИТ), обмена (маркетплейсы) и потребления (соцсети и медиа), п.п.

На основе полученных результатов можно сделать общий вывод о том, что динамика цифровых сегментов каждой из фаз имеет значительно более высокие темпы роста, чем экономический процесс в целом. Это свидетельствует о том, что в общей структуре экономики повышается удельный вес и роль цифровых технологий на всех этапах воспроизводственного процесса.

Наиболее высокие темпы роста демонстрирует цифровой сегмент фазы потребления – социальные сети и медиа, за ним следует сегмент фазы обмена, роль которого беспрецедентно возросла в условиях мировых ограничений 2020 года. Динамика сегмента фазы распределения наиболее соответствует динамике экономики в целом, однако также демонстрирует более высокие темпы роста.

Во втором подразделе проводились сравнительные исследования показателей диффузии цифровых информационно-коммуникационных технологий и государственной программы развития цифровизации в России.

Структура общественного воспроизводства в России на протяжении анализируемого периода 2011–2020 гг. оставалась примерно на одном уровне: 52–53% в фазе производства, 4–6% – в фазе распределения, 37–34% – в фазе обмена и ~4% в фазе потребления. Помимо этого, финансовый и ИКТ сектор росли значительными темпами: ~75% и 147% соответственно, в то время как удельный вес ИКТ оставался на незначительном уровне в пределах 1,5% ВДС.

В России достижению целей национальной программы развития цифровизации в указанные сроки в определенной степени препятствует протекционистский характер заявленных мер реализации некоторых проектов, что, по всей видимости, направлено на достижение долгосрочных результатов. Помимо этого, развертывание одной из наиболее передовых цифровых технологий – телекоммуникаций пятого поколения сталкивается с конфликтом национальных интересов, связанных с предшествующей траекторией российского развития: международный радиоспектр для функционирования 5G сетей в России уже используется другими ведомствами, в частности Министерством обороны и ГК Роскосмос.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование было посвящено влиянию цифровизации на процесс общественного воспроизводства.

Цифровизация представляет собой процесс распространения (диффузии) цифровых информационно-коммуникационных технологий. Масштабы данного явления оцениваются в качестве сопоставимых с промышленными революциями, результатом которых исторически становилось кратное увеличение производительной силы труда. В текущих условиях, основной оказываемый цифровизацией эффект достигается посредством снижения трудоемкости операций взаимодействия человека и информации, что ведет к существенному снижению как трансформационных, так и транзакционных издержек: в некоторых случаях практически до нуля.

Реализация информационных благ, равно как и использование информационного фактора (информационных ресурсов) в производстве осуществляется на одной или нескольких стадиях, к основному перечню которых относятся сбор, передача, хранение и обработка. Благодаря цифровизации существенно увеличиваются количественные параметры эффективности процессов на каждой из данных стадий; в некоторых случаях у информационных процессов снимаются принципиальные ограничения. В данном контексте диффузия современных цифровых информационно-коммуникационных технологий определенно представляет собой информационную революцию. Это создает необходимые предпосылки для производства революции и в индустриальном секторе. Преобразования в реализации информационного фактора производства оказывают существенное влияние на трудовой фактор, который во многом определяет дальнейшую траекторию экономического развития. Однако, исторически с момента возникновения новых информационных или

коммуникационных технологий до их повсеместного применения экономическими агентами должно было пройти определенное количество времени, иногда довольно значительное.

Глобально, для бизнеса в современных условиях существует два основных стимула цифрового технологического развития: с одной стороны – осознание потенциальных выгод, в итоге сводящихся к увеличению выручки и/или сокращению издержек, а с другой – опасения стать жертвой созидательного разрушения Й.А. Шумпетера, в качестве классического примера которого приводят судьбу компании Kodak. Стремление к улучшению экономических показателей и сохранению бизнеса является закономерной основой предпринимательства и в то же время представляет собой часть институциональной составляющей экономической деятельности. Неэкстенсивная величина экономического роста, приходящаяся на остаток Солоу¹, таким образом будет обуславливаться нахождением между двух стимулирующих или препятствующих сил: институциональным характером производственных отношений и технологическим прогрессом. Технологическое развитие, в свою очередь, происходит параллельно с развитием общественных институтов: как формальных, так и неформальных. Если проблема с формальными институтами может решиться в обозримые сроки законодательными способами, то в случае с неформальными дело обстоит значительно сложнее. Здесь необходимы предшествующие инвестиции в человеческий капитал, иначе импорт наиболее передовых технологий развитых стран на неподготовленную институциональную базу в «догоняющих» странах будет сравнительно малоэффективным. В этой связи в России необходимо в первую очередь обратить внимание на институциональные аспекты стимулирования технологического развития.

Так, цифровизацию экономики можно представить как современный этап в

¹ Solow, 1956. "A Contribution to the Theory of Economic Growth," The Quarterly Journal of Economics, Oxford University Press, vol. 70(1), p. 65-94.

развитии взаимодействия человека и информации, которому предшествовали такие исторические явления как изобретение письменности, книгопечатание и последовательное изобретение телеграфа, телефона и радио. Внутри самой цифровизации также можно выделить подэтапы на основе соответствующих средств работы с информацией, к которым относится распространение: I) микропроцессоров и компьютеров, II) интернета, III) смартфонов и мобильных устройств и IV) технологического «стека» или уклада, включающего технологии распределенных реестров (блокчейн), новое поколение телекоммуникационной передачи данных (5G сети), киберфизические системы (IoT), технологии работы с большими данными (big data) и технологии с элементами искусственного интеллекта (AI).

Одной из отличительных особенностей цифровизации в данном контексте является значительное сокращение временного лага, достигаемое за счет развития телекоммуникационных технологий. В современных условиях коммерческие компании имеют доступ к информации о лучших производственных практиках в своих отраслях вне зависимости от того, в какой точке мира они осуществляются. К уникальным характеристикам текущей революции можно отнести: 1) скорость адаптации, проявление которой заключается в том факте, что время с разработки работающей технологии до ее массовой адаптации в современных условиях существенно снизилось благодаря возможностям, предоставляемым интернетом; 2) беспрецедентность масштаба – многие из современных цифровых технологий обладают значительным потенциалом, в то время как их возможный синергетический эффект беспрецедентен и 3) интенсивность кооперации разработки – ключевые изобретения предыдущих промышленных революций разрабатывались в условиях ограничений, присущих аналоговым средствам коммуникаций, в то время как над современными ИКТ трудятся тысячи ученых по всему миру, имеющих практически мгновенный доступ к результатам работы

коллеги и друг к другу.

Экономический эффект от влияния цифровизации на структуру воспроизводственного процесса исследовался посредством анализа мезоэкономических цифровых сегментов по каждой из фаз: производства, распределения, обмена и потребления.

Степень влияния цифровизации в работе была проанализирована на примере европейских государств. В отношении Европы в целом было установлено, что ядро современной экономики смещается в сторону нематериальных информационных благ. Показатели диффузии цифровых технологий и телекоммуникационного развития выше в северо-западных европейских странах – там же, где выше уровень производительности труда в час, в то время как темпы распространения данных технологий, как и темпы роста производительности труда выше на юго-востоке.

В отношении фазы производства было продемонстрировано, что рост общего сектора информационно-коммуникационных технологий в среднем в полтора раза превышает рост экономики в целом, что свидетельствует об увеличении его значения в общей структуре воспроизводственного процесса.

Фаза распределения была исследована по двум направлениям: распределение доходов (роялти) и распределение положений в производственном процессе (наемный труд). В отношении распределения доходов продемонстрировано, что в целом, динамика доходов от информационного фактора цифрового производства сегмента ИТ соответствует динамике рынка, однако в периоды роста разница может достигать двойного объема в пользу сегмента ИТ, а в периоды спада общие показатели экономики в большинстве случаев страдают гораздо сильнее.

В отношении распределения положений в производственном процессе установлено, что с развитием цифровизации и последующим снижением стоимости транзакций до минимального уровня увеличивается число способных к участию в трудовой деятельности: возникают дистанционные возможности работы для тех,

кому её традиционная форма была недоступна. Данная ситуация влечет за собой возникновение дополнительных преимуществ, присущих кооперативной деятельности (эмерджентность или синергетический эффект).

Фаза обмена также была исследована по двум направлениям: обмен посредством цифровых маркетплейсов и обмен посредством криптовалют. Установлено, что динамика сегмента маркетплейсов также следует тенденциям динамики экономической ситуации в целом, однако на протяжении всего анализируемого периода разница между темпами роста кратно (до 6 раз) отличалась в пользу цифровых маркетплейсов. Дополнительно необходимо отметить, что в 2020 г., когда в мире произошел значительный спад в экономической деятельности, связанный с пандемией, в сегменте маркетплейсов произошел рекордный рост – примерно на 35%.

В отношении сегмента криптовалют продемонстрировано, что динамика капитализации Bitcoin на данный момент имеет высоковолатильный характер, что не позволяет однозначно трактовать его значение для воспроизводственного процесса. Однако, с момента возникновения капитализация данной криптовалюты выросла в десятки раз и достигла значения в более, чем 200 трлн долларов, что свидетельствует о значительном интересе к данному феномену.

Влияние на фазу потребления исследовалось посредством анализа динамики сегмента социальных сетей и медиа. Установлено, что сегмент социальных сетей и медиа, как и цифровые сегменты прочих фаз, следует динамике воспроизводственного процесса в целом, и так же существенно превосходит темпы его роста с разницей, достигающей семикратного объема.

Исходя из полученных результатов, был сделан общий вывод о том, что динамика цифровых сегментов каждой из фаз имеет значительно более высокие темпы роста, чем экономический процесс в целом. Это свидетельствует о том, что в общей структуре экономики повышается удельный вес и роль цифровых

технологий на всех этапах воспроизводственного процесса. Наиболее высокие темпы роста демонстрирует цифровой сегмент фазы потребления – соцсети и медиа, за ним следует сегмент фазы обмена, роль которого беспрецедентно возросла в условиях мировых ограничений 2020 года. Динамика сегмента фазы распределения наиболее соответствует динамике экономики в целом, однако также демонстрирует более высокие темпы роста.

Второй раздел второй главы был посвящен исследованию показателей диффузии цифровых информационно-коммуникационных технологий, изменений структуры общественного воспроизводства по фазам и государственной программы развития цифровизации в России.

Структура общественного воспроизводства в России на протяжении анализируемого периода с 2011 по 2020 гг. оставалась примерно на одном уровне: 52–53% в фазе производства, 4–6% – в фазе распределения, 37–34% – в фазе обмена и ~4% в фазе потребления. Помимо этого, финансовый и ИКТ сектор росли значительными темпами: ~75% и 147% соответственно, в то время как удельный вес ИКТ оставался на незначительном уровне в пределах 1,5% ВДС.

В России достижению целей национальной программы развития цифровизации в указанные сроки в определенной степени препятствует протекционистский характер заявленных мер реализации некоторых проектов, что, по всей видимости, направлено на достижение долгосрочных результатов. Помимо этого, развертывание одной из наиболее передовых цифровых технологий – телекоммуникаций пятого поколения – сталкивается с конфликтом национальных интересов, связанных с предшествующей траекторией российского развития: международный радиоспектр для функционирования 5G сетей в России уже используется другими ведомствами, в частности Министерством обороны и ГК Роскосмос.

В качестве направлений дальнейших исследований можно выделить: формирование универсальных подходов к определению количественных параметров эффективности цифровых информационно-коммуникационных технологий, определение масштабов их влияния на непосредственные производственные показатели эффективности; анализ влияния конкретных ключевых показателей эффективности телекоммуникационных компаний на диффузию цифровых технологий; исследование влияния цифровизации на категории транзакционных издержек и поведение разных категорий экономических агентов и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алчиан А. Неопределенность, эволюция и экономическая теория // Истоки. М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2006. С. 33–52
2. Артамонов А.В. Информация как фактор производства и развития в современной экономике // Вестник ТГУ. 2010. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsiya-kak-faktor-proizvodstva-i-razvitiya-v-sovremennoy-ekonomike> (дата обращения: 15.12.2020).
3. Бакут П., Шумилов Ю. Информационные технологии, информационные ресурсы, интеллектуальная собственность - понятия, взаимосвязь, проблемы // Информационные ресурсы России. - 2005. - №5. - С. 18.
4. Белл Д. (1986) Социальные рамки информационного общества. В кн.: Новая технократическая волна на Западе. М.: Прогресс. с. 330-342
5. Белл Д., Грядущее постиндустриальное общество, 1999
6. Бетелин В.Б. Проблемы и перспективы формирования цифровой экономики в России // Вестник Российской академии наук. 2018. № 1. С.3-9. DOI:10.7868/S0869587318010012
7. Блауг М. Экономическая теория благосостояния Парето // Экономическая мысль в ретроспективе = Economic Theory in Retrospect. — М.: Дело, 1994. — С. 540—561. — XVII, 627 с. — ISBN 5-86461-151-4.
8. Бодякин В. И. Категория "знание" с позиции нейросемантики // УБС. 2006. №16. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kategoriya-znanie-s-pozitsii-neyrosemantiki> (дата обращения: 07.04.2021).
9. Бодякин В.И. Определение понятия "информация" с позиций нейросемантики. - М.: ИПУ РАН. 2006. - 48 с.
10. Бурякова О.С. Информационная и знаниевая революции - сравнительный анализ концепций : специальность 09.00.08 «Философия науки и техники» :

- диссертация на соискание учёной степени кандидата экономических наук / Бурякова Ольга Сергеевна ; Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса. – Ростов-на-Дону, 2011. – 145 с. – Библиогр.: с. 132-145
11. Бухт Р., Хикс Р. (2018) Определение, концепция и измерение цифровой экономики // Вестник международных организаций. Т. 13. № 2. С. 143–172 (на русском и английском языках). DOI: 10.17323/1996-7845-2018-02-07.
 12. Ведомости, Минкомсвязи рассчитывает провести первые частотные аукционы для 5G до конца года, 23.08.19, URL:
<https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2019/08/23/809512-minkomsvyazi>
 13. Ведомости, Совет безопасности снова отказался отдавать операторам частоты для 5G, 14.05.2020, URL:
<https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2020/05/14/830255-sovet-bezopasnosti-snova-otkazalsya-otdavay-operatoram-5g>
 14. Ганичев Н. А., Кошовец О. Б. Как посчитать цифровую экономику: между реальностью и конструкцией// ЭКО. 2020. № 2. С. 8-36.
DOI:10.30680/ECO0131-7652-2020-2-8-36.
 15. Гелисханов И.З., Юдина Т.Н., Бабкин А.В. Цифровые платформы в экономике: сущность, модели, тенденции развития // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2018. Т. 11, № 6. С. 22–36
 16. ГК «Росатом» (2019) Атлас сквозных технологий цифровой экономики России, Москва
 17. Глазьев С.Ю., Харитонов В.В., Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике – М.: «Тривант». 2009. – 304 с
 18. Глушков В.М. Основы безбумажной информатики. Изд. 2-е, испр. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 552 с.
 19. Годовой отчет ПАО «Мегафон» за 2019 г.,
URL: https://corp.megafon.ru/ai/document/11879/file/MegaFon_AR2019_RUS.pdf

20. Горбунова Ю.И., Гладышева А.В., Горбунова О.Н. Информационное обеспечение экономической деятельности на современном этапе социально-экономического развития // Социально-экономические явления и процессы. 2014. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnoe-obespechenie-ekonomicheskoy-deyatelnosti-na-sovremennom-etape-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya> (дата обращения: 07.04.2021).
21. Дементьев В.В., Вишневский В.П. Почему Украина не инновационная держава: институциональный анализ // ИИС. 2010. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pochemu-ukraina-ne-innovatsionnaya-derzhava-institutsionalnyy-analiz> (дата обращения: 07.04.2021).
22. Деревягин А.И. К ценности управленческой информации// Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. 2009. № 1. С. 58
23. Докинз Р., Слепой часовщик. Как эволюция доказывает отсутствие замысла во Вселенной / пер. с англ. А. Гопко. — М.: Изд. АСТ: CORPUS, 2015. — 496 с., ISBN 978-5-17-086374-7
24. Докинз Р., Эгоистичный ген / пер. с англ. Н. Фоминой. — М.: Изд. АСТ: CORPUS, 2016. — 512 с., ISBN 978-5-17-077772-3
25. Друкер П. Задачи менеджмента в XXI веке.: Пер. с англ.: – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 272 с.
26. Иванова Н. Инновационная политика: теория и практика. Мировая экономика и международные отношения, 2016, т. 60, № 1, сс. 5-16. <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2016-60-1-5-16>
27. Инге-Вечтомов С. Г. Генетика с основами селекции: Учеб. для биол. спец. ун-тов. — М.: Высш. шк., 1989. — 591 с: ил., ISBN 5-06-001146-1
28. Индикаторы цифровой экономики: 2019: статистический сборник / Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневский, Л. М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т

- «Высшая школа экономики». - М.: НИУ ВШЭ, 2019. - 248 с. - 300 экз. - ISBN 978-5-7598-1924-0 (в обл.)
29. Инновационная конкуренция / ИМЭМО РАН/ Под ред. Н.И. Ивановой. – М.: Весь мир, 2020. – 216 с.
30. Карапаев О.В., Нуреев Р.М., Цифровая экономика и производительная сила труда // Вопросы регулирования экономики, 2019, Том 10, Номер 3, С. 76-91
31. Карапаев, О.В. Драйверы цифровизации экономики: сравнительный анализ развития европейских стран // Вестник Алтайской академии экономики и права - 2020, № 9. С.247-259
32. Кастельс М. (2000) Информационная эпоха: экономика, общество и культура М.: ГУ ВШЭ
33. Кастельс М. (2004) Галактика Интернет. Екатеринбург У-Фактория при участии Изд-ва Гуманитарного университета
34. Кильдюшевский, М.В. Повышение экономической эффективности производства под воздействием информационных ресурсов : специальность 08.00.01 «Экономическая теория» : диссертация на соискание учёной степени кандидата экономических наук / Кильдюшевский Михаил Владимирович ; Воронежский государственный университет. – Воронеж, 2005. – 187 с. – Библиогр.: с. 176-187
35. Китов А.И. Электронные цифровые машины. М.: Советское радио, 1956. – 358 с.
36. Козырев А.Н. (2018) Цифровая экономика и цифровизация в исторической ретроспективе // Журнал «Цифровая экономика», №1 (2018) С. 5-19
37. Колмогоров А.Н., Три подхода к определению понятия “количество информации”, Пробл. передачи информ., 1965, том 1, выпуск 1, 3–11
38. Коммерсантъ, По 5G приняли нестандартное решение, 18.06.2020, URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4380525>

39. Кошовец О.Б., Ганичев Н.А. Новая модель развития рынков микроэлектроники и сектора ИКТ в проекте «цифровой экономики». Глава 7 в коллективной монографии: Мезоэкономика: элементы новой парадигмы. Под ред. В.И. Маевского, С.Г. Кирдиной-Чэндлер. – М.: ИЭ РАН, 2020.
40. Кузнецова Н.П. Экономический рост в историческом контексте. СПб., 1996
41. Кюнтцель, С.В. Эволюционный подход при моделировании экономических процессов - методологический аспект : специальность 08.00.01 «Экономическая теория» : диссертация на соискание учёной степени кандидата экономических наук / Кюнтцель Сергей Владимирович ; Высшая школа экономики. – Москва, 2010. – 209 с. – Библиогр.: с.188-209
42. Лем С., Сумма технологии, М.: НАУКА, 1965
43. Лукиных Т. Н., Можаяева Г.В. Информационные революции и их роль в развитии общества // Гуманитарная информатика. 2005. №2.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-revoljutsii-i-ih-rol-v-razvitii-obschestva> (дата обращения: 02.02.2021)
44. Львов Д.С., Глазьев С.Ю., Теоретические и прикладные аспекты управления НТП // Экономика и математические методы, 1986, № 5
45. Маевский В.И., Малков С.Ю., Рубинштейн А.А. Переключающийся режим воспроизводства: расчеты по США и СССР // Гетеродоксия versus экономический редукционизм: микро-, мезо-, макро-: Сборник трудов / Отв. ред. С.Г. Кирдина-Чэндлер, В.И. Маевский. – М.: ИЭ РАН. 2018. – 291 с.
46. Маркс К. Капитал Т.1 // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Том 23. – 784 с.
47. Маркс К. Экономические рукописи 1857-1859 годов. Введение // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Том 12. С. 709-726
48. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ (2019) Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «квантовые технологии» URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/07102019kvantyi.pdf>

49. Нельсон Р., Уинтер, Дж. Эволюционная теория экономических изменений / Пер. с англ. – М.: Дело, 2002. – 536 с. ISBN 5-7749-0215-3
50. Нуреев Р.М. Курс микроэкономики: Учебник для вузов. — 2-е изд., изм. — М.: Норма, 2005. — 576 с. ISBN 5-89123-470-X
51. Нуреев Р.М. Очерки по истории институционализм / Р.М. Нуреев. – Ростов н/Д: Изд-во "Содействие – XXI век"; Гуманитарные перспективы, 2010. – 415 с.: ил.
52. Нуреев Р.М. Экономическая компаративистика (сравнительный анализ экономических систем), М.: КНОРУС, 2017. – 709 с.
53. Нуреев Р.М., Карапаев О.В. Россия: особенности развития цифровых технологий в начале XXI века. Вторая международная конференция «Управление бизнесом в цифровой экономике»: сборник тезисов, 21–22 марта 2019 года, СПб / Под общей ред. д. э. н., профессора Аренкова И. А. и к. э. н., доцента Ценжарик М. К. — СПб.: ИПЦ СПбГУПТД, 2019. Режим доступа: https://events.spbu.ru/eventsContent/events/2019/digital/sbornik_tez_UBCE_3.pdf
Дата обращения: 25.08.2020
54. Нуреев Р.М., Карапаев О.В. Три этапа становления цифровой экономики // Вопросы регулирования экономики 2019, Том 10, Номер 2 С. 6–27
55. Нуреев Р.М., Карапаев О.В. Цифровизация экономики в контексте волнообразного характера инновационного развития // Управленческие науки. 2020. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-ekonomiki-v-kontekste-volnoobraznogo-haraktera-innovatsionnogo-razvitiya> (дата обращения: 07.04.2021).
56. Нуреев Р.М., Латов Ю. Что такое зависимость от предыдущего развития и как ее изучают российские экономисты // Общественные науки и современность. 2006. № 2. С. 118–129.
57. Обзор исследования «5G в России Перспективы, подходы к развитию стандарта и сетей», PwC, 2018

58. Окинавская хартия глобального информационного общества URL: <http://www.kremlin.ru/supplement/3170> (дата обращения: 03.04.2020)
59. Основные направления политики Российской Федерации в области развития инновационной системы на период до 2010 года" (утв. Правительством РФ 05.08.2005 N 2473п-П7)
60. Основы цифровой экономики: учебное пособие (2018) / коллектив авторов; под ред. М.И. Столбова, Е.А. Бренделевой. – М.: Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА»
61. Павлов В. Поражение. Почему захлебнулась косыгинская реформа. // Родина. — 1995. — № 11. — С. 68—70.
62. Паршин М. А., Круглов Д. А. Переход России к шестому технологическому укладу: возможности и риски // Современные научные исследования и инновации, 2014, № 5
63. Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Утвержден президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 г. №16)
64. Перес К., Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания / пер. с англ. Ф.В. Маевского. — М.: Изд-во «Дело» АНХ, 2011. — 232 с.
65. Подготовка к внедрению 5G: возможности и проблемы. Международный союз электросвязи. 2018, ISBN:978-92-61-27594-5
66. Пономарев, А.В. Влияние шумпетерианской конкуренции на структуру рынка – эволюционный подход : специальность 08.00.01 «Экономическая теория» : диссертация на соискание учёной степени кандидата экономических наук / Пономарев Алексей Евгеньевич ; Высшая школа экономики. – Москва, 2010. – 226 с. – Библиогр.: с.164-174

67. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 N 313 (ред. от 21.08.2020) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Информационное общество»
68. Постановление Правительства РФ от 18 сентября 2019 г. «Об утверждении Таблицы распределения полос радиочастот между радиослужбами Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых постановлений Правительства Российской Федерации»
69. Профессии на российском рынке труда: аналит. докл. НИУ ВШЭ / отв. ред. Н. Т. Вишневская ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики. — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2017. — 159, [1] с. — Тираж 200 экз. — ISBN 978-5-7598-1576-1 (в обл.). — ISBN 978-5-7598-1640-9 (e-book).
70. Прытков В.П., Социальные и культурные противоречия информационного общества, Теория и практика общественного развития, 2014, № 13
71. Ракитов А.И. Информация, наука, технология в глобальных исторических измерениях. М.: ИНИОН РАН, 1998. 104 с.
72. Распоряжение Правительства РФ от 12.02.2001 N 207-р «О разработке проекта федеральной целевой программы «Электронная Россия на 2002–2010 годы»
73. Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. N 1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации»
74. Решение Государственной комиссии по электросвязи Министерства связи Российской Федерации от 26 декабря 2001 года N 35 «О «Концепции развития рынка телекоммуникационного оборудования Российской Федерации на 2002–2010 годы»
75. РИА Новости, В ОАЭ появился первый министр по развитию искусственного интеллекта, 19.10.17, URL: <https://ria.ru/20171019/1507176001.html>
76. Росстат, URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/>

77. Самоволева, С.А. Институциональные факторы и риски инновационной деятельности предприятий : специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» : диссертация на соискание учёной степени кандидата экономических наук / Самоволева Светлана Александровна ; Центральный экономико-математический институт РАН. – Москва, 2009. – 184 с. – Библиогр.: с.169-184
78. Самуэльсон, П. Принцип максимизации в экономическом анализе, THESIS, 1993, вып. 1.2
79. Сибел, Т., Цифровая трансформация. Как выжить и преуспеть в новую эпоху / Томас Сибел ; пер. с англ. Ю. Гиматовой ; науч. ред. М. Савицкий, К. Щеглова, К. Пахорукова — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2021 ISBN 978-5-00146-989-6
80. Скрипкин, К. Г. Парадокс производительности и человеческий капитал / К. Г. Скрипкин, М. А. Тесленко // Региональное развитие: стратегии и человеческий капитал : материалы Международной научно-практической конференции : в 2 томах, Екатеринбург, 10–11 апреля 2014 года / Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт государственного управления и предпринимательства ; научный редактор сборника А. П. Багирова. – Екатеринбург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2014. – С. 241-251.
81. Смит, А. Исследование о природе и причинах богатства народов, М., Эксмо, 2016
82. Тапскотт Д. Электронно-цифровое общество: Плюсы и минусы эпохи сетевого интеллекта / Пер. с англ. Игоря Дубинского; под ред. Сергея Писарева // Киев: INT Пресс; Москва: Релф бук, 1999

83. Токарева М.С., Вишнеvский К.О., Чихун Л.П. Влияние технологий Интернета вещей на экономику // Бизнес-информатика. 2018. № 3 (45). С. 62-78. DOI: 10.17323/1998-0663.2018.3.62.78.
84. Тоффлер, Э. Третья волна = The Third Wave, 1980. — М.: АСТ, 2010. — 784 с.
85. Туякова З.С., Черемушникова Т.В., Система ключевых показателей результатов деятельности и ее использование при рейтинговой оценке конкурентоспособности телекоммуникационных компаний. *Экономический анализ: теория и практика*. 1(2016) 54–68.
86. Удальцова Н.Л. Цифровизация экономических процессов в контексте промышленной революции 4.0 // Креативная экономика. - 2019. - Том 13. - № 1. - С. 49–62. DOI: 10.18334/ce.12.12.39676
87. Урасова А. А. Ключевые аспекты перехода экономической системы к шестому технологическому укладу // *Ars Administrandi* (Искусство управления). 2017. Том 9, № 1. С. 52–61. DOI: 10.17072/2218-9173-2017-1-52-61.
88. Усов А. Цифровизация: люди и культура важнее технологий / А. Усов. // *Нефть России*. – 2018. – №3. – С. 18–23.
89. Устюжанина Е.В. Комарова И.П. Сетевая экономика как новая социально-экономическая система. IV Российский экономический конгресс «РЭК-2020». Том XX. Тематическая конференция «Цифровая экономика и сети» (сборник материалов) / Составители В. Е. Дементьев, А. В. Леонидов. – М., 2020.
90. Фостер Л., Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности — М.: «Техносфера», 2006
91. Фостер Р., Обновление производства: атакующие выигрывают: Пер. с англ./ Общ. ред. и вступ. ст. В. И. Данилова-Данильяна — М.: Прогресс, 1987 -272 с.
92. Харкевич, А.А. О ценности информации // *Проблемы кибернетики*. – М.: Физматгиз, 1960. – Вып. 4. – С. 54.

93. Цифровая экономика: учебник (2018) / В.Д. Маркова. – М.: ИНФРА-М. – 186 с. – (Высшее образование: Бакалавриат).
94. Шваб К. (2017) Четвертая промышленная революция. М.: изд-во «Э»
95. Шваб К., Дэвис Н., (2018) Технологии Четвертой промышленной революции / М.: Эксмо, 2018. – 410 стр.
96. Шу, Г., Андерл, Р., Гауземайер, Ю., тен Хомпель, М., Вальстер, В. (и др.): Индекс зрелости Индустрии 4.0 – Управление цифровым преобразованием компаний (Исследование Acatech), Munich: Herbert Utz Verlag 2017.
97. Шумпетер Й. Теория экономической динамики. - М., 1996. – 144 с.
98. Шумпетер Й., 2008, Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия / [предисл. В.С. Автономова; пер. с нем. В.С. Автономова, М.С. Любского, А.Ю. Чепуренко; пер. с англ. В.С. Автономова, Ю.В. Автономова, Л.А. Громовой, К.Б. Козловой, Е.И. Николаенко, И.М. Осадчей, И.С. Семеновко, Э.Г. Соловьева]. — М.: Эксмо, 2008. — 864 с.
99. Эмерссон, Г. Двенадцать принципов производительности (науч. ред. В.С. Кардаш). 2-е изд. М.: Экономика, 1992. 216 с.
100. Энгельс Ф. Анти-Дюринг 1878 // Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Т. 20, 2-е изд. — М.: Государственное издательство политической литературы, 1961. с. 5-338
101. 5G RF, 2nd Qorvo Special Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2020
102. Akerlof, G. The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism // The Quarterly Journal of Economics, v.84, August 1970, p.488-500.
103. Allianz Global Investors 2010 Report – “The Sixth Kondratieff – Long Waves of Prosperity”
104. Altgelt, CA (2005). "The World's Largest "Radio" Station" (PDF). hep.wisc.edu. High Energy Physics @ UW Madison. Retrieved 9 Jan 2019.

105. VCG (2017) Россия онлайн: четыре приоритета для прорыва в цифровой экономике
106. Bowles S., Carlin W., Jayadev A., Stevens M. (2017). 'The capitalist revolution'. Unit 1 in The CORE Team, The Economy – Oxford University Press
107. Brumfiel, G. (2011). High-energy physics: down the petabyte highway: Nature, 469(7330), p. 282-283.
108. Brynjolfsson E., McAfee A., The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies / W. W. Norton & Company, Inc., 2014
109. Brynjolfsson, E. & Collis, A. (2019). How Should We Measure the Digital Economy? Harvard Business Review, November – December. Retrieved from <https://hbr.org/2019/11/how-should-we-measure-the-digital-economy>
110. Brynjolfsson, E., Kahin, B. Understanding the Digital Economy: Data, Tools, and Research, The MIT Press: Cambridge, MA, USA, 2000
111. Cartwright, M., (2020) The Printing Revolution in Renaissance Europe. Ancient History Encyclopedia. URL: <https://www.ancient.eu/article/1632/the-printing-revolution-in-renaissance-europe/> (дата обращения: 24.12.2020)
112. Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2015-2020, White Paper, 2016
113. Coyle D., von Graevenitz D., Bowles S., Carlin W. (2017). 'Innovation, information, and the networked economy'. Unit 21 in The CORE Team, The Economy – Oxford University Press
114. Deloitte, Уровень цифровой зрелости банков, 2020
115. Digital Economy and Society Index Report 2020 – Integration of Digital Technology, European Commission 2020
116. Digitization for Economic Growth and Job Creation: Regional and Industry Perspectives, World Economic Forum, 2013

117. Drucker P. The Age of Discontinuity, New York, Harper&Row, 1968
118. Durov P. Why users shouldn't worry about ads on Telegram, Durov's channel, 11.02.21 URL: <https://t.me/s/durov>
119. Econsultancy & Adobe (2017), Digital Trends in the Technology Sector 2017, Digital Intelligence Briefing
120. Eurostat, Digital Economy and Society Comprehensive database. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society/data/comprehensive-database>
121. EY, Metrics transformation in telecommunications. Meeting the challenges of communicating performance in a shifting industry landscape, 2013
122. Galbraith, J. K. (1967). The new industrial state. Houghton, Mifflin and Company.
123. Google Blog, Computing takes a quantum leap forward, URL: <https://www.blog.google/technology/ai/computing-takes-quantum-leap-forward/>
124. Harvard Business Review, Success with the Internet of Things Requires More Than Chasing the Cool Factor, URL: <https://hbr.org/2017/08/success-with-the-internet-of-things-requires-more-than-chasing-the-cool-factor>, Дата обращения 30.01.20
125. Hofmann, E., Rüsçh, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. Computers in Industry. 89. 23-34. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2020-8-51-81>
126. Information and Communication Technologies for Women's Socioeconomic Empowerment, World Bank, 2009
127. ITU (2019) Measuring digital development Facts and figures 2019, Geneva
128. Johnson IV, Tolk, Sousa-Poza, A Theory of Emergence and Entropy in Systems of Systems // Procedia Computer Science Volume 20, 2013, P. 283-289
129. Kuznets S., 1979, Growth, Population, and Income Distribution: Selected Essays, first ed. Norton, New York

130. Leontief, W. "Technological Advance, Economic Growth, and the Distribution of Income." *Population and Development Review* 9, no. 3 (1983): 403-10. DOI:10.2307/1973315.
131. Loskot P., Al-Shehri S., Numanoglu T., Mert M. (2017). Metrics for Broadband Networks in the Context of the Digital Economies. Broadband Communications Networks - Recent Advances and Lessons from Practice. DOI: 10.5772/intechaopen.72035
132. Lu, Yan & Morris, Kc & Frechette, Simon. (2016). Current Standards Landscape for Smart Manufacturing Systems. Nat. Inst. Stand. Technol..
133. Mark, Joshua J. "[Gilgamesh](https://www.ancient.eu/gilgamesh/)." *World History Encyclopedia*. Last modified March 29, 2018. <https://www.ancient.eu/gilgamesh/>.
134. Marshall, A., Principles of Economy, First Edition, London: Palgrave Macmillan, 2013, 731 p., ISBN 978-1-137-37526-1
135. Martin, C., Leurent, H. (2017) Technology and Innovation for the Future of Production: Accelerating Value Creation, World Economic Forum in collaboration with A.T. Kearney, Switzerland
136. McKinsey&Company, «Цифровая Россия: новая реальность», 2017
137. Moore G.E. Cramming More Components onto Integrated Circuits // *Electronics*, Volume 38, Number 8, April 19, 1965
138. Nakamoto, S. (2008) Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
139. Negroponte N. Being Digital. NY.: Knopf, 1995, 252 p.
140. Nelson R. R. (2002) Bringing Institutions into Evolutionary Growth Theory // *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 12, №1-2, pp. 17-28. DOI:10.1007/s00191-002-0108-x

141. Nordhaus W., (1996), Do Real-Output and Real-Wage Measures Capture Reality? The History of Lighting Suggests Not, p. 27-70 in, The Economics of New Goods, National Bureau of Economic Research, Inc
142. Nordhaus, William D. (2007) «Two Centuries of Productivity Growth in Computing». The Journal of Economic History 67 (01)
143. OECD (2014) Measuring the Digital Economy: a new perspective. OECD Publishing, 161 p. DOI: 10.1787/9789264221796-en
144. OECD (2017) Going Digital: Making the Transformation Work for Growth and Well-being. Paris
145. OECD (2020), Keeping the Internet up and running in times of crisis, OECD, Paris
146. OECD.Stat, URL: https://stats.oecd.org/OECDStat_Metadata/
147. OECD/Eurostat (2018), Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
148. Our World in Data, URL: <https://ourworldindata.org/grapher/history-hockey-stick-gross-domestic-product-per-capita-using-the-ratio-scale-1990?tab=chart&stackMode=absolute&time=1899..2000®ion=World>
149. PC Magazine, Oct 2, 2007 Vol. 26, No. 19, ISSN 0888-8507 <https://books.google.ru/books?id=vLk-j6jSsWkC>
150. Peters, B. (2016). How Not To Network a Nation, MIT Press
151. PwC, «Интернет вещей» и его значение для промышленности, 2017
152. Rogers E., Diffusion of innovation, third edition, Collier Mcmillan Publishers, London, 1983
153. Rübmann, M., Lorenz M., Gerbert P., Waldner M., Justus J., Engel P., Harnish M., 2015. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. Boston Consulting Group

154. Shannon C. E. A Mathematical Theory of Communication // Bell System Technical Journal. — 1948. — 3
155. Shapiro C., Varian H. (1999) Information rules: A Strategic Guide to the Network Economy. Boston, Mass., Harvard Business School Press, p.352
156. Snustad, D., Simmons M., 2012, Principles of Genetics — 6th ed., ISBN 978-0-470-90359-9
157. Solow, 1956. "A Contribution to the Theory of Economic Growth," The Quarterly Journal of Economics, Oxford University Press, vol. 70(1), p. 65-94.
158. Solow, R. (1987), «We'd better watch out», New York Times Book Review, New York Times, New York, July 1987.
159. Statista URL: <https://www.statista.com/statistics/>
160. Stigler, G. The Economics of Information. The Journal of Political Economy, Vol. 69, No. 3. (Jun., 1961), pp. 213-225.
161. Taalbi, J. Origins and pathways of innovation in the third industrial revolution, Industrial and Corporate Change, Volume 28, Issue 5, October 2019, Pages 1125–1148, <https://doi.org/10.1093/icc/dty053>
162. UNCTAD (2017). Information Economy Report
163. UNCTAD (2019). Digital Economy Report
164. Who is leading the 5G patent race? A patent landscape analysis on declared 5G patents and 5G standards contributions. IPlytics, November 2019
165. Why Apple M1 is so fast URL: <https://debugger.medium.com/why-is-apples-m1-chip-so-fast-3262b158cba2>
166. World Bank, COVID-19 reinforces the need for connectivity URL: <https://blogs.worldbank.org/voices/covid-19-reinforces-need-connectivity>
167. World Bank, World Development Report 2016. «Digital Dividends»
168. World Summit on the Information Society (WSIS+5); Outcomes and Perspectives for Eastern Africa 2011, P. 18

169. World Telecommunication/ICT Indicators Database (23rd Edition, 2019). ITU
170. Yates, J. (1986). The Telegraph's Effect on Nineteenth Century Markets and Firms. *Business and Economic History*, 15, 149-163