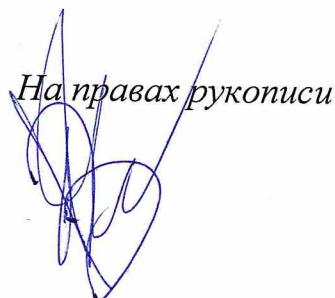


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Вологодский научный центр Российской академии наук»

На правах рукописи



ШИПЛОК ВИКТОРИЯ СЕРГЕЕВНА

**Цифровизация обрабатывающих производств как фактор развития
экономики региона**

Направление подготовки 38.04.01 Экономика
профиль «Региональная экономика и развитие территорий»

Научный руководитель:
к.э.н. зам. директора, зав. отделом
Мазилев Евгений Александрович



Вологда
2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА.....	6
1.1. Сущность категории «цифровизация» и ее место в системе смежных понятий.....	6
1.2. Роль цифровых технологий в обеспечении экономического развития региона.....	19
1.3. Факторы, влияющие на внедрение цифровых технологий в обрабатывающих производствах.....	30
ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА.....	45
2.1. Оценка мировых трендов цифровизации производства	45
2.2. Анализ тенденций внедрения цифровых технологий в обрабатывающих производствах региона	52
2.3. Исследование готовности предприятий обрабатывающих производств к внедрению цифровых технологий.....	59
ГЛАВА 3. АЛГОРИТМ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ОЦЕНКА ИХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА.....	72
3.1. Разработка алгоритма внедрения цифровых технологий на предприятиях обрабатывающих производств.....	72
3.2. Апробация разработанного алгоритма и расчет экономической эффективности от внедрения цифровых технологий на предприятии обрабатывающего производства.....	85
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	86
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ.....	92

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Современный этап мирового экономического и социального развития характеризуется цифровизацией как новым мировым трендом общественного развития. Цифровое представление информации в разрезе экономической и социальной жизни общества влечет за собой рост экономической эффективности и качественный сдвиг в жизни населения отдельных регионов, стран и мира в целом.

В целях активизации процесса цифровой трансформации экономики РФ был разработан и утвержден указ президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 г.» и постановление правительства РФ №234 от 02.03.2019 г. «О системе управления реализацией национальной программы «Цифровая экономика РФ».

Вопросы цифровизации затрагивают различные стороны общественного развития, при этом отмечается особая роль обрабатывающей промышленности, являющейся основой экономической независимости стран и обеспечивающей ее конкурентоспособность на рынке.

Сегодня перед обрабатывающим производством ставятся задачи по совершенствованию и диверсификации продукции, выходу на новые рынки, повышению рентабельности и т.д. Применение для этих целей цифровых технологий способствует повышению гибкости производства, за счет возможности быстрой перенастройки, и обеспечению информационной интеграции этапов жизненного цикла продукции. Как следствие, по оценкам специалистов сроки выхода продукта на рынок могут сократиться на 20-50%, а производительность вырасти на 45-55%.

Внедрение подобных технологий является технически и организационно сложным, капиталоемким процессом, а уровень возможного дополнительного дохода – трудно предсказуем. Технологические решения регулярно пополняют рынок, однако предприятия не имеют четкого представления о механизмах их использования, для получения ощутимых экономических результатов и минимизации потерь. Наличие типового алгоритма внедрения, основанного на

оценке готовности предприятия к использованию цифровых технологий, позволит осуществить подбор доступных решений и оптимизировать расходы обрабатывающих производств, как и при внедрении цифровых технологий так и в процессе создания конечного продукта. Все это определяет актуальность темы магистерской диссертации.

Степень разработанности темы. Исследованием процессов цифровизации и внедрением цифровых технологий в промышленность, и в частности, в обрабатывающие производства в различные периоды занимались: Д.К. Шваб, А.И. Ракитов, Р. Вакхалови, Ю.И. Грибанов, В.А. Плотников, Е.Г. Жулина, А.А. Пороховский, Д.В. Бурнакова, Е.В. Бекушева, Г.Ю. Волков, Б.М. Гарифуллин и др.

Цель магистерского исследования – разработка инструментов цифровизации обрабатывающих производств как фактора развития экономики региона.

Для достижения поставленной цели в соответствии с логикой исследования предполагается решить следующие **задачи**:

1. Изучить сущность категории «цифровизация» и ее место в системе смежных понятий.
2. Исследовать факторы, влияющие на внедрение цифровых технологий на предприятия обрабатывающих производств.
3. Проанализировать тенденции внедрения цифровых технологий в обрабатывающих производствах региона.
4. Оценить готовность предприятий обрабатывающих производств к внедрению цифровых технологий.
5. Разработать алгоритм внедрения цифровых технологий для обрабатывающих производств.

Объект исследования – обрабатывающие производства региона.

Предмет исследования – разработка инструмента цифровизации обрабатывающих производств.

Методы исследования. Теоретическая часть исследования базируется на методе научных обобщений и аналитическом обзоре научной литературы.

Аналитическая часть основывается на принципах системного анализа и системного проектирования. Для обработки статистических данных использовались следующие методы: измерений, дедукции, статистический и сравнительный анализ и др.

В практической части исследования применялись методы обобщения, систематизации, прогнозирования и др.

Информационной базой послужили законодательные акты, нормативные документы органов государственной власти и управления, официальные данные федеральной и региональной службы государственной статистики, труды ведущих ученых и материалы периодической печати, посвященные данной проблеме, кроме того, были использованы материалы опросов руководителей промышленных малых и средних предприятий Вологодской области, проводимых специалистами ВолНЦ РАН в 2019 г.

Основные признаки новизны диссертационного исследования.

1. Установлена и доказана роль цифровых технологий в развитии предприятий обрабатывающих производств.
2. Разработана методика / проведена оценки готовности предприятий обрабатывающих производств к внедрению цифровых технологий.
3. Предложен алгоритм внедрения цифровых технологий на предприятиях обрабатывающих производств.

Практическая значимость исследования. Разработка алгоритма внедрения цифровых технологий на предприятиях обрабатывающих производств позволит осуществить подбор доступных решений и скорректировать расходы обрабатывающих производств, как при внедрении цифровых технологий, так и в процессе создания конечного продукта. Предложенный алгоритм обеспечит оптимизацию процесса принятия управленческих решений и позволит сформировать требования к квалификации трудовых ресурсов на предприятиях обрабатывающих производств.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

1.1. Сущность категории «цифровизация» и ее место в системе смежных понятий

Происходящие в экономике и обществе изменения однозначно указывают на то, что процессы цифровизации все глубже проникают в жизнь общества. Первую десятку крупнейших мировых корпораций полностью заняли цифровые компании, такие как Apple inc, Microsoft, Amazon.com, Alphabet Inc, Facebook Inc, Alibaba, Tesla Inc и др¹. Сегодня цифровизация затрагивает не только сферу услуг, но и активно проникает во все производственные процессы, что в свою очередь создает условия для перехода к новому этапу развития, смены технологического уклада, роста производительности труда, изменения облика экономики и социальной сферы.

«Цифровизация» является относительно новым понятием в научной литературе, и, как следствие, не достаточно изученным. В частности, не сложилось общепринятого подхода к пониманию данной категории. Кроме того, вызывает особый интерес определение места «цифровизации» в процессе технологического развития и ее соотнесение с категориями «автоматизация», «информатизация» и «цифровизация», которые предшествуют «цифровизации».

Происходящие изменения в экономической, политической, социальной и духовной стали возможными благодаря промышленным революциям – впервые термин употребил французский политэконом Жером-Адольф Бланки в XIX веке. Научным сообществом принято выделять 4 промышленные революции, которые представляют собой общеисторическое явление, характеризующееся определенным уровнем развитием и набором ключевых технологий в промышленности стран, накопление которых обеспечивает смену структуры общества и технологических укладов (табл. 1.1).

¹ Топ-10 самых дорогих компаний в мире (на 23.12.2020 г) / Yahoo Finance, Fortune 500 – [Электронный источник] – URL: <https://journal.open-broker.ru/other/top-10-samyh-dorogih-kompanij-v-mire/>

Таблица 1.1 – Смена промышленных революций

Промышленный переворот	Период	Технологии	Результаты
Первая промышленная революция	середина XVII в. – середина XIX в.	Появляются двигатели на паровой основе, ткацкие станки, развивается металлургия, механика и транспорт	Смена аграрного строя промышленным производством, становление транспорта
Вторая промышленная революция	середина XIX в. – начало XX в.	Электрическая энергия, высококачественная сталь, нефтяная и химическая промышленность, телефон и телеграф	Проточное производство, электрофикация, железные дороги, разделение труда
Третья промышленная революция	начало XX в. – начало XXI в.	Совершенствование электроники, использование ИКТ (информационно коммуникативных технологий), ПО (программного обеспечения)	Автоматизация и робототехника
Четвертая промышленная революция	начало XXI в. – по настоящее время	Цифровизация, Интернет вещей, смена обычных источников энергии на возобновляемые, создание 3D технологий/принтеров, биотехнологии, искусственный интеллект, нейросети	Распределенное производство, сетевой коллективный доступ и потребление, экономика совместного использования
Источник: составлено автором на основе [9]			

Главной закономерностью мирового экономического развития является неравномерность, которая предопределяется процедурой логичной смены определенных сочетаний технологически связанных производств – технологических укладов. Теория смены технологических укладов базируется на концепции долговременных колебаний экономиста Н.Д. Кондратьева, а также гипотезе продолженной Й. Шумпетером, которая соединила такие колебания и предпринимательскую активность в процессе закладывания основополагающих технологических нововведений.

Научно-технологический прогресс становится основой формирования нового технологического уклада, т.е. происходит изменение форм и сочетаний средств труда, а также меняется предмет труда и рабочая сила, необходимые для создания продукции и услуг. Для общества на этапах своего развития характерно базироваться на более совершенном, чем предыдущий, технологический уклад. Исследование закономерностей смены технологических укладов и саморазвития экономики вызывает интерес со стороны многих ученых. Так, С.Ю. Глазьев изложил свою теорию долгосрочного технико-экономического развития,

представляющую собой «неравномерный процесс последовательного замещения целостных комплексов технологически сопряженных производств – технологических укладов» [9].

С.Ю. Глазьев [16] предполагает, что именно технологический уклад является ведущим фактором развития, именуемым организационно-экономическим механизмом регулирования (далее – ядро). Пакет ключевых технологических процессов как раз выступает ядром технологического уклада, который фактически применяют или характерен для достаточно длительного временного периода, а материальные условия для формирования каждого последующего технологического уклада закладываются в процессе развития предыдущего. С первой промышленной революции, которая прошла в Англии, принято выделять периоды доминирования пяти технологических укладов. В развитых странах в настоящее время доминируют технологии, которые характерны для пятого уклада, а также происходит зарождение шестого технологического уклада. Общепринятые сроки становления технологических циклов приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Хронология и характеристики технологических укладов

Промышленная революция	Технологический уклад	Период	Характеристика технологического уклада
Первая	I	1780 - 1840	Развивается текстильное производство, применяются энергия на основе воды, используются паровые двигатели, а также развивается машиностроение
Вторая	II	1830 - 1890	Процветание железных дорог и транспорта, судоходство, в производстве применяют паровые двигатели
Третья	III	1880 - 1940	Происходит скачок в развитии тяжелого машиностроения, электротехнической и химической промышленности, создаются средства телекоммуникации.
	IV	1930 - 1990	Применение нефти и синтетических материалов для получения энергии, создание гигантских трубопроводов и аэропортов
	V	1980 - 2020	Прорыв в микроэлектронике, биотехнологии, генной инженерии, создание новых видов энергии, создание и применение спутниковой связи
Четвертая	VI	2010 - 2040	Широко применяются глобальные сети, происходит информационная, транспортная революция, получают широкое распространение нанотехнологии, а также космических
Источник: составлено автором на основе [1].			

Первая промышленная революция (сер. XVII в. и сер. XIX в.), представляет собой смену ручного труда машинным, появляются фабрики. Первая промышленная революция стартовала в Великобритании, и обусловлено это было изобретением парового двигателя, а также неподавляемой государством экономической активности населения, следовательно, значительная часть граждан была готова к предпринимательству. Характерной чертой первой промышленной революции является быстрый рост производительных сил, основывающийся на мощной машинной индустрии. Создание ткацких машин послужило толчком в становлении *первого технологического уклада*, т.к. текстильная промышленность перешла на машинную базу, в это же время совершенствуются способы работы с металлом. Подобные технологические сдвиги происходят кроме Англии еще и в странах Европы: Франция, Германия, Россия. Первый технологический уклад был завешен за 30-50 лет, с некоторым отставанием в ряде стран.

Вторая промышленная революция началась со второй половины XIX в. и продолжалась до нач. XX в. затронув, США, Западную Европу, Россию и Японию. В это время осваивалось проточное производство, повсеместно применялось электричество и химикаты [102]. Серийный выпуск стартовал с конвейерного изготовления нового для того периода изделия – автомобиля, позже перейдя и в другие сектора промышленности. Открытие электричества и последующее строительство электростанций, а в след за ними и создание телефонов, радио, аэропланов – кардинально изменили как производство, так и быт людей.

Примерно с 1845 г. начался *второй технологический уклад*, который стал ведущим в экономике развитых стран. Его можно охарактеризовать активным развитием машинного производства, в частности процесс создания одних машин другими. Население перемещается в города, развивается транспорт, следовательно появляется необходимость в совершенствовании технической базы строительства, что в свою очередь стимулирует *механизацию*. Термин механизация характеризует вытеснение ручного труда и замену его машинным

во всех производственных операциях от основных технологических до вспомогательных, подсобных, транспортировочных, перестановочных. Процесс развития проходит в несколько этапов, однако при выполнении ряда операций по-прежнему используется ручной труд.

Истощение возможностей механизации производства, которое базировалось на паровом двигателе привело к стагнации, в этих условиях и начала зарождаться третья промышленная революция.

Третья промышленная революция протекала с нач. XX в. по нач. XXI в. и представляет собой процесс, при котором в производстве широко используются возобновляемые источники энергии, информационно-коммуникационные технологии и формируется постиндустриальное общество [7].

В это же время происходит смена технологий начинается широкое применение электродвигателей и развивается электротехника, указывающая на *третий технологический уклад*. Доминирующим становится потребление переменного тока, разворачивается строительство электростанций. Главный энергоноситель – уголь, однако его постепенно вытесняет нефть.

Во время превалирования третьего уклада активно используется тепловой двигатель, в котором топливо сжигается внутри него, данная технология становится одним из ключевых нововведений четвертого уклада. В это же время возникает автомобилестроительная промышленность, происходит освоение транспортной и специализированной техники, формирующих ядро нового уклада. Для него характерны новая машинная база, автоматизация многих основных технологических процессов, рост специализации производства.

К 1940-м гг. техника, которая была основой в третьем укладе достигает своего предела развития, что служит толчком для формирования *четвертого технологического уклада*, который закладывает новый курс развития. Требуемая материально-техническая база к этому моменту уже сформирована:

- широко развита инфраструктура автодорог;
- распространены линии телефонной связи;
- применяются новые технологии нефтедобычи.

По мере роста объемов производства в любой сфере закономерным решением становится автоматизация процессов.

Термин «автоматизация» получил распространение в период развития конвейерного производства. В этот период создаются и внедряются автоматизированные производственные линии и высокотехнологичное оборудование, что позволяет предприятиям повышать объемы выпуска продукции, сокращая сроки выполнения технологически сложных задач, снижая расходы сырья, и организовывая массовое производство автомобилей, самолетов, а также товаров народного потребления.

В 1936 г. Д.С. Хардер (США) определяет автоматизацию как автоматическое манипулирование деталями между различными стадиями производственного процесса. Позднее сам же Д.С. Хардер расширяет это определение до обозначения каждой операции производственного процесса.

В.В. Зотов и Ю.Н. Маслов в терминологическом словаре по автоматике, информатике и вычислительной технике представляют автоматизацию как применение автоматических устройств для выполнения функций управления [29]. В этом определении подразумевается, что часть процессов выполняются автоматически без участия человека. Такого же мнения придерживается и В. Пурро говоря об автоматизации как о замене человека в управлении объектами или процессами [73].

В ГОСТ 33707-2016 автоматизация трактуется как процесс внедрения автоматических средств для осуществления различных процессов, при этом ключевым элементом является повышение производительности труда человека, через замену части его работы на машинный труд [21].

Таким образом, под автоматизацией понимают направление научно-технического прогресса, которое применяет саморегулирующие технические средства и математические методы для того что бы освободить человека от части процессов получения, преобразования, передачи и использования энергии, изделий или информации, либо направлено на значительное снижение степени этого участия или трудоемкости выполняемых операций. В результате

автоматизации повышается отдача от эксплуатируемого оборудования в качественном и количественном выражении, а также ускоряется процесс принятия управленческих решений и повышается их точность.

Третья промышленная революция обусловила бурный экономический рост после 1970 года. Примерно к этому же времени относится изобретение компьютера, и промышленных роботов. Наибольший эффект проявился в таких сферах, как сбор и обработка информации. Технология обработки информации эволюционировала от универсальной ЭВМ к объединенным сетью персональным компьютерам, поисковым системам и электронной торговле. Связь перестала зависеть от стационарных телефонов и перешла к использованию мобильных устройств.

Таким образом, формируется материально-техническая база для перехода к *пятому технологическому укладу*. Примерно к 1980-ому г. четвертый технологический уклад достиг своего предела расширения в развитых странах. С этого момента закладывается формирование пятого, который в настоящее время лидирует в подавляющем большинстве развитых стран. Его определяют как уклад, связанный с информационными и коммуникационными технологиями, в котором основной фактор развития – это микроэлектроника и программное обеспечение. Ключевой отраслью соответственно выступает производство телекоммуникационного оборудования, при этом пятый технологический уклад стимулирует развитие новых средств коммуникации, цифровых сетей, компьютерных программ. Происходит создание как совершенно новых машин и оборудования (роботов, обрабатывающих центров, ЧПУ, компьютеров), так и информационных систем (информационных языков и программных средств переработки информации, баз данных).

Переломным моментом становится внедрение в 1971 г. микропроцессора, что обеспечивает доступ и удобство использования информации и позволяет накапливать и обрабатывать огромные объемы данных.

«Информация» – это знание о чем-то. С середины XX в. она стала восприниматься как ресурс, позволяющий систематизировать накопленный

ранее опыт и создать новые – информационные технологии направленные на развитие общества.

Информационные технологии – это совокупность методов и средств реализации информационных процессов, а также комплекс технологических дисциплин, которые изучают методы эффективной организации труда людей, в сфере обработки и хранения информации, а также в процессе взаимодействия людей и производственного оборудования [77; 54; 56].

Проникновение информационных технологий во все сферы общественной жизни ведет к информатизации.

Термин «информатизация» впервые прозвучал в докладе «Информатизация общества» во Франции в 1978 г., разработанном группой ученых по приказу президента В.Ж. д’Эстена, однако при переводе доклада на английский язык (в 1980 г.) термин был трактован как «компьютеризация общества». В России понятие «информатизация» первым употребил д-р филос. наук, профессор А.И. Ракитов на 9 лет позже, чем во Франции. В своей работе он характеризует информатизацию как процесс, где механизмы, в частности, технологические, политические, социальные и экономические соединены в единую систему для прогрессивного использования информационных технологии в целях создания производства, использования, переработки, распространения и хранения информации [75]. Таким образом, А.И. Ракитов представил информатизацию как процесс использования различных инструментов для развития и расширения применения информационных технологий. При этом информационные технологии в узком смысле представляют собой совокупность методов и средств реализации информационных процессов в различных областях человеческой жизни [56], а в широком смысле – это область человеческой деятельности, связанная с созданием систем и устройств для обработки и передачи информации [54].

В научной практике сформировались два основных подхода к пониманию категории «информатизация».

С позиции технократического подхода информатизация рассматривается в техническом и технологическом аспектах, как процесс внедрения информационных технологий в производственные и управленческие операции в целях повышения производительности труда. Для данного подхода характерно приравнивание понятий «информатизация» и «компьютеризация», а также отсутствие осмысления того, что демократическое общество, а также его информационная активность оказали влияние на использование информационных технологий как средств управления общественным сознанием [86].

В то время как гуманитарный подход на первый план выдвигает социально-экономические задачи, в т.ч. создание информационного общества, повышение уровня интеллектуального развития и дальнейшего развития цивилизации. Такого мнения придерживались: д-р психол. наук, профессор В.Е. Лепский [50], академик А.П. Ершов [24], д-р филос. наук А. Д. Урсул [87].

Рассматривая информатизацию как экономическую категорию, нельзя забывать о сложностях, возникающих при ее развитии. В данном случае речь идет об издержках возникающих при воплощении программ информатизации в действительность. Информатизация с точки зрения процесса совершенствования средств поиска и обработки информации быстро развивается, но как способность людей к восприятию информации и повышению интеллектуального потенциала общества заметно отстает [80].

В тоже время наиболее полное определение дает Н.М. Тюкавкин, рассматривая «информатизацию» как организационный научно-технический и социально-экономический процесс, который отличается:

- формированием, использованием и развитием информационных технологий;

- созданием условий для удовлетворения информационных потребностей общества, реализации прав и обязанностей органов государственной власти, местного самоуправления, организаций, общественных объединений и граждан [86].

Таким образом, смена технологических укладов произошла вследствие изменения движущей силы (технологий) развития экономики: на смену автоматизации приходят процессы информатизации. При этом информатизация создает новые возможности для сокращения влияния человека на различные процессы, то есть способствует углублению автоматизации производства и управления. В тоже время формирующиеся в рамках пятого технологического уклада технологии (информационные) создают новые независимые продукты и рынки, приводят к установлению новых связей и форм взаимодействия между членами общества.

Четвертая промышленная революция берет свое начало в 10-е годы XXI в. и продолжается до сих пор. Характерные для нее черты – полностью автоматизированные производства, линии и изделия, взаимодействующие друг с другом, а также с потребителями в рамках концепции Интернета вещей [86].

Первые три промышленные революции развивались с небольшим ускорением, но в общем линейно, то у четвертой промышленной революции масштабы и глубина вызываемых ею изменений как в производственной сфере, так и в повседневной жизни общества увеличиваются по экспоненте [49].

Самыми значимым и для четвертой промышленной революции были следующие технологические прорывы: искусственный интеллект, цифровые фабрики, автомобили-роботы, 3D печать, способы накопления и хранения информации [38].

Немецкий экономист Д. К. Шваб в своих работах о промышленных революциях говорит, что первая цифровая революция возникла из-за развития полупроводниковых ЭВМ, персональных компьютеров и сети интернет [95]. С 1990-х гг. в рамках пятого уклада все отчетливее появляются элементы *шестого технологического уклада*. К его основным направлениям относят биотехнологии, системы искусственного интеллекта, глобальные информационные сети, компьютерное образование и т.д. Данные отрасли развиваются в ведущих странах стремительными темпами.

Д.К. Шваб предопределил приближение четвертой промышленной революции, и переход к шестому технологическому укладу (2010 – 2060 гг.), которые связаны с цифровизацией – разработкой и внедрением инновационных цифровых технологий на постоянной основе, а также формированием соответствующих социально-экономических, организационных и других условий трансформации общества и экономики к новому уровню развития. Определение «цифровизация» применяется при описании трансформации, которая подразумевает нечто большее, чем замена аналогового или физического ресурса на цифровой или информационный.

Цифровизация – это изначально создание нового продукта в цифровой форме, с отличным функционалом и потребительскими свойствами, что позволяет совершить существенный рывок в бизнесе и получить новые конкурентные преимущества.

Первое упоминание термина «цифровизации» в значении адаптации и роста использования цифровых технологий в хозяйственной деятельности отдельного предприятия, домохозяйства, отрасли экономики или национальной экономики в целом было употреблено Р. Вакхалови в статье 1971 г. [5].

В отчете специалистов The Boston Consulting Group «Россия 2025: от кадров к талантам» цифровизация определяется как «использование возможностей онлайн и инновационных цифровых технологий всеми участниками экономической системы – от отдельных людей до крупных компаний и государств» [34].

При рассмотрении понятия «цифровизация» следует разграничить его с категорией «оцифровка». Так, оцифровка (digitization) это перенос «с физических носителей на цифровые», без изменения качества или состава информации, она просто преобразуется в электронную форму. Это позволяет в дальнейшем обрабатывать ее в цифровом формате [43]. При подобном подходе к определению, по мнению Ю.И. Грибанова, его можно соотнести с 3-й промышленной революцией (1969 – 2010 гг.) [22]. Он [23] предлагает разграничить часто отождествляемые понятия «цифровая трансформация» и

«цифровизация», и под цифровизацией понимать социально-экономический процесс предшествующий цифровому преобразованию и создающий его основу, заключающейся в реструктуризации и преобразовании каналов взаимосвязей вокруг применяемых цифровых технологий (настройка так называемого цифрового взаимодействия). В то время как под цифровой трансформацией понимать перевод элементов социально-экономической системы в цифровое пространство для взаимодействия с использованием максимума потенциала внедренных цифровых технологий.

Таким образом, «цифровизация» – это процесс создания и внедрения цифровых технологий, в результате которого формируются инновационные продукты, меняется облик мирового хозяйства и социального взаимодействия. В этих условиях, наиболее научно-обоснованное определение цифровизации, вобравшее в себя многоаспектность подходов к пониманию данного явления в научной литературе, было сформулировано в рамках исследования Ю.И. Грибанова, который характеризует ее как процесс заключающийся в оцифровке всех информационных ресурсов, в том числе, создание цифровых копий, а также создание сетевых платформ взаимодействия, для получения прогнозируемого результата на действия [67].

Проведенный анализ подходов к пониманию категорий «автоматизация», «информатизация» и «цифровизация» показал, что все эти процессы нацелены на повышение производительности труда и исключение человека из различных производственных процессов. При этом появляющиеся новые технологии, не исключая друг друга, обеспечивают в период своего становления резкий рост экономики путем создания новых продуктов и видов деятельности, оказывающих существенное влияние, как на мировое хозяйство, так и на социальную жизнь общества.

Отличие информатизации от цифровизации заключается в технологическом аспекте. Информатизация – это более широкое понятие по сравнению с цифровизацией, т.к. затрагивает широкий их спектр информационных процессов, а не концентрируется на оцифровке информации.

Важным элементом цифровизации является изменение жизни людей, связанное с результатами (положительными и отрицательными) информатизации, но более структурированное. В ее основе лежит создание «умной» инфраструктуры, индивидуализация получения услуг, в частности, образовательных, т.е. с формированием механизма обратной связи.

К аналогичным выводам в своих работах приходят и современные ученые, в частности доктор экономических наук, профессор В.А. Плотников, говоря о цифровизация как о процессе внедрения цифровых технологий обработки, передачи, хранения и визуализации данных в различные сферы человеческой деятельности, являющимся частью информатизации [68]. Следовательно, цифровизация является частным проявлением информатизации общества, что позволяет к ней применять имеющуюся теоретическую и концептуальную базу информатизации.

Иными словами, цифровизация является новым витком развития информатизации, с такой отличительной чертой как применение цифровых технологий обработки, передачи, хранения и визуализации информации, с использованием новых технических средств и программных решений [68].

Обозначенная ранее смена парадигм от автоматизации к информатизации применима и по отношению к цифровизации, т.к. она является новым витком развития информатизации, а значит и автоматизации. Термин «цифровизация» применяется для описания трансформации, идущей дальше, простой замены аналогового или физического ресурса на цифровой, подразумевается не только автоматизация процессов, но и эффективная отдача от них. Отличительной чертой цифровизации является оцифровка всех информационных и даже материальных ресурсов, а также создание цифровых технологий, которые в свою очередь формируют новые продукты и сетевые платформы взаимодействия между членами общества. Если автоматизация в первую очередь направлена на совершенствование существующих моделей производства и изменение процессов, то цифровизация позволяет за счет цифровых технологий получить существенный рывок в производстве и управлении, а также конкурентные

преимущества. Цифровизация изменяет принцип и формат функционирования социально-экономических систем всех уровней, обеспечивая устойчивое существование в динамичных условиях цифрового пространства.

Таким образом, сейчас чрезвычайно быстро происходят коренные перемены, в частности изменения средств производства, что указывает на активную стадию четвертой промышленной революции. Вышеуказанные изменения носят фундаментальный характер и требуют нового взгляда на экономику, в частности, необходимо повсеместное внедрение новых технологий, способных улучшить жизнь общества.

1.2. Роль цифровых технологий в обеспечении экономического развития региона

Экономический рост – это основная характеристика общественного производства в народнохозяйственной системе, он способствует решению проблем ограниченности ресурсов и улучшению уровня жизни населения.

На протяжении последнего десятилетия экономический рост в России достигался за счет деятельности на мировых сырьевых и энергетических рынках, однако сейчас это становится практически невозможным. Проследить отставание России можно по темпам и качеству роста экономики. Развитые страны осуществляют поиск альтернативных источников экономического роста с опорой на научно-технологический потенциал. Совершаемые открытия позволяют осуществлять технологические прорывы, обеспечивая тем самым быстрые темпы экономического роста [89]. Поэтому для успешного развития России необходимо совершить переход к новым источникам роста, базирующимся на научно-технологическом потенциале, в частности, на цифровых технологиях.

Темпы экономического роста, имеют прямую зависимость от показателей производительности труда в системе национальной экономики. Многие исследователи, такие как: Н.А. Алексеева [89], А. Идрисов [32], Ю.А. Клейман [60], В.М. Кульков и С.В. Кайманакова, И.М. Тенякова [96], Д.Е. Одер [64] и др. изучали экономический рост и технологические уклады. Они отмечают, что

производительность труда в динамике начала снижаться в 70-е годы XX в., что прослеживается в индустриальных странах, а уже с 2010 г. данный показатель имеет значение в районе 1% в год [33]. Традиционные технологии, характерные для доминирующего технологического уклада (использование в промышленности нефти и нефтепродуктов, газа и пр., производство на основе конвейерной технологии) больше не обеспечивают рост производительности труда в мире, данная картина наблюдается во многих секторах экономики [32].

Особенностью российской действительности и падающей производительности выступает то, что начиная с 2010 г. трудовые ресурсы вовлекаются в экономику более низкими темпами, что привело к замедлению экономического роста.

В следующее десятилетие (2020-2030 гг.) экономический рост будет обеспечиваться за счет внедрения и применения цифровых технологий в производстве, т.к. они, с одной стороны, сами являются передовыми технологиями, а с другой способствуют ускорению и интеграции знаний в других отраслях экономики.

Стремительное замедление темпов роста производительности труда прослеживается в развитых странах, так в период с 1990 г. по 2013 г. в Южной Корее произошло падение с на 2,2%, в Японии на 1,2 % и в США на 0,9%, это в свою очередь ограничивает развитие рынка продукции массового производства [32]. Существующие условия обозначили необходимость совершения качественного скачка в развитии применяемых технологий, которые приведут к экономическому сдвигу и переходу к новой модели развития.

Таким образом, в целях поддержания конкурентоспособности, а также обеспечения темпов роста производительности труда в экономически развитых странах и части индустриальных стран разрабатывают и внедряют новые передовые технологии, которые значительно увеличивают показатели труда, в частности его производительность, по сравнению с технологиями применяемыми традиционно [33].

«На современном этапе развития происходит процесс вытеснения человека техникой, а также наблюдается взаимоусиливающий эффект слияния различных технологий, таких как: компьютерные, информационные, нанотехнологии и их взаимодействие в физических, цифровых и биологических доменах», – отмечает немецкий экономист Клаус Шваб [95].

Разворачивающаяся трансформация моделей производства, вызвана появлением [107] цифровых технологий, представляющих собой технологии, которые используют компьютеры и / или другую современную технику для записи кодовых импульсов и сигналов в определённой последовательности и с определённой частотой [79]. Самостоятельно они не являются новшеством, однако их становление, развитие и интеграция, ведет к трансформации как общества, так и экономики [33].

В рамках национальной программы РФ «Цифровая экономика» утвержден перечень дорожных карт развития «сквозных» цифровых технологий [27], основными из которых являются следующие.

1. Нейротехнологии и искусственный интеллект – где, искусственный интеллект – это набор технологических решений, который имитирует когнитивные функции мозга, позволяющие компьютерным системам находить данные с новыми взаимосвязями и закономерностями сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека [106]. А нейротехнологии – это набор технологий, которые создавались на основе принципов функционирования нервной системы [59]. В экономике примерами служат автоматический дилинг, оценка риска невозвращения кредитов, предсказание банкротств, оценка стоимости недвижимости, выявление пере- и недооцененных компаний, автоматическое рейтингование, оптимизация товарных и денежных потоков и др.

2. Дополненная и виртуальная реальность – это технологии виртуальной реальности (VR) и дополненной реальности (AR), где впервые за счет использования специальных устройств возможно погружать человека в иммерсивный (виртуальный) мир, а вторые в режиме online (реального времени)

интегрируют информацию с объектами реального мира в форму текста, графика, аудио и иного представления. Примерами служат: VR-рабочие места, диагностические комплексы с VR/AR, специализированные системы трекинга и др.

3. *Квантовые технологии* – это технологии цель которых заключается в том, чтобы создать системы и устройства, основанные на квантовых принципах, например, квантовый компьютер алгоритм квантового шифрования.

4. *Новые производственные технологии* – это такой набор технологий, который имеет высокий потенциал и демонстрируют де-факто стремительное развитие, однако не имеющий широкое распространение при производстве востребованных и конкурентных товаров, например, платформы разработки цифровых двойников, гибридные и гибкие производственные линии и др.

5. *Компоненты робототехники и сенсорика* – это такие субтехнологии, которые определяют методы цифрового моделирования и проектирования, а также очувствления механических систем, оказывающих влияющих значительное влияние на рынки. Примерами служат мультисенсорные цифровые устройства, системы дистанционного управления для робототехнических систем с силомоментной обратной связью.

6. *Системы распределенного реестра* – это базы данных, которые чаще всего распределены по многочисленным сайтам различных стран. В качестве основных примеров приводят такие технологии, как блокчейн, и разнообразные цифровые валюты, например биткоин.

7. *Технологии беспроводной связи* – представляют собой информационно-технологическую концепцию, которая обеспечивает повсеместный и удобный сетевой доступ по требованию к общему объёму конфигурируемых вычислительных ресурсов, которые могут быть оперативно предоставлены и освобождены с минимальными эксплуатационными затратами или обращениями к провайдеру.

Цифровые технологии (далее – ЦТ) также служат толчком к созданию новых технологий в различных сферах. Они ведут к смене модели глобального

экономического развития и кардинальному изменению организации производства, которые в свою очередь способствуют формированию цифровой экономики. Она открывает новые, не задействованные, либо не существовавшие раньше, направления экономического роста, позволяя обеспечить экономическую эффективность производства, улучшая качество при снижении себестоимости товаров и услуг, а также обеспечивая повышенную производительность в расширяющихся сферах деятельности [15,58].

Анализ научных публикаций, проведенный по тематике исследования, позволяет утверждать, что общепринятого определения «цифровая экономика» нельзя выделить. Данный термин был введен в 1995 г. Николасом Негропонте, который предложил использовать его в значении «перехода от атомного движения к битовому движению» [84]. В нашей стране Указ Президента от 09.05.17 г. № 203 «О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 гг.» закрепил понятие «цифровая экономика»².

Цифровую экономику можно рассматривать с двух точек зрения, во-первых, это совокупность новых отраслей, которые являются подавляющей частью мировой экономики [91], а во-вторых, как экономическое производство, использующее цифровые технологии, которые трансформируют некоторые аспекты хозяйствующих субъектов, уже устоявшихся в своей деятельности [81].

Центральным звеном цифровой экономики является технологический сектор, представленный цифровыми технологиями (рис. 1.1). За его работу и функционирование отвечают производители программного и аппаратного обеспечения, а также фирмы, оказывающие консалтинговые и телекоммуникационные услуги на рынке. За границами центрального звена цифровая экономика становится основой развития новых бизнес-моделей, цифровых платформ, а также сервисов, которые дают возможность ведения. В

² Хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг.

связи с тем, что цифровые технологии влияют на имеющиеся традиционные отрасли, происходящие перестройки в глобальном масштабе создают цифровую экономику, являющуюся частью общемировой экономики [19].



Рисунок 1.1 – Место цифровой экономики в модели мировой экономики
Источник: Румана Б., Ричард Х. Определение, концепция и измерение цифровой экономики
// Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. – Т. 13. – № 2. – С. 143–172. DOI: 10.17323/1996-7845-2018-02-07 [76]

Специфическими чертами цифровой экономики являются:

- преобладание цифрового обмена над физическим в экономической деятельности;
- главный экономический ресурс – интеллектуальный капитал (т.е. знания), а не финансовый;
- лидирующее средство коммуникации – Интернет;
- лидирующая организационная структура – сетевая;
- основная метода развития – это самоорганизация и эволюция, которые задают изменения от простого к сложному;
- основной уровень, на котором обмениваются данными, – глобальный вместо регионального [76].

Основным показателем, который демонстрирует степень трансформации экономических процессов в стране – доля цифровой экономики в валовом внутреннем продукте (ВВП). Данные международного аналитического агентства Boston Consulting Group (BCG), показывают рост доли цифровой экономики в ВВП в течение последних лет в развитых странах, так с 2010 г. по 2016 г. в Великобритании он составил 4,1%, в Евросоюзе 1,9%, в Китае 1,4% в Японии 0,9%, в США 0,7% [89].

Самая значительная доля цифровой экономики в структуре ВВП среди анализируемых стран G20 у Великобритании, увеличившей значение показателя до 12,5% за период с 2010 г. по 2016 г. В России также наблюдается увеличение доли цифровой экономики в структуре ВВП за тот же период с 3% до 3,9%. Однако несмотря на небольшой рост, отставание РФ по данному показателю от лидеров цифровизации составляет порядка 3- 4 раз [88]. По мнению экспертов, ученых, политиков, делающих акцент в своих заявлениях на слабую конкурентоспособность российских промышленников, статус нашей страны в разрезе высоких технологий можно определить как догоняющий, в связи с технологическим отставанием [42].

Этим объясняется повышенная заинтересованность крупных российских компаний к цифровым технологиям. Изучение официальных сайтов крупных представителей различных отраслей экономики РФ, а также мониторинг Интернет-ресурсов, позволил выявить, что компании делают упор на цифровые системы управления производством, такие как SAP-, EAM-, ERP-системы, а также проводят модернизацию бизнес-моделей с применением цифровых технологий [19].

Согласно оценкам экспертов, цифровая экономика значительно изменит подавляющее большинство отраслей. Связано это с существенным влиянием цифровых технологий на производство, в части повышения их эффективности, через оптимизацию и сокращение посредников.

Для цифровой экономики характерным является быстро появляющиеся возможности как для предпринимательского сектора, так и для самозанятых [4].

В большинстве случаев инвестирование в цифровые технологии позволило получать дивиденды, которые выражаются экономическим ростом, новыми рабочими местами, созданием новых видов услуг, нацеленных как на производство, так и на граждан, а также сокращением издержек на госуправление в том числе за счет электронного правительства [4].

Маркером значимости цифровой экономики становится расширение ее доли в структуре ВВП государств практически на 20%. В 2010 г. компания VCG провела оценку размера цифровизации, и она составила порядка 2,3 трлн долл. США для группы 20 стран, или около 4,1% их ВВП. При условии сохранения подобных темпов роста через 10-15 лет доля цифровой экономики в мировом ВВП достигнет от 30 до 40%.

Цифровые технологии – это современный феномен, обладающий огромным потенциалом содействия росту ВВП страны. По ежегодным заключениям аналитиков, экономический эффект от цифровизации экономики России увеличит ВВП страны к 2025 г. на 4,1- 8,9 трлн. руб. [66]. Однако подобный результат может быть достигнут только в случае полного использования потенциала цифровой трансформации отраслей.

В зависимости от используемой оценки методики размера цифровой экономики [исследование McKinsey; исследование Boston Consulting Group; исследование Ассоциации электронных коммуникаций (РАЭК) и др.] ее доля в мировом ВВП в 2018 г. составила от 4,4% до 15,6%. Порядка 40% добавленной стоимости, которая создается в секторе ИКТ, складывается за счет США и Китая.

В то же время аналитический отдел Российской ассоциации электронных коммуникаций (РАЭК) в 2017 г. разработал собственный подход к оценке доле цифровой экономики в экономику России, в 2017 г. ее вклад составил 1,8 трлн руб., что эквивалентно 2,1% ВВП, в 2018 г. – 3,9 трлн руб., что эквивалентно 3,7 % ВВП, в 2019 г. – 4,7 трлн руб., что эквивалентно 6,4% ВВП [106].

Согласно оценкам экспертов, цифровая экономика значительно изменит подавляющее большинство отраслей. Инвестирование в цифровые технологии даст возможность в будущем обеспечивать экономический рост, новые рабочие

места, новую продукцию, а также эффективное госуправление, в том числе за счет создания электронного правительства.

Специалисты НИУ ВШЭ проводили оценку ресурсов, направленных на процессы цифровизации, а также анализировали влияние цифровых технологий на экономический рост. В результате исследований было установлено, что цифровизация может стать одним из ведущих факторов экономического роста при условии достаточного инвестирования в данную сферу. По подсчетам специалистов к 2030 г. ВВП и его рост будет достигаться преимущественно за счет цифровизации (1,47%, при общем приросте ВВП 2,75%). Также, будет развиваться конкурентоспособность секторов экономики и индустрия информации, которая к 2030 г. достигнет уровня 4% от ВВП. При ускоренных темпах роста ВВП, принятых за 4,3%, цифровизация будет обеспечивать 2% прироста [78]. В общем за период 2017-2030 гг. вклад индустрии информации в рост ВВП составит почти 4%, а цифровизации секторов экономики – около 30%. Такой эффект может быть получен при условии существенного повышения производительности и активных инвестициях в отраслях экономики.

Анализ теоретико-методологических подходов, а также зарубежного опыта позволяет заявить, что использование цифровых технологий любой направленности (производственных, управленческих, финансовых, социальных и др.), а также трансформация производственных процессов благоприятно воздействуют на экономическое развитие как страны, так и отдельных регионов и предприятий, путем повышения производительности, конкурентоспособности и эффективности деятельности. Примерами такого воздействия выступают.

Повышение производительности труда. Человеческий капитал – один из инструментов повышения производительности труда в условиях цифровой экономики. Использование цифровых технологий позволяет оптимизировать производство, путем интеграции таких технологий в сложные и точные производственные процессы, что увеличивает количество высокопроизводительных рабочих мест, а также удельный вес высококвалифицированных специалистов в общей численности работников.

Кроме того, появляется возможность более эффективно использовать человеческие ресурсы, в особенности умственные характеристики, которые способствуют повышению производительности труда.

Повышение капитализации. Применение цифровых технологий в производстве способствует оптимизации общей эффективности и увеличению производительности компании, позволяет создавать новые цепочки добавленной стоимости. В результате возрастает доходность предприятия, его инвестиционная привлекательность и общая стоимость на рынке.

Улучшение качества жизни. Цифровые технологии выступают инструментом повышения качественных показателей благосостояния граждан, формируя национальное пространство, центральное место в котором принадлежит человеку. Происходит упрощение процедур взаимодействия граждан с государством при получении необходимых услуг и прохождении стандартизированных процедур (замена водительских прав или паспорта). Прежде всего это выражается в существенном увеличении скорости функционирования государственных информационных систем. Кроме того, качество жизни повышается за счет повышения удовлетворенности потребностей людей с помощью новых видов услуг или способов их оказания.

Формирование новых рынков. Согласно экспертным оценкам, цифровая экономика вносит существенные изменения в более чем 50% отраслей. Объясняется подобное способностью цифровых технологий сокращать транзакционные издержки при взаимодействии как менеджмента и производства, так и физических лиц, а также возможностью осуществления более тесного контакта хозяйствующим субъектам и государственными структурами. Все эти процессы создают цифровую экономику, которая основывается на сетевых сервисах [98].

Повышение конкурентоспособности. Главная цель внедрения цифровых технологий – повсеместная автоматизация всех осуществляемых производственно-экономических процессов, повышение эффективности всех хозяйствующих субъектов, активизация обмена знаниями и информацией,

увеличение удельного веса рабочих мест в высокотехнологичных отраслях. Компании, применяющие цифровые технологии, лидируют на мировых рынках и способствуют наличию конкуренции за рынки, т.к. главным их преимуществом является владение уникальными цифровыми технологиями или платформой, а не каким-либо базовым аспектом.

Повышение безопасности. Становление цифровой экономики во многом зависит от обеспечения цифровой безопасности. Сохранность цифровых данных становится одним из основных направлений обеспечения безопасности, как на государственном уровне, так и на уровне отдельных организаций и граждан. Реализация подобных процедур может быть осуществлена через организационно-технические мероприятия по прогнозированию, обнаружению, предотвращению угроз и ликвидации их последствий.

Таким образом, цифровые технологии, являющиеся основой цифровой экономики, оказывают существенное влияние на качество жизни граждан и обеспечивают экономический рост страны. Внедрение цифровых технологий в различных отраслях экономики и уровнях производства, приводит к значительным экономическим выгодам, выражающимся в том числе и в росте ВВП.

В экономически развитых странах основным мотивом для трансформации производственных процессов, стала необходимость преодоления замедления темпов роста производительности труда. В российской действительности преобладающие в промышленности технологии достигли пределов экономического роста, который сопровождается падением прибыли в традиционном производстве. Дальнейшее развитие страны должно быть связано с осуществлением технологической модернизацией традиционных секторов и переходом к новой организации процессов на промышленных предприятиях, путём активного внедрения цифровых технологий.

1.3. Факторы, влияющие на внедрение цифровых технологий в обрабатывающих производствах

Промышленность является одним из важнейших сегментов экономики Российской Федерации. Доля промышленности в валовом внутреннем продукте страны составляет порядка 40%³. Промышленный комплекс РФ представлен множеством компаний и предприятий, действующих в различных отраслях, так обрабатывающие производства формируют около 14%⁴ валовой добавленной стоимости, в них занято около 32% населения (порядка 10,1 млн чел.) [99], что характерно для развивающихся стран, т.к. численность занятых в промышленности в развитых странах составляет от 13 до 25% [31]. Развитые страны определили ключевые приоритеты в стратегии развития, основываясь на методах повышения конкурентоспособности путём внедрения цифровых технологий в производство. Процесс цифровизации⁵ отягощён отсутствием понимания факторов и их влияния при интеграции цифровых технологий в производственную деятельность.

Основной чертой мирового экономического развития является неравномерность, сопровождающаяся кардинальной сменой организации промышленного производства, в частности, происходит замещение целостных комплексов технологически связанных производств. В такие моменты происходит открытие новых направлений экономического роста, повышается экономическая эффективность производства и расширяются возможности потребления – подобные общеисторические явления называют промышленными революциями. Историк Э. Хобсбаум назвал промышленные революции «самыми значимыми трансформациями человеческой жизни в мировой истории, зафиксированными документально» [101].

³ Промышленный портал: Российская промышленность: сводка электронный ресурс – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fabricators.ru/article/rossiyskaya-promyshlennost> (дата обращения 24.09.2020).

⁴ Сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2024 года и на период до 2035 года. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bazanpa.ru/pravitelstvo-rf-rasporiazhenie-n1512-r-ot06062020-h4783605/strategiia/2/> (дата обращения 24.09.2020).

⁵ В узком смысле – внедрение цифровых технологий в производство

Четвертая промышленная революция повлекла за собой слияние промышленности и цифровых технологий, результатом которого стал лавинообразный рост производительности труда, уровня конкурентоспособности и общего экономического развития. Процесс внедрения цифровых технологий генерации, обработки, передачи, хранения и визуализации данных в различные сферы человеческой деятельности определяется термином цифровизация [68]. Речь идёт о таких ЦТ как: большие данные, искусственный интеллект, машинное обучение и роботизация, Интернет вещей и др. Важность перехода на «цифровые рельсы» подчеркнута и действиями правительства РФ, так в 2018 г. было учреждено Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ, а также принята программа «Цифровая экономика» в рамках национальных целей и стратегических задач развития страны.

Однако высокая пассивность промышленных предприятий, которые используют устаревшие технологии не только в процессе производства, но и в его администрировании затрудняют цифровизацию, и такая ситуация наблюдается не только в РФ. По данным Еврокомиссии, только 2% предприятий в полной мере реализуют преимущества цифровых технологий, в то время как около 40% не используют их вовсе [90].

Процесс цифровизации в условиях ограниченных ресурсов накладывает определённый отпечаток. Так, необходим выбор цифровых технологий из всего доступного спектра, определение в какие из них выгоднее инвестировать, расчет их влияния на операционную эффективность производства и скорость их окупания. Кроме того, необходимо понимать, каким образом осуществить переход от пилотной версии к масштабной программе цифровизации и управлять ею.

В настоящее время в производстве расширяется применение автоматизированных систем управления и контроля технологических процессов на всех производственных стадиях и видах производств. Компании предъявляют спрос на инжиниринговые услуги и сервисы по внедрению цифровых

технологий. В то же время их использование и автоматизация носят фрагментарный характер [94].

Цифровые технологии являются фактором повышения экономического роста, качества жизни, производительности труда, конкурентоспособности различных отраслей, развития предпринимательства и пр. При этом самим факторам, т.е. движущим силам внедрения цифровых технологий, практически не уделяется внимание, хотя именно они определяют процесс интеграции ЦТ в конкретные отрасли и производства.

В исследовании Е.Г. Жулиной [28] предлагается классификация факторов (барьеров), препятствующих применению ЦТ, в рамках которой рассмотрены две большие группы: внешние и внутренние. Внешние факторы разделены на связанные с: государством, другими компаниями и технологиями, а внутренние факторы разделены по трём направлениям: связанные с ресурсными ограничениями, человеческой составляющей и «ментальными» установками. Однако данная классификация адаптирована для экономики страны, поэтому применение ее по отношению к предприятию (микроуровню) является не корректным. Так, например, выделенный в работе Е.Г. Жулиной [28] фактор *«экономические риски в стране»* при транслировании его на деятельность конкретного производства оказывает минимальное или вообще не оказывает влияние. А фактор *«отсутствие системы государственной поддержки цифровизации бизнеса»*, выглядит необоснованно, поскольку, Министерство промышленности и торговли РФ, Фонд содействия инновациям, «Российская венчурная компания» (АО «РВК»), а с 2019 г. и Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ) предоставляют обширный перечень мер поддержки, направленных как на разработку, так и на внедрение цифровых технологий.

В работе Ю.И. Грибанова [23] приводится классификация факторов, сдерживающих развитие и внедрение цифровых технологий, по аналогии с ранее описанным подходом. В данной системе факторы делятся на внешние и внутренние, при этом внешние подразделяются ещё на три группы:

государственные, конкурентные и технологические, а внутренние на четыре: ресурсные, человеческие, психологические и организационные. Представленная классификация в большей степени адаптирована под промышленные предприятия, однако во многом она повторяет подход, предложенный Е.Г. Жулиной в [28]. Отличием является попытка учесть специфику микроуровня посредством рассмотрения группы организационных факторов.

Анализ литературы показал, что исследователи также предлагают системы факторов для отдельных сфер внедрения ЦТ. Например, в рамках международного круглого стола «Глобальная экономика в XXI веке: роль биотехнологий и цифровых технологий» [11] разбираются внешние факторы внедрения ЦТ в таможенных органах. Приведённая классификация построена на основе PEST-анализа, и выделяет четыре группы: политические, экономические, социальные и технологические, каждый из которых делится на положительно влияющие факторы, и на отрицательно.

В.М. Володин и Н.А. Надькина [12] разработали классификацию факторов внедрения ЦТ на предприятиях сельского хозяйства, помимо базовых условий, для сельского хозяйства они выделяют еще три специфических – это использование фермерами и работниками служб распространения сельскохозяйственных знаний интернета, мобильных сетей и социальных сетей; наличие у сельского населения навыков использования цифровых технологий; культурная среда, подталкивающая сельских предпринимателей к внедрению цифровых.

Приведённые классификации либо имеют обобщенный характер и не учитывают факторы, стимулирующие внедрение цифровых технологий, либо узкоспециализированы, что не позволяет использовать их применительно к промышленному производству. В связи с этим, на основе анализа выявленных подходов, автором была предпринята попытка систематизировать факторы, влияющие на внедрение цифровых технологий в производство.

Существует множество подходов к группировке различных факторов. Например, самая часто применяемая, – это разделение на внешние (не

поддающиеся влиянию) и внутренние (контролируемые). По степени воздействия отличают факторы прямого влияния и косвенные. В зависимости от степени воздействия факторы разделяются на слабо, сильно влияющие и мультипликативные (их измерение влечёт множительный эффект). По степени воздействия факторы делят на постоянные (т.е. влияние идет все время) и переменные (т.е. влияние происходит только периодами). Различают также факторы по характеру прироста: интенсивные – прирост происходит за счёт повышения эффективности производства и экстенсивные – прирост происходит за счёт количественного увеличения ресурсов. В зависимости от степени распространённости факторы делятся на общие факторы – характерны для всех отраслей экономики, и специфические факторы – существуют только в отдельных отраслях и не проецируются на другие отрасли.

Кроме вышеперечисленных признаков классификации, коллектив авторов О.М. Калиева, Н.В. Лужнова, М.И. Дергунова и М.С. Говорова [35] рассматривает систему факторов, оказывающих влияние на деятельность предприятия, которая включает: рыночные, конъюнктурные, хозяйственно-правовые, административные – входят в группу внешних; а также материально-технические, организационно-управленческие, экономические и социальные, – относятся к внутренним факторам. Данный подход был использован автором при разработке системы факторов, влияющих на внедрение цифровых технологий в производство, учитывающей как потенциально стимулирующие, так и препятствующие аспекты (рис. 1.2).

В предложенной системе выделены следующие группы факторов: информационный, финансовый, технологический, кадровый, управленческий и рыночный. Внутри каждой группы отдельно рассматриваются внешние и внутренние факторы. Исключение составляют управленческие факторы, которые относятся к внутренней среде, и рыночные, которые включают только внешние факторы.

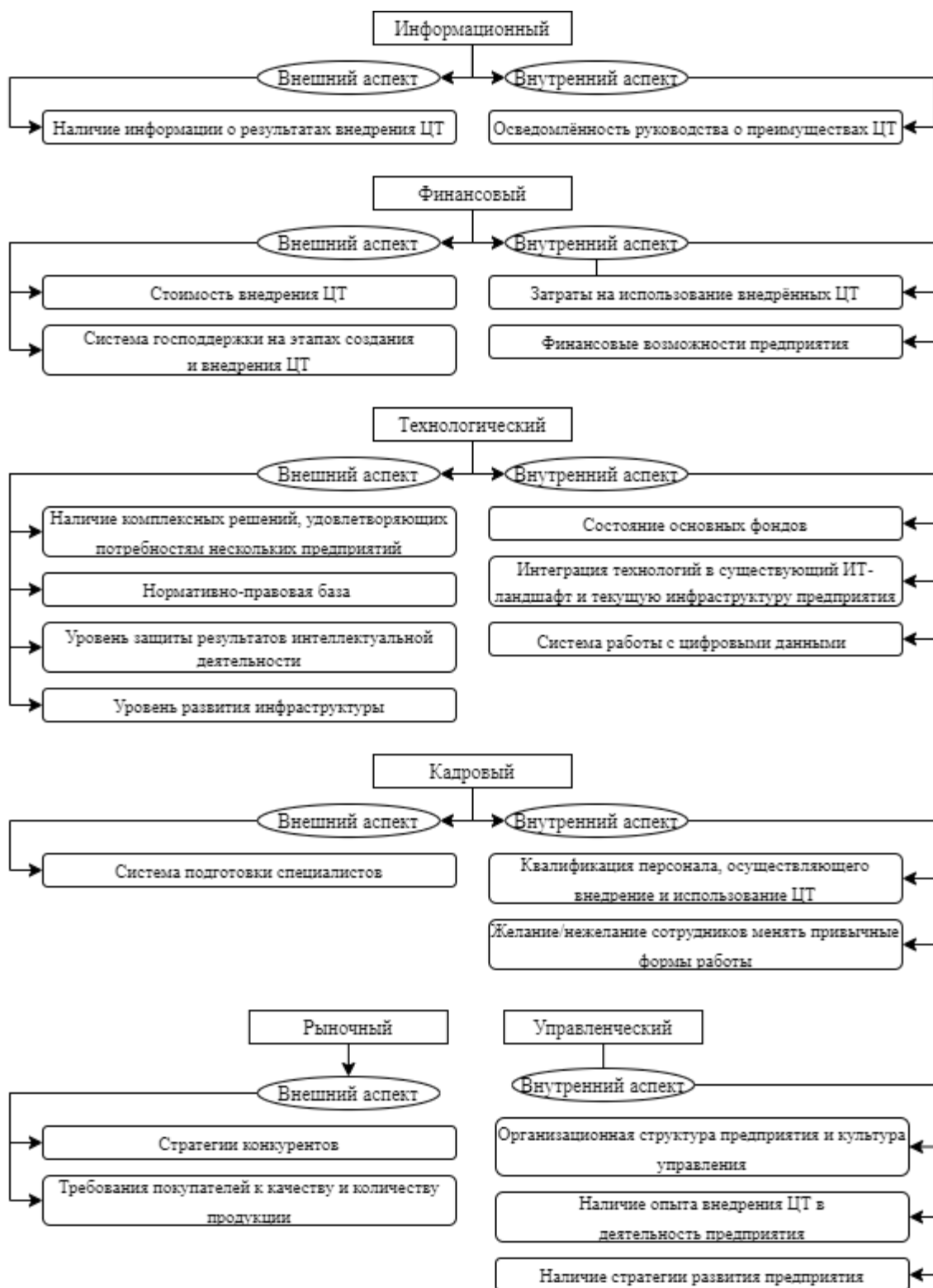


Рис. 1.2 – Система факторов, влияющих на внедрение цифровых технологий в производство
 Источник: разработано автором на основе [23;28;35]

1. Информационный фактор.

Рассматривая его со стороны внешней среды в первую очередь речь идёт о *наличии информации о результатах внедрения ЦТ*. Свободный доступ к данным

позволяет понять эффекты от внедрения цифровых технологий, их влияние на эффективность работы предприятия, качество выпускаемого продукта в условиях ограниченных ресурсов. Проведение анализа конкурентов и достигнутых ими результатов от внедрения ЦТ необходимо для понимания в какой части производства есть необходимость применения этих технологий, какие функции необходимо модернизировать.

Внутренний аспект этого фактора – это *осведомлённость руководства о преимуществах цифровых технологий*. Неверное понимание сути или нежелание узнавать о цифровизации и её эффектах со стороны лиц, принимающих решения, в определённой мере сказывается на всем предприятии, на его перспективах, положении на рынке, возможности успешно конкурировать и развиваться, а иногда и просто возможности дальнейшего существования.

2. Финансовый фактор.

Внешние его аспекты – это *стоимость внедрения цифровых технологий*. Подобные затраты должны быть соизмеримы с той экономической эффективностью, которая ожидается от внедрения ЦТ, поскольку в случае завышенной стоимости экономическая эффективность может быть отрицательной.

Внешним аспектом также является *система господдержки на этапах создания и внедрения ЦТ*. Как уже говорилось выше, в настоящее время целый ряд государственных структур осуществляет оказание помощи как на этапе внедрения, так и на этапе дальнейшего применения цифровых технологий в производствах.

Внутренний аспект это – *затраты на использование внедрённых ЦТ*. Стоимость последующей эксплуатации цифровых технологий также оказывает влияние на их внедрение в производство. Любая эффективная идея может быть поддержана при правильном её экономическом обосновании. Однако требуется понимание руководством необходимости внедрения ЦТ для того, чтобы вкладывать средства в реализацию. Кроме того важно, чтобы у предприятия были свободные денежные средства, которые можно направить на эти цели.

Одним из внутренних факторов внедрения цифровых технологий также являются *финансовые возможности предприятия*.

3. Технологический фактор.

Внешние аспекты – это *наличие комплексных решений, удовлетворяющих потребностям нескольких предприятий*. Цифровизация даёт максимальный эффект при сквозном внедрении ЦТ по всей цепочке создания стоимости. Наличие на рынке ЦТ, которые будут удовлетворять запросам более чем одного заказчика, позволяет в полной мере использовать их потенциал. Применение ЦТ на каждом предприятии, включённом в цепочку создания стоимости конечного продукта, позволит снизить его стоимость и сделать более конкурентоспособным на рынке.

Нормативно-правовая база по обеспечению кибер-безопасности, включая ответственность за утечку сведений. При внедрении ЦТ важным вопросом является соблюдение конфиденциальности и сохранности данных как о ходе производственных процессов, так и административных.

Уровень защиты РИД – обеспечение правовой охраны создаваемых и внедряемых цифровых технологий в производство это один из маркеров, свидетельствующих о заинтересованности государства в расширении использования ЦТ. Эффективная система правовой охраны РИД и государственная регистрация позволяют безопасно и легально осуществлять продажу технологий, а также предоставлять права на их применение.

Уровень развития инфраструктуры – пропускная способность каналов связи, доступ к мобильному интернету, центры обработки данных и т. п. Наличие возможности сквозного обмена данными между различными отраслями, ведомствами и компаниями, влияет на внедрение сквозных ЦТ и создание единого цифрового пространства.

Внутренний аспект это в первую очередь – это *состояние основных фондов*. Существующие производственные мощности характеризуются определенным уровнем автоматизации и износа (как техническим, так и моральным), что накладывает отпечаток на процесс внедрения цифровых

технологий. Дополнительную роль играет и техническое регулирование, оказывающее непосредственное влияние на внедрение новых технологий, т.к. требуется единовременный реинжиниринг всей ИТ-структуры компании в кратчайший срок.

Интеграция технологий в существующий ИТ-ландшафт и текущую инфраструктуру предприятия. Одной из особенностей внедрения новых технологий в уже существующий ИТ-ландшафт предприятия является необходимость обеспечения взаимодействия уже действующих технологий и новых. Согласованное функционирование внедряемых ЦТ вкупе с уже применяемыми решениями позволяет в полной мере использовать возможности цифровых технологий.

Система работы с цифровыми данными – наличие на предприятии определённой корпоративной культуры работы с конфиденциальными данными, сетями и пр., во многом определяет готовность персонала к внедрению ЦТ и скорость их адаптации к новым решениям.

4. Кадровый фактор.

Внешний аспект данного фактора – это *система подготовки специалистов*. Ускорившиеся процессы интеграции ЦТ в производство создали спрос на опережающую подготовку специалистов и соответствующие образовательные программы. Их наличие или отсутствие определяет возможность внедрения ЦТ.

В то время как внутренние – это *квалификация персонала, осуществляющего внедрение и использование цифровых технологий*. Несмотря на расширяющийся доступ к цифровым технологиям, их внедрение требует достаточного уровня автоматизации, наличия ИТ-инфраструктуры и квалифицированного персонала на местах. При трансформации должна изменяться не только сама компания, но и сами ИТ-специалисты (ИТ-кадры). Им необходимо приобрести определенные навыки и знания для работы в новой измененной среде. В исследовании «Шесть барьеров на пути цифровой трансформации и стратегии по их преодолению» [82] выявлено, что только 15%

руководителей обладают такими навыками (таких, как блокчейн, облачные вычисления, цифровая безопасность и т.п.), которые позволят им провести трансформацию. Для успешной реализации цифровых технологий необходимы сильные лидерские качества и современные практики управления. Эффективное слияние технологий и бизнес-процессов внутри компании требует базовых ИТ-навыков среди сотрудников, программ для их поддержания и развития, а также соответствия характера работы их компетенциям. Руководители крупных российских компаний отмечают, что важным показателем готовности к реализации масштабных программ трансформации является целенаправленное повышение цифровой грамотности сотрудников. Это особенно важно для сотрудников обычных подразделений.

Желание/нежелание сотрудников менять привычные формы работы. Культурное изменение – сотрудникам, привыкшим к общению и к контактированию с клиентами, придется полностью изменить культуру своей работы – больше времени проводить за компьютером и использовать другие способы коммуникации. Кроме того, возможно осознание работниками, что внедрение цифровых технологий может привести к их увольнению и они, вполне вероятно, будут противодействовать внедрению.

5. Управленческий фактор.

Данный фактор рассматривался только с внутреннего аспекта.

Организационная структура предприятия и культура управления. Исторически сложившиеся подходы к управлению влияют на темпы проникновения цифровых технологий вне зависимости от потенциальных эффектов от внедрения ЦТ. Разработка собственными силами и / или внедрение новых технологий и оборудования требует согласований на достаточно высоком уровне, что может вести к изменению сроков принятия окончательного решения, а также побуждает компании обращаться к поставщикам готовых решений, либо сторонним разработчикам для разделения рисков и стоимости разработки.

Наличие опыта внедрения цифровых технологий в деятельность предприятия. Процесс трансформации производства является трудоёмким и

затратным, т.к. каждое подразделение использует свои определённые цифровые инструменты, которые не подходят для применения в других отделах. Наличие у руководства опыта внедрения ЦТ, например, в систему менеджмента, позволяет транслировать полученные навыки и более комплексно и планомерно осуществлять процесс интеграции ЦТ в производство.

Наличие стратегии развития предприятия. Переустройство ИТ-инфраструктуры должно происходить при согласовании с имеющейся в каждой компании стратегией дальнейшего развития, только в таком случае подобные изменения могут приносить прибыль компании. У всего производства должно быть постоянное желание развиваться и двигаться вперед, кроме того, планы развития должны учитывать внедрение ЦТ на всех уровнях, а также применяться в оперативном и стратегическом планировании.

6. Рыночный фактор.

У данного фактора имеется только внешний аспект. Во-первых, это *стратегии конкурентов*. Конкурентоспособность предприятия достигается за счёт эффективного использования производственного потенциала. Так наличие у конкурентов стратегии развития, предполагающей внедрение ЦТ, дает им преимущество на рынке. Кроме того, это является маркером свидетельствующем о необходимости внедрения ЦТ в деятельность предприятия для успешного конкурентирования.

Во-вторых, требования покупателей к качеству и количеству продукции. Рыночная экономика способствует наличию большого числа продавцов на рынке и огромному количеству свободной информации, все это накладывает отпечаток на требования потребителей к количеству и качеству получаемой продукции. В этих условиях применение ЦТ позволяет предприятию адекватно реагировать на запросы рынка и покупателей, путём изменения либо количества выпускаемой продукции, либо её качества [10].

Проведённый анализ литературы подтвердил положительное влияние цифровых технологий на экономический рост, производительность труда, конкурентоспособность различных отраслей, промышленность и пр. В тоже

время было выявлено недостаточное внимание к движущим силам внедрения ЦТ в производство, изученные подходы к систематизации факторов в отечественной литературе позволили разработать авторскую систему факторов.

В итоге были определены и сгруппированы основные факторы, влияющие на внедрение цифровых технологий в производство. Предложенная система факторов учитывает особенности промышленного производства (т.е. речь идёт о рассмотрении факторов с точки зрения микроуровня), а также включает как потенциально стимулирующие, так и препятствующие аспекты внедрения цифровых технологий в производство. В авторской системе выделены следующие группы факторов: информационный, финансовый, технологический, кадровый, управленческий и рыночный. Внутри каждой группы отдельно рассматриваются внешние и внутренние факторы. Исключение составляют управленческие факторы, которые относятся к внутренней среде, и рыночные, которые включают только внешние факторы.

Выводы по первой главе

1. Установлено, что главной закономерностью мирового экономического развития является неравномерность, которая предопределяется процедурой логичной смены определенных сочетаний технологически связанных производств – технологических укладов. Научно-технологический прогресс становится основой формирования нового технологического уклада, т.е. происходит изменение форм и сочетаний средств труда, а также меняется предмет труда и рабочая сила, необходимые для создания продукции и услуг. Для общества на этапах своего развития характерно базироваться на более совершенном, чем предыдущий, технологический уклад.

2. Проведенный анализ подходов к пониманию категорий «автоматизация», «информатизация» и «цифровизация» показал, что все эти процессы нацелены на повышение производительности труда и исключение человека из различных производственных процессов. При этом появляющиеся новые технологии, не исключая друг друга, обеспечивают в период своего

становления резкий рост экономики путем создания новых продуктов и видов деятельности, оказывающих существенное влияние, как на мировое хозяйство, так и на социальную жизнь общества.

При этом, автоматизация – направление научно-технического прогресса, которое применяет саморегулирующие технические средства и математические методы для того, чтобы освободить человека от части процессов или снизить степень этого участия в процессе получения, преобразования, передачи и использования энергии, изделий или информации. Она позволяет повышать отдачу от эксплуатируемого оборудования в качественном и количественном выражении, а также ускоряет процесс принятия управленческих решений и повышает их точность.

Информатизация – научно-технический и социально-экономический процесс, который характеризуется формированием, использованием и развитием информационных технологий, а также созданием условий для удовлетворения информационных потребностей общества, реализации прав и обязанностей органов государственной власти, местного самоуправления, организаций, общественных объединений и граждан. Кроме того, информационные технологии создают новые независимые продукты и рынки и приводят к установлению новых связей и форм взаимодействия между членами общества.

Цифровизация – процесс, заключающийся в оцифровке всех информационных ресурсов, в том числе, создание цифровых копий, а также создание сетевых платформ взаимодействия, для получения прогнозируемого результата на действия. Речь идет о трансформации, идущей дальше, простой замены аналогового или физического ресурса на цифровой, подразумевается не только автоматизация процессов, но и эффективная отдача от них, отличительной чертой выступает изменение жизни людей, связанное с результатами (положительными и отрицательными) информатизации, но более структурированное.

3. Анализ показал, что в экономически развитых странах основным мотивом для трансформации производственных процессов, стала необходимость

преодоления замедления темпов роста производительности труда. В российской действительности преобладающие в обрабатывающих производствах технологии достигли пределов экономического роста, который сопровождается падением прибыли в традиционном производстве. Дальнейшее развитие страны должно быть связано с осуществлением технологической модернизацией традиционных секторов и переходом к новой организации процессов на промышленных предприятиях, путём активного внедрения цифровых технологий, т.к. они, с одной стороны, сами являются передовыми технологиями, а с другой способствуют ускорению и интеграции знаний в других отраслях экономики. Анализ теоретико-методологических подходов, а также зарубежного опыта позволяет заявить, что использование цифровых технологий, а также трансформация производственных процессов благоприятно воздействуют на экономическое развитие как страны, так и отдельных регионов и предприятий, путем повышения производительности, капитализации, качества жизни, конкурентоспособности и формированию новых рынков.

4. Обосновано, что цифровые технологии являются фактором повышения экономического роста, выражающимся в том числе и в росте ВВП, при этом самым факторам, т.е. движущим силам внедрения цифровых технологий, практически не уделяется внимание, хотя именно они определяют процесс интеграции ЦТ в конкретные отрасли и производства. Проведенное исследование показало, что существующие подходы к классификации либо имеют обобщенный характер и не учитывают факторы, стимулирующие внедрение цифровых технологий, либо узкоспециализированы, что не позволяет использовать их применительно к промышленному производству. В связи с этим, на основе анализа выявленных подходов, была создана авторская систематизация факторов, влияющих на внедрение цифровых технологий в производство.

При этом за основу был использован подход коллектива авторов О.М. Калиева, Н.В. Лужнова, М.И. Дергунова и М.С. Говорова который включает: рыночные, конъюнктурные, хозяйственно-правовые, административные –

входят в группу внешних; а также материально-технические, организационно-управленческие, экономические и социальные, – относятся к внутренним факторам.

В итоге были определены и сгруппированы основные факторы, влияющие на внедрение цифровых технологий в производство. Предложенная система факторов учитывает особенности промышленного производства (т.е. речь идёт о рассмотрении факторов с точки зрения микроуровня), а также включает как потенциально стимулирующие, так и препятствующие аспекты внедрения цифровых технологий в производство. В авторской системе выделены следующие группы факторов: информационный, финансовый, технологический, кадровый, управленческий и рыночный. Внутри каждой группы отдельно рассматриваются внешние и внутренние факторы. Исключение составляют управленческие факторы, которые относятся к внутренней среде, и рыночные, которые включают только внешние факторы.

ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

2.1. Оценка мировых трендов цифровизации производства

Тенденции экономики индустриально развитых стран указывают на то, что процессы цифровизации носят глобальный характер. Внедрение технологий нового поколения, получивших наименование «сквозных», по причине масштабов и глубины их распространения, позволяет говорить о развитии цифровой экономики. К ней относят разнообразную экономическую деятельность, в которой применение цифровой информации и знаний занимает ведущее место в процессе изготовления продукта. Разработка и внедрение информационных сетей превращается в ключевую область деятельности, а в роли ведущих факторов роста продуктивности и рационализации архитектуры экономики, выступают информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) [20].

Обобщая мнения экспертов, являющихся представителями крупных международных исследовательских организаций, представляется возможным выделить несколько первичных трендов, которые в долгосрочной перспективе окажут существенное влияние на показатели экономического роста [18; 39; 93]: облачные вычисления; интернет вещей; искусственный интеллект; робототехника; блокчейн. Именно эти тренды служат основой для четвертой индустриальной революции. Данные направления связаны с цифровой экономикой [18], которая основана на применении цифровых интернет-технологий в процессе производства товаров и услуг и торговле ими.

Глобальная экономика подвержена изменениям, и с каждым годом они протекают все быстрее. Происходящие технологические преобразования постоянно раздвигают границы задач, стоящих перед промышленностью. Российский экономист, доктор экономических наук А.А. Пороховский отмечает роль промышленности в экономике развитых стран, приводя в пример США, и утверждает, индустриальное производство, и, в частности, обрабатывающая промышленность, являются стержнем экономической суверенности страны, и

определяют ее позицию на мировом рынке [69]. О прямой зависимости роста экономики, богатства страны и ее жителей от развитости в национальном хозяйстве обрабатывающей промышленности и высокотехнологичных услуг, говорит и норвежский экономист Эрик С. Райнерт [74].

Правительства индустриально развитых стран понимают необходимость разработки государственной политики в сфере цифровой экономики, направленной на использование накопленного технологического материала для проведения ускоренной модернизации экономики.

Так, мировое сообщество, в частности Евразийский экономический союз (ЕАЭС), выступило с инициативой по цифровой трансформации в сфере промышленности. Внимание к данному вопросу выразили не только правительства различных стран, но и интеграционные объединения, в том числе и транзакционные компании. Далее последовало утверждение цифровых стратегий по всему миру, в частности: ЕАЭС принял программу «Цифровая Европа 2020», после этого ФРГ опубликовала проект «Индустрия 4.0.», далее был обнародован «Консорциум промышленного Интернета» в Соединенных Штатах Америки, а следом Китайская народная республика создала программу «Интернет +». Представленные проекты были инициированы на государственном уровне, промышленность поддержала предложенное направление развития и крупнейшие индустриальные компании стали реализовывать стратегии развития в концепции «Индустрия 4.0», «Интернет +» (Siemens, General Electric, SAP, Intel).

В рамках работы по цифровизации экономики Евросоюз в 2010 г. выпустил проект «Цифровая Европа 2020». Для успешного достижения обозначенных показателей в нем определили 7 приоритетов развития, один из которых – «План развития цифровых технологий в Европе». Целью выдвинутого плана можно считать конструирование надежной экономики и создание социальных благ путем становления общего цифрового рынка ЕС, в основе которого лежит высокосортная передача данных, доступная для простых граждан Европы. На государственном уровне стран ЕС обеспечивается

деятельность, во-первых, по разработке законодательной базы, и, как следствие, регулированию работы и снижению затрат на создание сети, во-вторых, по внедрению сетевых сервисов на всех уровнях взаимодействия как промышленного сектора между собой и государством, так и частного сектора; в-третьих, по предоставлению целевого финансирования, в тех областях, где это было необходимо для развития высокоскоростного Интернета. Инвестиции стран Европы в четвертую промышленную революцию до 2020 г. составят 140 млрд. евро в год [47]. Специалисты Всемирного банка заявляют, при условии роста уровня использования высокоскоростного Интернета на 10%, ежегодный прирост ВВП может составить от 0,4 до 1,4%, [62]. Маркером важности применения цифровых технологий в экономике является рост их доли в ВВП стран практически на 20%, для индустриально развитых государствах характерно значение 7% [47].

Германия в 2011 г. приняла стратегию «Индустрия 4.0», основывающуюся на концепции индустриального Интернета вещей. Создателями этой концепции выступили научное и бизнес сообщество Германии. Изначально основной интерес к программе проявили ведущие предприятия промышленности, которые обеспечивают Германии лидирующее положение в мировой экономике. В рамках цифровой трансформации народного хозяйства государство активно поддерживает данную инициативу, стремясь вовлечь в ее реализацию корпоративные структуры и одновременно используя ее для повышения привлекательности и конкурентоспособности немецких товаров промышленного сектора. По расчетам к 2030 г. использование Интернета для извлечения максимальной эффективности и продуктивности промышленности позволит перейти на «интернетизированное производство», для этого требуется постоянное вложение средств немецких индустриальных компаний в разработку и внедрение технологий «промышленный интернет».

Растущая эффективность цифровой системы, определяется ее способностью создавать высокоскоростные и надежные связи, которые способствуют кооперации промышленных предприятий. Следовательно,

важнейшим инструментом межотраслевой трансформации для создания новых продуктов становятся цифровые платформы.

В рамках формирования пилотных инициатив для цифровой трансформации был предложен проект «Цифровая фабрика». Часть стран ЕАЭС поддержали инициативу, например, программа технологического развития «Horizon 2020», уже функционирует на базе Volkswagen (автомобилестроение, Германия) и AgustaWestland (вертолетостроение, Англия-Италия). В будущем эти фабрики создадут базу для «Умных» и Виртуальных фабрик, и к 2035 г. объем их рынка достигнет почти 1,5 трлн. долл. США [3].

Одним из основных элементов данных фабрик является аддитивное производство, основой которого выступает использование технологий 3D-моделирования и печати, особенностью которых является послойное изготовление изделий. Согласно данным компании Marcets&Marcets к 2020 г. общий объем рынка 3D-моделей и печати будет превышать 30 млрд. долл. США [3].

Фабрики будущего создаются с целью применения всего спектра технологий цифрового проектирования и моделирования, в т. ч. разработки продукции нового поколения и модернизации промышленности в высокотехнологичную отрасль. Очевидно, что новые технологии радикально изменят рынок труда. Преобразования затронут как работников низкой и средней квалификации, так и высококвалифицированных специалистов. Огромное количество трудовых кадров необходимо будет обучить новым навыкам, что приведет к дополнительным издержкам при реализации программ.

Четвертая промышленная революция повлияла и на индустрию производства США. Для предприятий США ориентация на развитие «Индустрии 4.0» подразумевает рост производительности труда и повышение экономической эффективности компаний. В марте 2014 г. крупнейшими корпорациями США создан Консорциум промышленного Интернета. В данном случае речь идет о повышении мобильности производства, а также росте качества изготавливаемой продукции при сокращении затрат. Правительство также заинтересованно в

развитии наиболее перспективных технологий «Индустрии 4.0» – «большие данные», роботостроение, облачные технологии, дополненная реальность, промышленный Интернет вещей и т.д. Годом ранее США запустил рынок «облачных» вычислений в информационно-коммуникационной отрасли, который снижал издержки производства и повышал эффективность управления предприятием. Лидерами на этом рынке выступают компании IBM, Microsoft, Google, HP, AT&T, предоставляющие корпорациям стран, и частным лицам «облачные» сервисы. В качестве основных положительных результатов реализации выбранной стратегии следует выделить рост прибыли предприятий и инвестиционных вложений в цифровые технологии, а также повышение их доступности за счет снижения цен. Как и страны ЕС, США наращивают объемы инвестиций в разработку и внедрение цифровых технологий.

В 2015 г. Китай также принял свою концепцию интеграции цифровых технологий в традиционные индустрии под названием «Интернет +», при ее разработке учитывались самые успешные инициативы ведущих европейских стран. Концепция включает в себя 5 направлений по сферам внедрения цифровых технологий: обрабатывающая промышленность, государственный сектор, АПК, финансы и медицина. В настоящее время деятельность государства направлена на создание необходимой инфраструктуры технопарков, особых экономических зон и др.

Результатом реализации стратегий, программ и концепций по развитию цифровых технологий (их разработке и внедрению) в разных странах стало динамичное развитие данного рынка и усиление конкуренции на нем. Для дальнейшего продвижения выбранных направлений развития мировые лидеры среди индустриально развитых стран выстраивают надлежащую линию поведения, которая выражается в программах научно-технического и промышленного потенциала, обновления технической базы, в первую очередь в обрабатывающей промышленности. Анализ мирового опыта позволяет сделать вывод о незаменимости государственной поддержки при внедрении цифровых технологий во всех сферах экономики. Кроме того, развитые страны

увеличивают инвестиции в научные исследования – источники «прорывных» технологий.

Это учитывается и правительством России, которое признает цифровую трансформацию приоритетным направлением развития страны. В 2017 г. в стране была разработана программа «Цифровая экономика», впоследствии замененная на национальную программу «Цифровая экономика Российской Федерации». На региональном уровне также создаются программные документы, содержащие цели и планы по трансформации производств региона с применением цифровых технологий, а также направления совершенствования нормативно-правовой базы в данной сфере. Помимо национальной программы Минпромторг совместно с инновационными компаниями – НПП «ИТЭЛМА», «Лаборатория Касперского» и др. разработали концепцию единого цифрового пространства «4.0 RU», которая создаст единое цифровое пространство и позволит внедрить цифровые технологии на всех этапах промышленного производства. Формирование такой среды позволит повысить эффективность производственных процессов, сократит время вывода новых качественных продуктов на рынок, за счет гибкости производства. Это даст предприятиям оперативно реагировать на изменения конъюнктуры рынка и выведет промышленность на более высокий уровень.

Так, по данным исследования, цифровой зрелости в РФ достигли 25 % организаций, на стадии трансформации находятся 29 %, не приступили к трансформации 46 % [19], а по темпам внедрения цифровых технологий Россия занимает только 39 место. Эти данные дают основание сделать вывод, что конкурентоспособность большинства российских производств остается низкой. Для продуктивного включения России в промышленную революцию и повышения общего уровня внедренности цифровых технологий, необходимо и дальше проводить модернизацию традиционных секторов через задачи государственной промышленной политики.

Обзор мирового опыта, в частности, внедрения цифровых технологий в промышленность позволил выделить основные концепции: Индустрия 4.0,

Умное производство, Цифровое производство, Интернет в промышленности. На данных концепциях основывается ряд трендов, которые характерны для цифровой трансформации промышленных предприятий:

- 1) использование интеллектуальных приборов измерения параметров работы производственных линий;
- 2) отказ от большого количества работников и переход на роботизированные технологии;
- 3) замена распределенными ресурсами собственных мощностей для хранения и вычисления;
- 4) создание единой информационной системы для автоматизации и интеграции производственных процессов;
- 5) применение всей массы данных для аналитики;
- 6) введение обязательного электронного оборота документов;
- 7) внедрение цифровых технологий на всех этапах от идеи до эксплуатации;
- 8) применение специализированных сервисов для осуществления закупки материалов и сырья, а также их последующей поставки заказчику;
- 9) осуществление продажи промышленных товаров через Интернет.

Главными факторами успеха в цифровизации выступают правильно организованная политика государства, повышенный интерес со стороны промышленного сектора и, конечно, их грамотное взаимодействие, учитывающее специфику целей каждого из агентов.

Совершенствование промышленного производства в России, с учетом переходной стадии экономики в цифровую среду, возможно осуществить только при условии решения вопросов продуктивного вовлечения предприятий в процесс использования цифровых технологий, подготовки кадров и содействия в переходе к новой организации бизнес-процессов. В связи с этим, возникает потребность в разработке и апробации алгоритма внедрения цифровых технологий на предприятиях промышленности.

2.2. Анализ тенденций внедрения цифровых технологий в обрабатывающих производствах региона

Российская Федерация обладает обширной территорией, одной из особенностей которой выступает наличие диспропорций в социально-экономическом развитии регионов, сложившихся в силу разнообразия природных ресурсов, условий хозяйственной и социальной деятельности, а также исторического развития [30]. Данная проблема на протяжении многих лет является одной из самых обсуждаемых в региональной экономике и привлекает к себе внимание как исследователей [30; 13; 44; 55; 72], так и представителей органов власти. Разрешение социально-экономических проблем в регионе в значительной степени определяет развитие всей страны.

Как показывает опыт зарубежных стран [17; 45], для того чтобы поддерживать устойчивые темпы социально-экономического развития, необходимо наличие эффективно функционирующего промышленного производства, в частности обрабатывающего. Как следствие, одним из направлений проводимой в развитых странах политики является курс восстановления и стабилизации доли промышленности в ВВП (речь идет о реабилитации после мирового кризиса 2008 г.), в целях развития производственного и технологического потенциала.

Промышленное производство оказывает значительное влияние на рост ВВП России (в 2018 г. – 30,7% валовой добавленной стоимости (ВДС)), при этом в 2018 г. на долю обрабатывающих производств приходилось 14,3% НДС, что подтверждает существенный вклад данного сектора в экономику страны. Вологодская область является типичным представителем промышленного региона, в котором в среднем 36% суммарного ВРП обеспечивают обрабатывающих производства [65]. При этом область входит в топ-13 регионов по ежемесячному объему производства продукции обрабатывающей промышленности на душу населения, занимая четвертое место [26;48].

Для обеспечения эффективного управления территорией необходимо отслеживать текущие социально-экономические показатели региона,

производить их анализ в целях формирования управленческих решений и определения ресурсов, необходимых для их реализации. В связи с этим, были исследованы тенденции социально-экономического развития Вологодской области, как представителя регионов, основу экономики которых составляют обрабатывающие производства.

Кризис, прошедший в 2008-2009 гг., существенно отразился на показателях развития экономики страны и регионов, в этот период они были критически низкими, поэтому для анализа социально-экономического развития Вологодской области был выбран период восстановления экономики с 2009 г. по 2018 г. Индикаторы социально-экономического развития территорий определены на основе исследований [72; 48].

Динамика региональной экономики по индексу физического объема ВРП за 2009 – 2017 гг. показала прирост значения в 19,0%, что ниже среднероссийских значений (19,5%) и средних показателей по Северо-Западному федеральному округу (СЗФО) – 20,7% (табл. 2.1). Лидером по темпам роста экономики в СЗФО является Архангельская область, а Вологодская область (ВО) занимает лишь 9-ое место из 10-ти. Наиболее интенсивный прирост произошел в посткризисные годы (2010-2012 гг.) – на уровне 4,3-5,8% в год. С 2013 г. наблюдается резкое снижение темпов прироста экономики и стагнация показателей на уровне 0,2-1% в год, что недостаточно для обеспечения инновационного сценария развития экономики.

Таблица 2.1 – Индекс физического объема валового регионального продукта, % к пред. году

Регион	Год									Прирост 2017 г. к 2009 г., п.п.
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Вологодская обл.	87,1	105,7	106,9	104,8	95,7	103	101,3	100,1	100,6	+19,0
В среднем по СЗФО	94,9	104,4	106,1	103,8	100,3	100,9	101,5	101,7	100,5	+20,7
В среднем по РФ	92,4	104,6	105,4	103,1	101,8	101,3	99,4	100,8	101,8	+19,5

Составлено авторами на основе данных Росстат [65].

Рост экономики Вологодской области в первую очередь связан с положительной динамикой объемов производства обрабатывающей промышленности (табл. 2.2). Так, в посткризисный период (с 2010 г.) объемы

производства по данному сектору экономики в Вологодской области ежегодно увеличивались и возросли совокупно на 42,2%, в то время как по СЗФО в 2014-2015 г. и по России в 2015 г. было зафиксировано падение. Снижение темпов роста произошло преимущественно за счет видов деятельности, связанных с производством машин и оборудования (тракторы для сельского и лесного хозяйства, генераторы переменного тока, радиаторы центрального отопления, турбины газовые).

Таблица 2.2 – Индекс производства по виду экономической деятельности «Обрабатывающие производства», в % к пред. году

Регион	Год										Прирост 2018 г. к 2009 г., п.п.
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Вологодская обл.	87,4	112,1	106,2	101,7	102,3	103,2	102,3	100,6	102,5	105,5	+42,2
В среднем по СЗФО	92,0	112,5	113,6	104,7	100,2	96,6	96,2	103,4	105,3	104,1	+41,2
В среднем по РФ	84,8	110,6	108,0	105,1	100,5	102,1	98,7	102,6	102,5	102,6	+37,1

Составлено автором на основе данных Росстат [65].

Доля занятых в обрабатывающих производствах имеет устойчивую тенденцию к сокращению как на территории Вологодской области, так и в СЗФО, и в среднем по стране (табл. 2.3). Однако, значения по ВО в среднем на 4-5 п.п. превышают показатели по СЗФО и РФ, что подтверждает значимость данного сектора экономики для обеспечения социально-экономического развития области.

Таблица 2.3 – Доля занятых на предприятиях по виду деятельности «Обрабатывающие производства», в % от общей численности занятых

Регион	Год										Прирост 2018 г. к 2009 г., п.п.
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Вологодская обл.	20,6	21,3	21,2	20,2	20	19,5	19,3	19,6	19,1	19,2	-1,4
В среднем по СЗФО	15,7	15,7	15,8	15,6	15,5	15	14,6	14,6	14,8	14,9	-0,8
В среднем по РФ	15,4	15,2	15,2	15	14,8	14,6	14,2	14,2	14,2	14,1	-1,3

Составлено автором на основе данных Росстат [65].

Качественный и количественный рост обрабатывающих производств связан с таким фактором, как инвестиции в основной капитал, которые

выступают источником вложения средств в исследования и разработку новых технологий, финансирования модернизации производственных мощностей.

Опросы проводимые ВШЭ, АСИ, ВолНЦ РАН и др. показывают, что руководители промышленных предприятий указывают в качестве одного из основных факторов, сдерживающих развитие экономики и обрабатывающих производств, в частности, – недостаток финансирования. В то же время, темпы роста инвестиций в 2009-2018 гг. в Вологодской области превысили среднероссийские значения в 1,5 раза и показатели по СЗФО в 1,2 раза (табл. 2.4). Как следствие, можно сделать вывод о том, что темпы роста инвестиций недостаточны для обеспечения экономического развития.

Таблица 2.4 – Индекс физического объема инвестиций в основной капитал (в сопоставимых ценах), в % к предыдущему году

Регион	Год										Прирост 2018 г. к 2009 г., п.п.
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Вологодская обл.	96,9	116,1	149,4	120,7	49,3	99,0	93,3	121,6	114,5	102,3	+35,8
В среднем по СЗФО	105,8	115,5	110,0	104,0	90,6	95,7	90,8	113,4	105,0	104,4	+29,3
В среднем по РФ	84,3	106,3	110,8	106,8	100,8	98,5	89,9	99,8	104,8	104,3	+22,5

Составлено автором на основе данных Росстат [65].

В это время доля инвестиций в обрабатывающие производства в общем объеме инвестиций в основной капитал по Вологодской области увеличилась на 2,4 п.п., а по СЗФО наблюдалось сокращение объемов финансирования данного сектора экономики в общей структуре инвестиций на 0,6 п.п. (табл. 2.5).

Таблица 2.5 – Доля инвестиций в обрабатывающие производства в общем объеме инвестиций в основной капитал, %

Регион	Год										Прирост 2018 г. к 2009 г., п.п.
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Вологодская обл.	29,1	28,3	21,1	16,78	36,7	39,6	54,4	46,5	38,3	31,5	+2,4
В среднем по СЗФО	15,0	14,8	16,1	14,6	16,9	15,2	17,0	16,5	15,1	14,4	-0,6
В среднем по РФ	14,4	14,2	12,8	13,2	14,1	14,9	15,7	14,5	16,4	16,2	+1,8

Составлено автором на основе данных Росстат [65].

Представленные данные демонстрируют значительный разброс в показателях по ВО: самое высокое значение 46,5% (2016 г.), а самое низкое 16,8% (2012 г.). При этом в СЗФО и РФ доля инвестиций в обрабатывающие производства достаточно стабильна и находилась в пределах от 14,4 до 17,0 и от 12,8% до 16,4% соответственно.

Одним из направлений расходования инвестиций является модернизация и обновление основных производственных фондов (ОПФ). Износ ОПФ по всем видам деятельности в Вологодской области в 2018 г. превышает 50% и значения в среднем по РФ и СЗФО (табл. 2.6). За 2009-2018 гг. наблюдается увеличение износа основных фондов на макро- мезо- и региональном уровнях, как в целом по экономике, так и в обрабатывающих производствах, в частности. Таким образом, отмеченная выше положительная динамика инвестиций в основной капитал не обеспечивает необходимые темпы обновления производственных мощностей, продолжается моральное устаревание фондов, как следствие, технологическая база для производства продукции с высокой добавленной стоимостью, ежегодно сокращается, что характерно как для Вологодской области, так и территории СЗФО и РФ.

Таблица 2.6 – Степень износа основных фондов производственных предприятий в целом и по виду экономической деятельности «Обрабатывающие производства», в %

Регион		Год										Прирост 2018 г. к 2009 г., п.п.
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Вологодская обл.	все	43,8	46,1	47,1	40,9	43,1	45,9	48,7	51,6	50,5	51,9	+8,1
	обр. пр.	36,6	40,6	43,2	41,9	44,8	46,5	49,1	51,3	53,0	48,6	+12
В среднем по СЗФО	все	39,5	41,7	40,8	38,7	39,0	40,6	42,6	43,3	44,2	45,1	+5,6
	обр. пр.	38,0	40,4	41,6	41,9	41,0	47,9	49,6	51,1	51,7	53,2	+15,2
В среднем по РФ	все	44,3	45,7	46,3	45,9	46,3	47,9	48,8	50,2	50,9	50,9	+6,6
	обр. пр.	41,1	42,2	42,3	43,4	43,5	44,7	45,9	47,4	48,8	50,6	+9,5

Составлено автором на основе данных Росстат [65].

Одним из приоритетных направлений инвестирования в сфере обрабатывающих производств также является создание и внедрение новых технологий. Основным показателем, характеризующим данный процесс,

является удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации. Несмотря на рост данного показателя, абсолютные значения на уровне 10,7% организаций не достаточны для обеспечения инновационного сценария развития экономики региона, федерального округа и страны (табл. 2.7). При этом в Вологодской области доля организаций, занятых технологическими инновациями в 1,5-2 раза ниже средних значений по СЗФО и РФ. Соответственно темпы внедрения инноваций в регионе отстают от темпов по стране и федеральному округу.

Таблица 2.7 – Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, %

Регион	Год										Прирост 2018 г. к 2009 г., п.п.
	2009*	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Вологодская обл.	7,6	5,9	7,7	6,1	7	4,6	5	5,6	5	10,7	+3,1
В среднем по СЗФО	9,5	7,6	9,5	9,5	9,2	8,9	8,1	7,1	7,6	22,3	+12,8
В среднем по РФ	9,3	7,9	8,9	9,1	8,9	8,8	8,3	7,3	7,5	19,8	+10,5
* – в целом по всем видам инноваций. <i>Составлено автором на основе данных Росстат [65].</i>											

Резкий скачок доли организаций, осуществляющих технологические инновации, в 2018 г. обусловлен изменением методики расчета, применяемой Росстатом, – были введены неоднозначные критерии отбора организаций, что привело к исключению из расчета почти 40% обследованных организаций, также отмечается крайне низкий охват организаций – 50 тысяч, в то время как в реестре Федеральной налоговой службы по окончанию 2017 г. числилось 284 тыс. компаний [63].

Среднедушевые доходы населения имеют положительную динамику за 2009-2018 гг. (табл. 2.8). При этом темп роста по Вологодской области существенно превышал среднероссийский уровень и показатели по СЗФО. В то же время, если рассматривать динамику данного показателя за 2014-2018 гг., то можно сделать вывод о сокращении значений. Так, по Вологодской области снижение составило 6,6%, по СЗФО – 1,4%, а по РФ – 7%.

Таблица 2.8 – Среднедушевые денежные доходы населения (в месяц, в сопоставимых ценах 2018 г.), тыс. руб.

Регион	Год										Прирост 2018 г. к 2009 г., %
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Вологодская обл.	21,5	23,2	23,4	25,9	27,4	28,9	28,7	28,5	26,8	27	+25,6
В среднем по СЗФО	30,9	33	32,5	34,5	36,3	36,7	35,5	34,9	35,2	36,2	+17,2
В среднем по РФ	30,5	32,1	32,5	34,4	36	35,7	34,5	32,9	32,8	33,2	+8,9

Составлено автором на основе данных Росстат [65].

Однако, абсолютные значения среднедушевых доходов в регионе в 2018 г. в 1,2 и 1,3 раза ниже показателей в среднем по РФ и СЗФО соответственно. Таким образом, несмотря на высокие темпы роста, среднедушевые доходы в Вологодской области существенно ниже среднероссийских значений, что позволяет характеризовать уровень жизни населения ниже, чем в РФ.

Сводный анализ социально-экономического развития Вологодской области в сравнении с показателями по СЗФО и в целом по стране (табл. 2.9) позволил получить следующие выводы. При росте показателей производства наблюдается сокращение численности занятых в обрабатывающей промышленности. Темпы роста инвестиций в основной капитал не позволяют обеспечивать необходимый уровень обновления основных производственных фондов (износ ежегодно возрастает) и осуществления технологических инноваций.

Таблица 2.9 – Изменение показателей социально-экономического развития за 2009-2018 гг.

Регион	Показатели								
	ИВРП *	ИОП	ДЗО	ИНВ	ДИНВ	ИЗН	ИЗНО П	ИТ	СДД
Вологодская обл.	+19,0	+42,2	-1,4	+35,8	+2,4	+8,1	+12	+3,1	+25,6
В среднем по СЗФО	+20,7	+41,2	-0,8	+29,3	-0,6	+5,6	+15,2	+12,8	+17,2
В среднем по РФ	+19,5	+37,1	-1,3	+22,5	+1,8	+6,6	+9,5	+10,5	+8,9

ИВРП – Индекс физического объема валового регионального продукта;
ИОП – Индекс физического объема отгруженной продукции по виду деятельности «Обрабатывающие производства»;
ДЗО – Доля занятых в обрабатывающих производствах;
ИНВ – Индекс физического объема инвестиций в основной капитал;
ДИНВ – Доля инвестиций в обрабатывающие производства в общем объеме инвестиций в основной капитал;
ИЗН – Степень износа основных фондов производственных предприятий в целом
ИЗНОП – Степень износа основных фондов предприятий обрабатывающих производств;
ИТ – Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации;
СДД – Среднедушевые денежные доходы населения.

* – Изменение за 2009-2017 гг.
Составлено автором на основе данных [65; 25].

Сложившаяся ситуация свидетельствует об инерционном развитии экономики Вологодской области, и сокращении возможностей для развития обрабатывающих производств. Основными причинами выступают с одной стороны, недостаток инвестиций для обновления основных фондов и реализации инновационных проектов, а с другой стороны, в условиях ограниченности финансовых ресурсов, особую актуальность приобретает вопрос обеспечения эффективного использования инвестиций.

Одним из наиболее перспективных и эффективных направлений развития экономики и, обрабатывающих производств, в частности, являются цифровые технологии – источник коренной перестройки производственных процессов и экономических систем [92].

2.3. Исследование готовности предприятий обрабатывающих производств к внедрению цифровых технологий

Значительную долю валового внутреннего продукта России составляет промышленное производство (в 2018 г. – 30,7% валовой добавленной стоимости), что подтверждает существенный вклад данного сектора в экономику страны. Вологодская область является типичным представителем промышленного региона [65]. Объем валового регионального продукта (ВРП) области по итогам 2018 г. составил 5 826,6 млрд. руб., что эквивалентно 6,8% общего объема ВРП страны [65]. Сферами специализации Вологодской области являются металлургическая, химическая промышленность, лесопромышленный и агропромышленный комплексы. Промышленность занимает около 40% в структуре ВРП области, что позволяет утверждать о ее существенном вкладе в экономику [65].

Промышленность важна для экономики региона и необходимо ее развивать. В частности, малые и средние предприятия, являются одной из движущих сил экономического роста, т.к. зачастую помимо производства готового конечного продукта для потребителя они также создают и

комплекующие для крупного бизнеса, поэтому их активное развитие оказывает мультипликативный эффект в цепочке создания стоимости. Современным инструментом развития являются цифровые технологии, поскольку их использование ведет к трансформации производственных процессов, благоприятно воздействующих на экономическое развитие как отдельных регионов, так и предприятий путем повышения производительности, конкурентоспособности и эффективности деятельности, а также формирования новых рынков [97]. В связи с этим интерес представляет исследование цифровой активности, то есть оценки уровня внедрения и распространения цифровых технологий в производстве.

Важность и необходимость более полного измерения уровня цифровой активности подтверждается неизменно увеличивающимся количеством как теоретических, так и практических работ, посвященных этой проблематике [103; 104; 100]. В Российской Федерации изучению цифровой активности промышленности в настоящее время также уделяется много внимания, подтверждением этого выступает постоянно увеличивающееся количество научных публикаций по данной тематике [32; 105; 85]. Официальная статистка в России позволяет оценить использование информационных и цифровых технологий в общем виде, и сводит информацию только о цифровых технологиях «первой волны» (т.е. компьютеризация, и автоматизация)⁶, а также учитывает облачные вычисления, наблюдения по другим технологиям в статистике не ведутся [37]. Таким образом, определяется потребность расширить источники измерения цифровой активности, осуществить это возможно за счет учета мнений участников отраслевых цифровых событий. В связи с этим, для более глубокого измерения уровня цифровой активности в промышленной среде был задействован такой метод оценки уровня цифровой активности, как конъюнктурные исследования (опрос).

⁶ Приказ Росстата от 18.07.19 № 410 «Об утверждении форм федерального статистического наблюдения для организации федерального статистического наблюдения за деятельностью в сфере образования, науки, инноваций и информационных технологий».

Так, в 2019 г. специалисты ВолНЦ РАН провели опрос промышленных малых и средних предприятий Вологодской области для оценки их цифровой активности. Выбор региона для проведения конъюнктурного исследования был продиктован его промышленной ориентацией. Выборка составила 100 респондентов, которыми являются руководители малых и средних промышленных предприятий. Они охарактеризовали как цифровую активность в целом, так и уровень распространения отдельных цифровых технологий.

В опросе приняли участие производители: готовых металлических изделий 48%, в т.ч. машин и оборудования 12%, и прочих транспортных средств и оборудования 4%, изделий из дерева и мебели 18%, пищевых продуктов и напитков 14%, прочих готовых изделий 10%, химических веществ и пластмассовых изделий 4%, текстильных изделий 2%, кроме того предприятия занимающиеся ремонтом оборудования 2% и обеспечением электрической энергией 2%. Полученные данные подтверждают, что выборка респондентов соответствует структуре распределения промышленных субъектов малого и среднего предпринимательства (далее – МСП) по Вологодской области.

При этом автоматизированное производство и применение станков с ЧПУ ведется только у 10% респондентов, у 40% преобладает ручной труд, механизированное производство у 32%. (рис. 2.1)

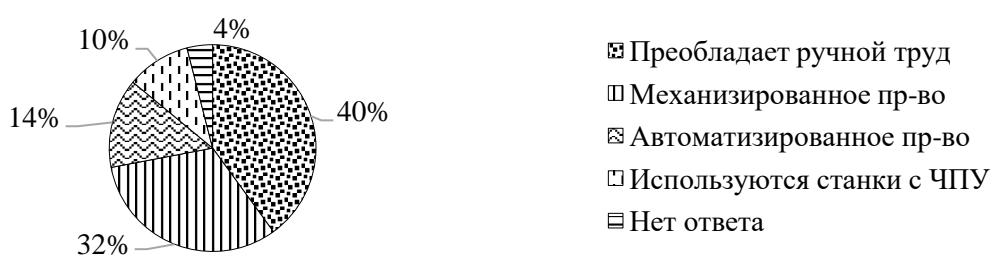


Рисунок 2.1 – Характеристика производство по мнению респондентов, на основе предложенных критериев

Источник здесь и далее: Данные опроса цифровой активности промышленных предприятий Вологодской области на основе цифровых технологий, ВолНЦ РАН 2019 г.

В проведенном специалистами ВолНЦ РАН опросе промышленных предприятий Вологодской области исследовалась распространенность цифровых технологий в 2019 г. На базе анкеты обследования было выявлено что 66% опрошенных не используют цифровые технологии на своем производстве.

Полученные результаты разнятся с общей картиной по стране, которая была сформирована по итогам исследования, проведенного в этом же году Институтом статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ (далее – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ)⁷ в промышленности и ИТ-отрасли. Специалисты высшей школы экономики в ходе оценки уровня внедрения цифровых технологий выявили, что порядка 70% промышленных и ИТ-предприятий применяют цифровые технологии. Столь значительное расхождение связано в первую очередь с тем, что в рамках регионального исследования не учитывалось мнение руководителей компаний из ИТ-отрасли, а также проведением опроса среди предприятий – субъектов МСП, не имеющих ресурсов для внедрения и применения цифровых технологий.

Наиболее используемой цифровой технологией т.е. в большей степени присутствующей на производствах Вологодской области стал Интернет вещей (сеть, в которую объединены вещи, способные взаимодействовать друг с другом или с внешней средой, без участия человека), играющий ключевую роль в цифровой трансформации промышленности, его использует порядка 18% опрошенных. Робототехнику (разработка автоматизированных технических систем) применяют 6%, а на искусственный интеллект (отрасль компьютерных наук, которые направлены на имитацию интеллекта человека машинами) и 3Д-принтеры (устройство для создания объемных предметов, на основе ранее созданной виртуальной модели) приходится по 2%. При этом технологиями дополненной реальности (позволяют в реальном времени дополнять физический мир цифровыми данными, с помощью каких-либо устройств; виртуальные объекты в восприятии человека становятся частью реального мира), виртуальной реальности (позволяет погрузиться в трехмерное пространство, созданное с помощью современных технологий) и блокчейн (технология хранения данных и информации об обработке этих данных, при этом устройства хранения данных не подключены к общему серверу) не пользуются в принципе, в связи со

⁷ Данные опроса оценки уровня разработки и внедрения цифровых технологий в промышленности и ИТ-отрасли, проведенного в 2019 г. ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, среди руководителей 1784 организаций (1163 организаций промышленности и 621 ИТ-компания) из 30 регионов России, представляющих все федеральные округа

спецификой существующих производств (преобладание механизированного и ручного труда). Также 6% респондентов отметили, что применяют на своем производстве другие цифровые технологии.

В это же время по результатам оценки уровня внедрения цифровых технологий в промышленности и ИТ-отрасли, проведенного в 2019 г. ИСИЭЗ НИУ ВШЭ⁸ выявлено что самыми часто применяемыми цифровыми технологиями указывают промышленных роботов / автоматизированные линии (44,5%), компьютерный инжиниринг (41,1%), технологии сбора, обработки и анализа больших данных (36%), кибербезопасности (34,2%), искусственного интеллекта (30,8%). В трети промышленных и ИТ-предприятиях используют иные цифровые технологии. Прослеживаемое расхождение в востребованных технологиях связано с имеющимися у предприятий потребностями, кроме того, необходимо учитывать экономическую структуру региона.

Основным барьером, который осложняет процесс широкого использования цифровых технологий для большинства (54%) респондентов выступает высокая стоимость внедрения таких технологий, порядка 40% обозначили низкую квалификацию персонала, 26% указали на отсутствие опыта внедрения цифровых технологий (рис. 2.2). Однако никто из опрошенных руководителей не выделил в качестве барьеров ни недостаточность бюджета, ни приверженность пользователя привычным продуктам, ни отсутствие стандартов для внедрения и применения цифровых технологий, ни негативный опыт применения цифровых технологий.

⁸ Данные опроса оценки уровня разработки и внедрения цифровых технологий в промышленности и ИТ-отрасли, проведенного в 2019 г. ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, среди руководителей 1784 организаций (1163 организаций промышленности и 621 ИТ-компания) из 30 регионов России, представляющих все федеральные округа



Рисунок 2.2 – Наиболее серьезные барьеры, осложняющие процесс внедрения и использования цифровых технологий (ЦТ), % опрошенных

Примечание: Опрашиваемые могли дать несколько вариантов ответа

Как отмечается в литературе, именно цифровизация промышленности обуславливает лидерство стран по темпам экономического роста [32; 2]. Оценивая наличие в компании сотрудников (руководителей или круга руководителей), которые являются инициаторами внедрения цифровых технологий, только 14% обозначили наличие таковых, при этом 62% отметили, что не имеют подобных кадров.

В то же время 48% руководителей промышленных предприятий говорят об отсутствии необходимости в кадрах (рис. 2.3). Потребность в кадрах удовлетворяется преимущественно за счет повышения квалификации работников (24%), оптимизации производственной программы (12%) и повышения интенсивности труда за счет средств стимулирования (10%). Кроме того, для некоторых предприятий экономически более целесообразно обращаться в компании, специализирующиеся на оказании необходимых цифровых услуг. Это может быть связано с количеством решаемых задач, сроками их выполнения и затратами на внедрение и освоение необходимых

цифровых технологий или на приобретение готовых услуг. Также часть руководителей с целью закрытия потребности в кадрах взаимодействует с учреждениями профессионального образования.



Рисунок 2.3 – Способы решения кадровой проблемы на производстве, % опрошенных

Примечание: Опрашиваемые могли дать несколько вариантов ответа

Согласно оценке респондентов, потребность в работниках, связанных с цифровизацией производства, самая высокая среди специалистов, обслуживающих сложное технологическое оборудование 44%, и специалистов по компьютеризации, программистов, системных администраторов 40% (табл. 2.10). Следом за ними идут руководители специализированных подразделений и инженеры по 38%, конструкторы 36% и технологи 34%.

Таблица 2.10 - Текущая потребность предприятия в работниках, связанных с цифровизацией производства

№	Потребность в работниках, связанных с цифровизацией производства	Средняя и высокая потребность, %	Низкая, %	Отсутствует, %
1	Специалисты, обслуживающие сложное технологическое оборудование	44	42	14
2	Специалисты по компьютеризации, программисты, системные администраторы	40	42	18
3	Руководители специализированных подразделений	38	30	32
4	Инженеры	38	40	22
5	Конструкторы	36	38	26
6	Технологи	34	46	20

По результатам опроса 54% респондентов планируют в ближайшие три года применять цифровые технологии в процессе производства, а 46% не планируют или затрудняются ответить. Полученные результаты повторяют

общую тенденцию по России, выявленную специалистами НИУ ВШЭ⁹. Половина из опрошенных руководителей (45,5%) планирует расширить применение цифровых технологий, причем каждый пятый (21,2%) – уже в 2020 г., каждый третий (36,9%) – в течение ближайших пяти лет. Востребованными к внедрению цифровыми технологиями в Вологодской области являются робототехника – 32%, Интернет вещей – 26%, существенно уступают 3D-принтеры – 8%. В тоже время по России популярностью пользуются промышленные роботы / автоматизированные линии (22,5%), компьютерный инжиниринг (19,3%) и технологии сбора, обработки и анализа больших данных (18,5%). Меньшим спросом как в регионе, так и в РФ пользуется искусственный интеллект и блокчейн. При этом промышленным предприятиям Вологодчины технологии дополненной и виртуальной реальности не требуются в принципе в связи со спецификой существующих производств (преобладание механизированного и ручного труда), хотя общероссийский опрос промышленности и ИТ-отрасли показал наличие интереса к этим технологиям.

Больше половины (56%) руководителей промышленных предприятий указали, что планируют за счет внедрения цифровых технологий сокращать сроки подготовки производства, 54% – хотят сократить производственный цикл выпуска продукции, а 48% отметили, что рассчитывают на повышение энергоэффективности и снижение эксплуатационных расходов (рис. 2.4). При этом решение вопросов, касающихся улучшения качества продукции и сокращения времени простоя оборудования за счет внедрения цифровых технологий, будет решаться у 20% и 12% соответственно.

⁹ Данные опроса оценки уровня разработки и внедрения цифровых технологий в промышленности и ИТ-отрасли, проведенного в 2019 г. ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, среди руководителей 1784 организаций (1163 организаций промышленности и 621 ИТ-компания) из 30 регионов России, представляющих все федеральные округа



Рисунок 2.4 – Задачи, решаемые / планируемые к решению с помощью цифровых технологий, % опрошенных

Примечание: Опрашиваемые могли дать несколько вариантов ответа

Результаты мониторинга показали, что 54% предприятий занимаются обучением и повышением квалификации сотрудников с целью более активного применения цифровых технологий, 46% отметили, что изучают передовой опыт других предприятий. При этом около 26% респондентов ответили, что не планируют использовать цифровые технологии (табл. 2.11). Кроме того, часть руководителей готова сотрудничать с внешними экспертами, в частности нанимать сотрудников имеющих опыт внедрения цифровых технологий или покупать готовые активы. Полученные ответы соответствуют ситуации, выявленной в ходе оценки текущей потребности предприятий в работниках, связанных с цифровизацией производства.

Таблица 2.11 – Шаги предпринимаемые или планируемые, чтобы начать более активное применение цифровых технологий

№	Шаги для более активного применения цифровых технологий	%
1	Обучение и повышение квалификации сотрудников	54,0
2	Изучение опыта других предприятий	46,0
3	Не планируем использовать цифровые технологии	26,0
4	Сотрудничество с внешними экспертами	8,0
5	Наем сотрудников, имеющих опыт внедрения цифровых технологий	6,0
6	Покупка готовых активов с компетенциями в области цифровизации	4,0
7	Привлечение капитала для запуска цифровизации производства	4,0
8	Другое	2,0

Необходимость измерения цифровой активности промышленных предприятий доказывается постоянно растущим числом теоретических и практических работ по данной тематике, выполненных как зарубежными

учеными, так и отечественными. Как показывают исследования [36;51;52;78], промышленность относится к тем отраслям, которые довольно медленно вовлекаются в процесс цифровой трансформации. Для более глубокого измерения уровня проникновения цифровых технологий в промышленную среду был задействован такой метод оценки цифровой активности, как конъюнктурные исследования (опрос). Изучая цифровую активность прежде всего в промышленности, в работе приведены и проанализированы результаты опроса руководителей промышленных предприятий – субъектов МСП Вологодской области, характеризующие важные тенденции и процессы, происходящие в рамках цифровой трансформации производств.

Согласно полученным данным, автоматизированное производство и применение станков с ЧПУ ведется только у 10% респондентов, у 40% преобладает ручной труд, механизированное производство у 32%.

Несмотря на то, что цифровая трансформация происходит в условиях относительно неблагоприятного делового климата [6; 61; 70], полученное мнение руководителей промышленных предприятий позволяет сделать вывод о том, что прогресс очевиден, хотя и уровень погружения предприятий Вологодской области в процессы цифровизации не является пока таким глубоким как общий по стране. Связно это в первую очередь с тем, что опрос проводился среди предприятий – субъектов МСП, не имеющих финансовых ресурсов для внедрения и применения цифровых технологий.

Интерес бизнеса выражается в его готовности инвестировать в цифровые технологии, тем самым способствуя все большей цифровой активности – внедрению соответствующих технологий на предприятиях промышленности. К числу наиболее распространенных на предприятиях Вологодской области можно отнести Интернет вещей (используют 18%) и робототехнику (6%), в то время как в России большей популярностью пользуются автоматизированные линии (44,5%), компьютерный инжиниринг (41,1%). обозначенное расхождение в технологиях связано с потребностями предприятий и экономической структурой региона. При этом технологиями дополненной и виртуальной реальностью

промышленные предприятия как области, так и страны в целом, не пользуются и не планируют в то время, как блокчейн входит в перспективные для использования технологии. Основным выделенным респондентами барьер, который осложняет процесс внедрения и использования цифровых технологий (54%) является высокая стоимость внедрения цифровых технологий, и недостаточность квалификации персонала (40%). При этом мониторинг показал, что больше половины (54%) предприятий занимаются обучением и повышением квалификации сотрудников с целью более активного применения цифровых технологий.

Проведенный анализ результатов опроса руководителей промышленных МСП предприятий показал существенное расхождение мнений руководителей предприятий по достаточно большому количеству аспектов цифровой активности. На многих предприятиях инициативы по внедрению цифровых технологий еще носят фрагментарный характер, целостная картина изменений отсутствует, хотя подвижки очевидны. В настоящее время цифровая активность промышленных предприятий Вологодской области невысокая, больше половины (66%) опрошенных не используют цифровые технологии. Однако значительное число руководителей осознает необходимость внедрения цифровых технологий в производство и в ближайшие три года часть (54%) респондентов планируют это сделать.

Выводы по второй главе

1. Обзор мирового опыта, в частности, внедрения цифровых технологий в промышленность позволил выделить основные концепции: Индустрия 4.0, Умное производство, Цифровое производство, Интернет в промышленности. На данных концепциях основывается ряд трендов, которые характерны для цифровой трансформации индустриальных предприятий:

1) использование интеллектуальных приборов измерения параметров работы производственных линий;

- 2) отказ от большого количества работников и переход на роботизированные технологии;
- 3) замена распределенными ресурсами собственных мощностей для хранения и вычисления;
- 4) создание единой информационной системы для автоматизации и интеграции производственных процессов;
- 5) применение всей массы данных для аналитики;
- 6) введение обязательного электронного оборота документов;
- 7) внедрение цифровых технологий на всех этапах от идеи до эксплуатации;
- 8) применение специализированных сервисов для осуществления закупки материалов и сырья, а также их последующей поставки заказчику;
- 9) осуществление продажи промышленных товаров через Интернет.

2. Как показывает опыт зарубежных стран, для того чтобы поддерживать устойчивые темпы социально-экономического развития, необходимо наличие эффективно функционирующего промышленного производства, в частности обрабатывающего. Для этого необходимо отслеживать текущие социально-экономические показатели региона, производить их анализ в целях формирования управленческих решений и определения ресурсов, необходимых для их реализации. В связи с этим, были исследованы тенденции социально-экономического развития Вологодской области, как представителя регионов, основу экономики которых составляют обрабатывающие производства. Сложившаяся ситуация свидетельствует об инерционном развитии экономики Вологодской области, и сокращении возможностей для развития обрабатывающих производств. Основными причинами выступают с одной стороны, недостаток инвестиций для обновления основных фондов и реализации инновационных проектов, а с другой стороны, в условиях ограниченности финансовых ресурсов, особую актуальность приобретает вопрос обеспечения эффективного использования инвестиций.

3. Промышленность относится к тем отраслям, которые довольно медленно вовлекаются в процесс цифровой трансформации. Для более глубокого измерения уровня проникновения цифровых технологий в промышленную среду был проведен опрос руководителей промышленных предприятий – субъектов МСП Вологодской области. Согласно полученным данным у большинства респондентов преобладает ручной труд или механизированное производство. Поэтому больше половины опрошенных не используют цифровые технологии, среди тех, кто применяет ЦТ наибольшей популярностью обладают Интернет вещей и робототехнику, при этом блокчейн входит в перспективные для использования технологии. Основным выделенным респондентами барьер – высокая стоимость внедрения цифровых технологий, и недостаточность квалификации персонала. При этом мониторинг показал, что больше многие занимаются обучением и повышением квалификации сотрудников с целью более активного применения цифровых технологий.

4. Проведенный анализ результатов опроса руководителей промышленных МСП предприятий показал существенное расхождение мнений руководителей предприятий по достаточно большому количеству аспектов цифровой активности. На многих предприятиях инициативы по внедрению цифровых технологий носят фрагментарный характер. В настоящее время цифровая активность промышленных предприятий Вологодской области невысокая. Однако значительное число руководителей осознает необходимость внедрения ЦТ в производство и в ближайшие три года часть респондентов планируют это сделать.

ГЛАВА 3. АЛГОРИТМ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ОЦЕНКА ИХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

3.1. Разработка алгоритма внедрения цифровых технологий на предприятиях обрабатывающих производств

Условия современного мира, достаточно требовательны и жестоки, поэтому производствам необходимо учитывать множество разных аспектов для того, чтобы идти в «ногу со временем».

Цифровая экономика – система экономических, социальных и культурных отношений, основанных на использовании цифровых технологий. Происходящая промышленная революция, стремится к полной автоматизации большинства производственных процессов, многие операции уже перешли в онлайн-среду. Цифровизация помогает не просто следовать тенденции, но и экономить время, деньги, ресурсы, т.е. оставаться конкурентоспособными [71]. Вопрос о внедрении цифровых технологий в обрабатывающие производства имеет высокую актуальность в настоящее время. Для начала в формировании развития и внедрения цифровых технологий нужно заложить понятие алгоритма, создать понятийный аппарат, который и будет основой.

Слово «algorithm» происходит от имени автора персидского учебника по математике – Абу Абд Аллах Мухаммед ибн Муса аль-Хорезми (ок. 825 г.) [83].

Современное значение слова «алгоритм» во многом синонимично таким понятиям, как процесс, метод, способ, процедура, но все-таки слово «algorithm» имеет дополнительный смысл. Научное определение понятия дал Алонзо Чёрч в 1930 г., говоря об алгоритме как о точном описании некоторого процесса, инструкции по его выполнению [40].

Другие авторы уточняли это определение. Алгоритм – это конечный набор правил, который определяет последовательность операций для решения конкретного множества задач и обладает пятью важными чертами: конечность, определенность, ввод, вывод, эффективность [37].

По А. А. Маркову в математическом обиходе под алгоритмом понимают «точное предписание, определяющее вычислительный процесс, ведущий от варьируемых исходных данных к искомому результату» [53].

Определение, которое дает в своей книге Н.А. Криницкий, звучит так: алгоритм – это правило, сформулированное на некотором языке и определяющее процесс переработки допустимых исходных данных в искомые результаты [46].

Алгоритм – это всякая система вычислений, выполняемых по строго определенным правилам, которая после какого-либо числа шагов заведомо приводит к решению поставленной задачи [41].

Общее в этих определениях то, что алгоритм – это предписание. Единого «истинного» определения понятия «алгоритм» нет, так как понятие алгоритма является фундаментальным и не может быть выражено через другие, поэтому его следует рассматривать как неопределяемое.

Любой алгоритм существует не сам по себе, а предназначен для определенного исполнителя. Алгоритм описывается в командах исполнителя, который это алгоритм будет выполнять. Объекты, над которыми исполнитель может совершать действия, образуют среду исполнителя. Алгоритм всегда рассчитан на выполнение «неразмышляющим» исполнителем. Алгоритм предполагает наличие некоторых начальных, или исходных, данных, для работы с которыми он предназначен. Применение этого алгоритма к начальным данным приводит к получению определенного искомого результата. При этом в ходе работы алгоритма возникают промежуточные результаты. Любой алгоритм обладает рядом свойств:

Конечность. Алгоритм состоит из отдельных элементарных шагов, или действий, и должен заканчиваться за конечное число шагов.

Элементарность. Каждый шаг алгоритма должен быть простым, чтобы устройство, выполняющее операции, могло выполнить его одним действием.

Дискретность. Процесс решения задачи представляется конечной последовательностью отдельных шагов, и каждый шаг алгоритма выполняется за конечное время.

Детерминированность. Каждый шаг алгоритма должен быть однозначно и недвусмысленно определен и не должен допускать произвольной трактовки. После каждого шага либо указывается, какой шаг делать дальше, либо дается команда остановки, после чего работа алгоритма считается законченной.

Результативность. Цель выполнения алгоритма состоит в получении конкретного результата, имеющего вполне определенное отношение к исходным данным. Алгоритм должен останавливаться после конечного числа шагов, зависящего от данных, с указанием того, что считать результатом.

Массовость. Алгоритм разрабатывается в общем виде, т.е. он должен быть применим для некоторого класса задач, различающихся лишь исходными данными. При этом исходные данные могут выбираться из некоторой области, которая называется областью применимости алгоритма.

Таким образом, под алгоритмом мы будем понимать – конечную систему правил, сформулированную на языке исполнителя, которая определяет последовательность перехода от допустимых исходных данных к искомому результату, обладающая свойствами дискретности, детерминированности, результативности, конечности и массовости [8].

При внедрении цифровых технологий важно применение системного подхода, так как хаотичное внедрение новых технологий может не только не принести желаемого эффекта, но и, напротив, отрицательно сказаться на деятельности компании. Анализ литературы показывает, что можно выделить два подхода к реализации процесса внедрения ЦТ [14].

1. Согласно первому подходу, компания подбирает подходящие для себя цифровые технологии. Данный подход можно обозначить схемой «компания – технологии», он характеризуется рациональными критериями оценки результатов внедрения цифровых технологий, предусматривает включение цифровизации в стратегический план развития компаний.

2. По второму подходу сначала выбираются технологии, а затем подыскиваются компании и конкретные области, в которых реализация технологий целесообразна. При данном подходе отправной точкой являются

новые технологии, а сама компания рассматривается как объект, где возможна реализация этих технологий. Такой подход представляет собой последовательность действий по схеме «технологии – компания». Он годится для отработки новых еще недостаточно проверенных цифровых технологий. Сведенные алгоритмы принятий решений, которые способствуют внедрению процесса цифровой трансформации в компании в соответствии с обоими подходами: «компания-технологии» и «технологии-компания» приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Алгоритмы последовательности принятия решений при цифровой трансформации.

Подход «компания – технологии»	Подход «технологии – компания»
Анализ текущей бизнес-модели.	Анализ новых технологий, а также технологий, которые становятся доступными для внедрения вследствие снижения стоимости
Выявление возможных способов улучшения неэффективных процессов или этапов в создании ценности	Рассмотрение бизнес-процессов с целью внедрения выбранных технологий
Экономический анализ вариантов улучшения процессов за счет внедрения новых технологий и отказа от определенных этапов цепочки создания ценности	Анализ эффекта от внедрения новых технологий: пилотное внедрение; либо комплексный расчет экономического эффекта от использования новой технологии
Анализ текущей бизнес-модели.	Анализ новых технологий, а также технологий, которые становятся доступными для внедрения вследствие снижения стоимости
Внедрение и тестирование а) новой технологии или б) упрощенного процесса создания ценности в пилотном режиме для отдельной бизнес-единицы	
Внесение корректировок и надстройка параметров, анализ результатов.	
При положительной тенденции – постепенное масштабирование, внедрение в остальных бизнес-единицах с учетом их специфики	

Анализ литературы позволит изучить существующие алгоритмы и выявить, что в связи со сложностью процесса внедрения ЦТ отсутствуют научно-обоснованные алгоритмы, в большинстве своем они базируются не на проработанной теоретической основе, а на интуитивном понимании. Это приводит к тому, что, зачастую, выделенные этапы этих алгоритмов слишком крупные и не всегда понятно, какие конкретно шаги подразумеваются в каждом из этапов и в каком порядке их необходимо выполнять, в следствии чего и так не самый легкий процесс внедрения ЦТ значительно усложняется.

Изученные подходы к представлению алгоритмов внедрения цифровых технологий обозначил необходимость в разработке собственного варианта, который учитывал бы выявленные недостатки (рис. 3.1).

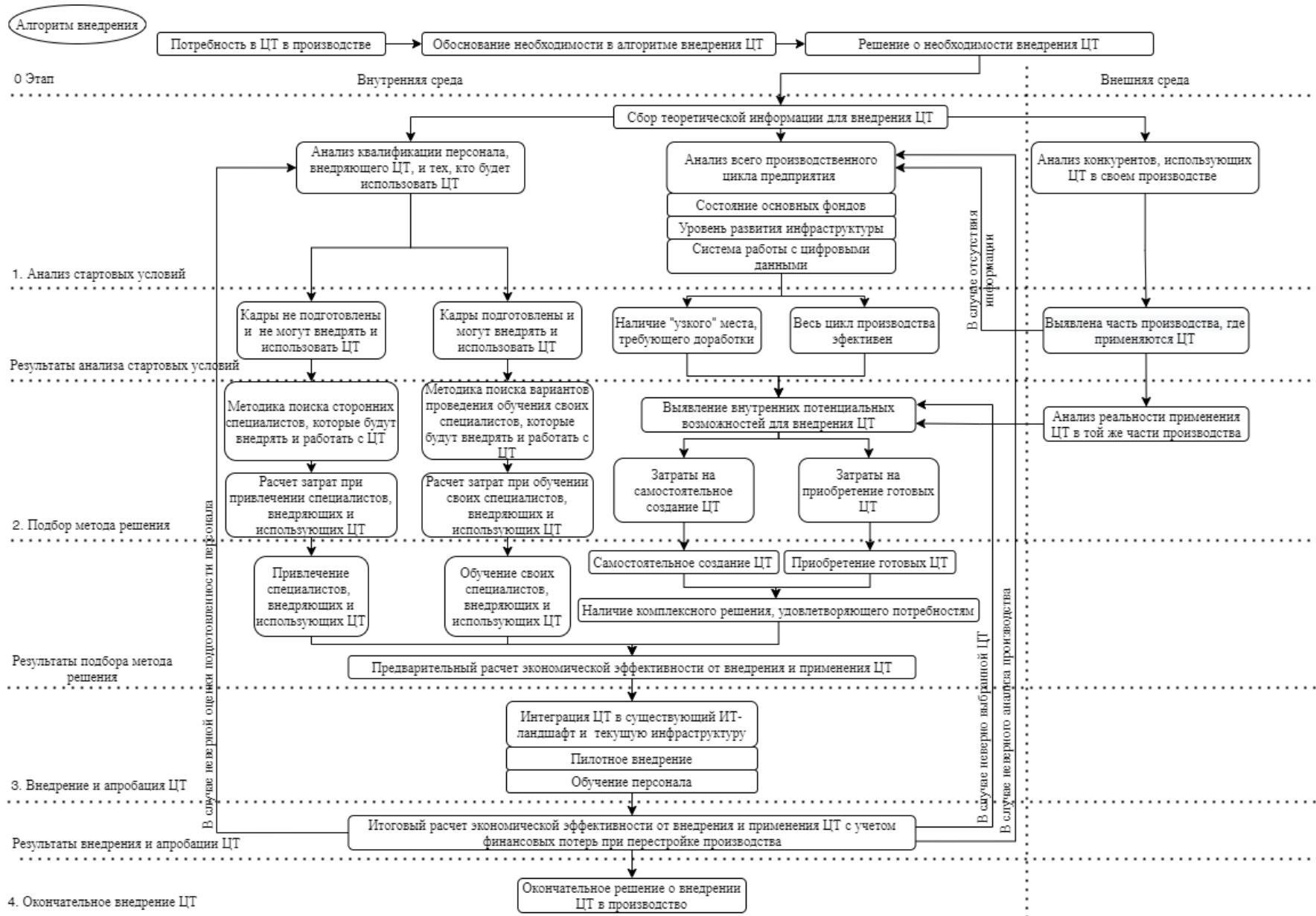


Рисунок 3.1 – Алгоритм внедрения ЦТ на обрабатывающих производствах

В качестве научной базы для формирования авторского алгоритма была использована система факторов, разработанная на предыдущих этапах исследования, которая учитывает особенности промышленного производства, включает потенциально стимулирующие, и препятствующие аспекты. В ней выделены: информационные, финансовые, технологические, кадровые, управленческие и рыночные факторы. Внутри каждой группы отдельно рассматриваются внешние и внутренние факторы. Исключение составляют управленческие факторы, которые относятся к внутренней среде, и рыночные, которые включают только внешние факторы. Все они нашли свое отражение в разработанном алгоритме, это позволило при разработке учесть практически все аспекты, оказывающие влияние.

Во-вторых, предложенный алгоритм обладает подробной структурой, которая включает в себя простые последовательные шаги, выполнение которых позволит в конечном итоге внедрить цифровые технологии. Кроме того, выделенные шаги объединяются в этапы, которые позволяют упростить идентификацию имеющегося производства с предложенной структурой для определения дальнейших шагов по внедрению ЦТ, т.е. алгоритмом могут пользоваться как предприятия только собирающиеся внедрять ЦТ, так и те, кто уже начал этот процесс.

В-третьих, хотя алгоритм и разрабатывался с упором на обрабатывающие производства, в тоже время он применим для всех видов технологий, которые могут быть внедрены в промышленность, т.к. заложенные шаги обладают универсальностью, и применимы к любым цифровым технологиям.

В-четвертых, предложенный алгоритм комплексно подходит к процессу внедрения ЦТ, он рассматривает процесс внедрения с различных точек зрения: технической, кадровой и финансово-экономической. Основой любого производства, кроме непосредственно его технологической составляющей (станков, оборудования, производственных линий и цехов, уровня автоматизации и пр.) выступают люди. Ведь именно они выполняют работу

начиная от простых механических задач, до осуществления контроля за работой сложного оборудования, т.е. персоналу необходимо будет приобрести определенные навыки и знания для работы в новой измененной среде, а также понять зачем в принципе внедряются ЦТ. Кроме того, также учитывается финансово-экономическая сторона процесса, т.к. затраты на внедрение и дальнейшее применение должны быть соизмеримы с той экономической эффективностью, которая ожидается от внедрения ЦТ, поскольку в случае завышенной стоимости экономическая эффективность может быть отрицательной.

Рассмотрим подробнее структуру разработанного алгоритма, который включает в себя 5 основных этапов:

0 этап или подготовительный этап. Основной его целью выступает обоснование необходимости во внедрении цифровых технологий, т.е. руководство должно ответить на вопросы: «Зачем внедрять цифровые технологии? Действительно ли их внедрение является необходимым шагом?». Также на этом этапе устанавливаются цели, например, повышение конкурентоспособности и закрепление на новых рынках путем совершенствования имеющихся изделий или создания принципиально нового продукта; сокращение издержек производства путем экономии исходного сырья, энергии и т.п. на основе использования цифровых технологий. Итогом этого этапа выступает решение о необходимости внедрения ЦТ.

1 этап – анализ стартовых условий. На данном этапе для успешного внедрения цифровых технологий в производство предусмотрен анализ внутренней среды, а именно сбор и систематизация теоретической информации, которая касается квалификации персонала и материально-технической составляющей. Именно с этого этапа выделяются два основных направления алгоритма, затрагивающие кадровое и технологическое направление. Кроме того, важным мероприятием является анализ внешней среды производства, т.е. конкурентов. Итогом этапа является определения разрыва между действительным и желаемым положением дел на предприятии,

а также необходимо сформулировать проблемы развития предприятия, на устранение которых и будет направлено внедрение цифровых технологий. Четкое понимание и формулирование проблем позволяет найти адекватные способы их решения, что в свою очередь способствует решению задач изменений.

2 этап – подбор метода решения. Основной целью этапа выступает определение какие именно мероприятия необходимо проводить, чтобы устранить выявленный разрыв между действительным и желаемым положением дел на предприятии. На данном этапе формируется основное содержание и уровень изменений, составляется их предварительный пошаговый план, производится анализ движущих и сдерживающих сил предстоящих изменений, потенциальных проблем, разрабатывается стратегия работы с персоналом, происходит определение необходимых ресурсов (кадровых, временных, финансовых, материальных и других), и решается вопрос о необходимости привлечения дополнительных ресурсов, включая внешних консультантов. Кроме того, на данном этапе проводится предварительный расчет экономической эффективности от внедрения цифровых технологий. Итогом этого этапа выступает понимание стоимости и последовательности осуществления выбранных и требуемых мероприятий для успешного внедрения цифровых технологий. Введение изменений проводится в соответствии с принятой программой и сметой.

3 этап – внедрение и апробация цифровых технологий. Основная задача – это последовательное осуществление мероприятий по непосредственному внедрению цифровых технологий. Введение изменений проводится в соответствии с принятой программой и сметой. В ходе выполнения этого этапа, который является по сути основным/центральным осуществляется реализация изменений, которые были спланированы на ранее. При реализации важно, во-первых, обладать резервными ресурсами такими как: временные, технологические, на случай возникновения непредвиденных обстоятельств. Во-вторых, иметь возможность оперативно вносить корректировки, т.к.

реальный процесс внедрения может отличаться от теоретического, в-третьих, необходимо поддерживать обратную связь с сотрудниками и информировать их о достигнутых результатах. Итогом этапа выступает получение результатов изменений. На этом этапе происходит оценка значений полученных показателей и характеристик, выбранных ранее для определения эффективности внедрения цифровых технологий. Сравнение полученных результатов с ожидаемыми не только позволяет оценить «плюсы» и «минусы» внедрения, но и скорректировать процесс ее дальнейшего осуществления в работе предприятия. Проводится также мониторинг результатов изменений, происходит анализ ошибок результатов изменений, при необходимости можно вернуться на более ранние этапы алгоритма, а также происходит сопоставление реально понесенных затрат и полученной эффективности.

4 этап – окончательно внедрение цифровых технологий. Является заключительным этапом внедрения цифровых технологий, т.к. уже проведена оценка текущих результатов, после которого проводится исследование всех последствий внедрения ЦТ, анализ их восприятия. Итогом выступает либо успешное внедрение, либо принятие решения о масштабировании полученных результатов на весь производственный цикл.

Внедрение цифровых технологий на обрабатывающих производствах представляет собой сложный многоступенчатый алгоритм, который включает в себя три основных направления, затрагивающие кадровое и технологическое и финансовое направление.

Для удобства понимания алгоритма рассмотрим кадровую составляющую. Для успешного внедрения цифровых технологий и реализации стратегии преобразований на предприятии должна быть создана команда, которая способная эффективно (быстро, гибко, с наименьшими затратами) решать все возникающие в процессе изменений проблемы и задачи. Вопрос кадровой составляющей возникает на первом этапе (*анализ стартовых условий*), и включает в себя «*анализ квалификации персонала: внедряющего ЦТ и тех, кто будет использовать ЦТ*». В ходе выполнения анализа необходимо

понять, насколько имеющийся персонал подготовлен к запланированным изменениям, как с технологической точки зрения, т.е. насколько компетентен и обучен имеющийся персонал, который будет осуществлять само внедрение ЦТ, и тот кто будет в дальнейшем непосредственно работать с этими технологиями, ведь при трансформации меняется не только компания, но и ее специалисты, т.к. им потребуется приобрести определенные навыки и знания для работы в новой измененной среде. Кроме того, важно провести психологическую готовность, т.е. оценить, насколько сотрудники понимают зачем будут внедряться цифровые технологии, как это скажется на их привычных формах работы и пр. Для этого можно провести собеседование с руководителями и рядовыми сотрудниками, осуществить наблюдение за рабочим процессом и поведением персонала, проанализировать динамику текучести кадров и их профессионализм. По результатам выполнения этого этапа становится ясно, справятся ли уже имеющиеся кадры с поставленными задачами или есть необходимость в привлечении сторонних специалистов.

На втором этапе (*подбор метода решения*) необходимо осуществить подбор методики чтобы устранить выявленный разрыв между действительным уровнем профессионализма сотрудников и необходимым для успешного внедрения ЦТ. В данном случае возможны две ситуации, первая, имеющийся персонал обладает достаточным уровнем профессиональных компетенций и способен при прохождении обучения (или без него в принципе) осуществить внедрение и дальнейшую работу с цифровыми технологиями. Вторая, квалификации персонала недостаточно и проведение мероприятий по его обучению не позволит достичь требуемого результата, в таком случае необходимо рассмотреть вариант поиска сторонних специалистов, привлечение, которых позволит закрыть кадровую нехватку. Основные задачи на этом этапе: снятие психологического напряжения в компании, выбор оптимальных методов обучения и информирования сотрудников, контроль прогресса подготовки к внедрению, при необходимости – коррекция планов и подходов к их реализации. Чтобы инновация стала массовой и приоритетной,

необходимо вовлекать в неё как можно больше структур предприятия. Параллельно с этим необходимо провести оценку затрат, которые потребуются осуществить при обучении имеющихся кадров, так и при привлечении сторонних специалистов. Итогом этого этапа является определение содержания программы развития кадров.

Следующим третьим этапом должно выступать *внедрение и апробация цифровых технологий*, однако для этого необходимо параллельно на первом и втором этапе произвести технологическую подготовку.

Поэтому вместе с анализом квалификации персонала на первом этапе (*анализ стартовых условий*), проводится «*анализ производственного цикла*», т.к. он является одним из важнейших показателей технико-экономического развития, который определяет возможности предприятия по объёму выпуска продукции и затраты на её производство. **Повышения эффективности производства может достигаться за счет совершенствования организации, планирования и управления производством, использования систем управления, позволяющих принимать оптимальные решения и добиваться значительных результатов при минимальных затратах.** В ходе этапа изучается состояние основных фондов (изучается уровень автоматизации и износа как технический, так и моральным), уровень развития инфраструктуры (т.к. требуется единовременный реинжиниринг всей ИТ-структуры компании в кратчайший срок) и система работы с цифровыми данными, а также параллельно с процессом оценки внутреннего технического состояния предприятия необходимо провести анализ конкурентов использующих ЦТ в своем производстве, т.к. это выступает маркером свидетельствующем о необходимости внедрения ЦТ в деятельность предприятия для успешного конкурентирования. По итогам данного этапа возможны два варианта либо выявляется часть производственного цикла, которая требует доработки и модернизации, либо становится понятно, что все производство работает эффективно, и изменения должны носить масштабный характер. Кроме того, если анализ производства конкурентов не принес результатов (не выявлена

часть производства, где применяются ЦТ), необходимо перейти к внутреннему анализу своего предприятия.

На втором этапе (*подбор метода решения*) происходит выявление внутренних потенциальных возможностей для внедрения ЦТ, т.е. происходит выбор методов и моделирование процесса применения цифровых технологий, разрабатывается структура управления, рассчитывается новый цикл и т.д. Определяется потребность в модернизации имеющегося оборудования или необходимо приобретение нового, кроме того при необходимости предусматривается реконструкция предприятий или его подразделений. Далее необходимо принять важное стратегическое решение: приобретать инновационные технологии на стороне или разрабатывать самостоятельно. В первом случае предприятие, как правило, устанавливает стратегическое партнерство со специализированной научно-исследовательской или конструкторской организацией. При этом следует иметь в виду, что единовременное приобретение технологии потребует аккумулирования значительных финансовых средств за достаточно короткий срок. Для наиболее эффективного использования финансовых вложений потребуются тщательное сканирование рынка новых технологий и детальный анализ базы данных организаций, специализирующихся на инновационных технологиях. Также на этой стадии определяются средства для технического контроля. Итогом этого этапа является определение содержания программы модернизации производства.

Именно на этом этапе проводится первый полномасштабный расчет экономической эффективности от внедрения и применения ЦТ, который учитывает все предварительные затраты как кадровой составляющей, так и технической. Если все достигнутые результаты и расчеты удовлетворяют, то можно приступать к третьему этапу (*внедрение и апробация ЦТ*), где осуществляется интеграция цифровых технологий в существующий ИТ-ландшафт и текущую инфраструктуру. Данный этап подразумевает под собой последовательное осуществлении ранее намеченных мероприятий по

непосредственному внедрению цифровых технологий, проведение обучения персонала или привлечение нового. Такие работы предполагают адаптацию существующего на предприятии оборудования к новым задачам. Если же такая адаптация невозможна, приобретают новое или разрабатывают и изготавливают нестандартное оборудование. Тесная связь кадровой и технологической составляющей позволяет соединить в одну систему все подразделения, связанные с выполнением работ по внедрению ЦТ. Результатом этого этапа становится итоговый расчет экономической эффективности от внедрения и применения ЦТ с учетом финансовых потерь при перестройке производства. Его необходимость обосновывается, тем что планируемые расходы и реальные довольно часто расходятся, по многим причинам (от внутренних до внешних). Также именно в этот момент выявляются все недостатки и промахи, которые могли быть допущены на ранних этапах, и необходимо вернуться на несколько шагов назад для их устранения. После того как этап пройден, можно заканчивать внедрение ЦТ, т.е. переходить от пилотного проекта к полномасштабному.

Последним четвертым этапом (*окончательно внедрение цифровых технологий*), можно считать либо успешно функционирующую часть цикла производства, либо принятие решения о масштабирование полученных результатов на весь производственный цикл.

Таким образом, разработанный научно-обоснованный алгоритм внедрения цифровых технологий отличается тем, что:

- ✓ в своей структуре опирается на выделенные на предыдущих этапах научно-обоснованные факторы внедрения ЦТ;
- ✓ позволяет учитывать мнение специалистов различных направлений (технического, кадрового, финансового и др.);
- ✓ обладает подробной структурой;
- ✓ помимо оценки внутреннего состояния позволяет учитывать влияние внешней среды;

- ✓ выделенные этапы внедрения позволяют упростить идентификацию производства для определения дальнейших шагов по внедрению ЦТ.

3.2. Апробация разработанного алгоритма и расчет экономической эффективности от внедрения цифровых технологий на предприятии обрабатывающего производства

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассматривая современный этап мирового экономического и социального развития очевидно, что процессы цифровизации все глубже проникают в жизнь общества. Первую десятку крупнейших мировых корпораций полностью заняли цифровые компании, такие как Apple inc, Microsoft, Amazon.com, Alphabet Inc, Facebook Inc, Alibaba, Tesla Inc и др.

При этом основной характеристикой общественного производства в народнохозяйственной системе, является экономический рост, который способствует решению проблем ограниченности ресурсов и улучшению уровня жизни населения. При этом один из важнейших секторов экономики – обрабатывающая промышленность, являющейся основой экономической независимости стран и обеспечивающей ее конкурентоспособность на рынке. Она является базой для экономического роста страны, поэтому ее нужно развивать, современным источником развития производства являются цифровые технологии. Изученная динамика производительности труда и источников ее прироста, свидетельствует о том, что в следующее десятилетие повышение как экономического роста, так и производительности труда будет обеспечиваться за счет внедрения цифровых технологий. Развитые страны в своих стратегиях развития решают данную проблему за счет внедрения цифровых технологий в производство. Широкое распространение цифровых технологий усиливает конкуренцию на глобальных рынках и стимулирует ведущие индустриальные страны к проведению соответствующей промышленной политики, и увеличению инвестиций в научные исследования.

Развитие отечественной экономики учитывает мировой опыт и выделяет одним из приоритетных направлений цифровую трансформацию страны. С этой целью принимаются национальные и региональные программы развития, разрабатываются способы для эффективного продвижения новых технологий в те области, которые обладают конкурентоспособным потенциалом, и дают возможность структурной перестройки экономики.

Цель проведенного исследования заключалась в разработке инструментов цифровизации обрабатывающих производств как фактора развития экономики региона.

Исходя из поставленной цели, получены следующие основные научные результаты:

1. Проведенный анализ подходов к пониманию категорий «автоматизация», «информатизация» и «цифровизация» показал, что все эти процессы нацелены на повышение производительности труда и исключение человека из различных производственных процессов. При этом появляющиеся новые технологии, не исключая друг друга, обеспечивают в период своего становления резкий рост экономики путем создания новых продуктов и видов деятельности, оказывающих существенное влияние, как на мировое хозяйство, так и на социальную жизнь общества.

Отличие информатизации от цифровизации заключается в технологическом аспекте. Информатизация – это более широкое понятие по сравнению с цифровизацией, т.к. затрагивает широкий их спектр информационных процессов, а не концентрируется на оцифровке информации. Важным элементом цифровизации является изменение жизни людей, связанное с результатами (положительными и отрицательными) информатизации, но более структурированное. В ее основе лежит создание «умной» инфраструктуры, индивидуализация получения услуг, в частности, образовательных, т.е. с формированием механизма обратной связи. Следовательно, цифровизация является частным проявлением информатизации общества, что позволяет к ней применять имеющуюся теоретическую и концептуальную базу информатизации.

Иными словами, цифровизация является новым витком развития информатизации, с такой отличительной чертой как применение цифровых технологий обработки, передачи, хранения и визуализации информации, с использованием новых технических средств и программных решений.

Обозначенная смена парадигм от автоматизации к информатизации применима и по отношению к цифровизации, т.к. она является новым витком развития информатизации, а значит и автоматизации. Термин «цифровизация» применяется для описания трансформации, идущей дальше, простой замены аналогового или физического ресурса на цифровой, подразумевается не только автоматизация процессов, но и эффективная отдача от них. Отличительной чертой цифровизации является оцифровка всех информационных и даже материальных ресурсов, а также создание цифровых технологий, которые в свою очередь формируют новые продукты и сетевые платформы взаимодействия между членами общества. Если автоматизация в первую очередь направлена на совершенствование существующих моделей производства и изменение процессов, то цифровизация позволяет за счет цифровых технологий получить существенный рывок в производстве и управлении, а также конкурентные преимущества. Цифровизация изменяет принцип и формат функционирования социально-экономических систем всех уровней, обеспечивая устойчивое существование в динамичных условиях цифрового пространства.

2. Обосновано, что цифровые технологии являются фактором повышения экономического роста, выражающимся в том числе и в росте ВВП, при этом самым факторам, т.е. движущим силам внедрения цифровых технологий, практически не уделяется внимание, хотя именно они определяют процесс интеграции ЦТ в конкретные отрасли и производства. Проведенное исследование показало, что существующие подходы к классификации либо имеют обобщенный характер и не учитывают факторы, стимулирующие внедрение цифровых технологий, либо узкоспециализированы, что не позволяет использовать их применительно к промышленному производству. В связи с этим, на основе анализа выявленных подходов, была создана авторская систематизация факторов, влияющих на внедрение цифровых технологий в производство.

При этом за основу был использован подход коллектива авторов О.М. Калиева, Н.В. Лужнова, М.И. Дергунова и М.С. Говорова который включает: рыночные, конъюнктурные, хозяйственно-правовые, административные – входят в группу внешних; а также материально-технические, организационно-управленческие, экономические и социальные, – относятся к внутренним факторам.

В итоге были определены и сгруппированы основные факторы, влияющие на внедрение цифровых технологий в производство. Предложенная система факторов учитывает особенности промышленного производства (т.е. речь идёт о рассмотрении факторов с точки зрения микроуровня), а также включает как потенциально стимулирующие, так и препятствующие аспекты внедрения цифровых технологий в производство. В авторской системе выделены следующие группы факторов: информационный, финансовый, технологический, кадровый, управленческий и рыночный. Внутри каждой группы отдельно рассматриваются внешние и внутренние факторы. Исключение составляют управленческие факторы, которые относятся к внутренней среде, и рыночные, которые включают только внешние факторы.

3. Обзор мирового опыта, в частности, внедрения цифровых технологий в промышленность позволил выделить основные концепции: Индустрия 4.0, Умное производство, Цифровое производство, Интернет в промышленности. На данных концепциях основывается ряд трендов, которые характерны для цифровой трансформации индустриальных предприятий:

- 1) использование интеллектуальных приборов измерения параметров работы производственных линий;
- 2) отказ от большого количества работников и переход на роботизированные технологии;
- 3) замена распределенными ресурсами собственных мощностей для хранения и вычисления;
- 4) создание единой информационной системы для автоматизации и интеграции производственных процессов;

- 5) применение всей массы данных для аналитики;
- 6) введение обязательного электронного оборота документов;
- 7) внедрение цифровых технологий на всех этапах от идеи до эксплуатации;
- 8) применение специализированных сервисов для осуществления закупки материалов и сырья, а также их последующей поставки заказчику;
- 9) осуществление продажи промышленных товаров через Интернет.

Главными факторами успеха в цифровизации выступают правильно организованная политика государства, повышенный интерес со стороны промышленного сектора и, конечно, их грамотное взаимодействие, учитывающее специфику целей каждого из агентов.

4. Промышленность относится к тем отраслям, которые довольно медленно вовлекаются в процесс цифровой трансформации. Для более глубокого измерения уровня проникновения цифровых технологий в промышленную среду был проведен опрос руководителей промышленных предприятий – субъектов МСП Вологодской области. Согласно полученным данным у большинства респондентов преобладает ручной труд или механизированное производство. Поэтому больше половины опрошенных не используют цифровые технологии, среди тех, кто применяют ЦТ наибольшей популярностью обладают Интернет вещей и робототехнику, при этом блокчейн входит в перспективные для использования технологии. Основной выделенный респондентами барьер – высокая стоимость внедрения цифровых технологий, и недостаточность квалификации персонала. При этом мониторинг показал, что больше многие занимаются обучением и повышением квалификации сотрудников с целью более активного применения цифровых технологий.

Проведенный анализ результатов опроса руководителей промышленных МСП предприятий показал существенное расхождение мнений руководителей предприятий по достаточно большому количеству аспектов цифровой активности. На многих предприятиях инициативы по внедрению цифровых

технологий носят фрагментарный характер. В настоящее время цифровая активность промышленных предприятий Вологодской области невысокая. Однако значительное число руководителей осознает необходимость внедрения ЦТ в производство и в ближайшие три года часть респондентов планируют это сделать.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Авербух В. М. Шестой технологический уклад и перспективы России (Краткий обзор) / Вестник Ставропольского государственного университета Социологические науки. – №71. – 2010. – С159-166.
2. Акбердина В.В. Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики // Journal of new economy. – 2018. – Т. 19. – № 3. – С. 82-99.
3. Анализ мирового опыта развития промышленности и подходов к цифровой трансформации промышленности государств-членов Евразийского экономического союза: Информационно-аналитический отчет. – URL: https://evrazgeoforum.com/storage/uploaded_docs/cvawMVqR18Nia8ER6TIN2SZ4WC49kOiF.pdf (дата обращения: 20.11.2019).
4. Антипина Н.И. Трансформация российского бизнеса в условиях перехода к цифровой экономике: отраслевой и региональные аспекты // Экономическая наука современной России. – 2018. – № 2.– С. 102.
5. Баранов, Д. Н. Сущность и содержание категории «цифровая экономика» Д. Н. Баранов // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Сер. 1, Экономика и управление. – 2018. – № 2 (25). – С. 15- 23. doi: 10.21777/2587-554X-2018-2-15-23.- https://www.muiv.ru/vestnik/pdf/eu/eu_2018_2_25_15_23.pdf
6. Баринова В.А., Земцов С.П., Царева Ю.В. Улучшение делового климата для МСП – ответ на текущий кризис и пандемию коронавируса // Экономическое развитие России. – 2020. – Т. 27. – № 7. – С. 54-65.
7. Батлер-Боудон Т. Богатство и бедность народов: Дэвид С. Лэндис. – М.: Эксмо. – 2004.
8. Бекман И. Н. Компьютерные науки. Лекция 7. Алгоритмы. – Режим доступа : <http://profbeckman.narod.ru/Komp.files/Lec7.pdf>.
9. Булдыгин С.С. Концепция промышленной революции: от появления до наших дней / Вестник Томского государственного университета. – 2017. – № 420. – С. 91–95. DOI: 10.17223/15617793/420/12
10. Бурнакова Д.В., Бекушева Е.В. Проблемы внедрения цифровых инноваций в современных российских компаниях. Научное обозрение. Педагогические науки. 2019;(2–2):23–25.
11. Волков Г.Ю. Технология как приоритетный фактор конкурентной борьбы в условиях глобализации. Глобальная экономика в XXI веке: роль биотехнологий и цифровых технологий: сб. научных статей по итогам работы третьего круглого стола с международным участием. Ч. 1. М.: ООО «Конверт»; 2020;181–183.
12. Володин В.М., Надькина Н.А. Внедрение цифровых технологий на предприятиях сельского хозяйства на современном этапе развития АПК России. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Экономические науки. 2019;(2):13–22. DOI: 10.21685/2309–2874–2019–2–2

13. Ворошилов, Н.В. Дифференциация социально-экономического развития муниципальных образований Вологодской области 1991–2011 гг. // Проблемы развития территории. 2013. № 3 (65). С. 31–41.
14. Гарифуллин Б.М. Цифровая трансформация бизнеса: модели и алгоритмы / Б.М. Гарифуллин, В.В. Зябриков // Креативная экономика. 2018. – Т.12. – №9. С. 1345-1358.
15. Гибадуллин Р.Ф., Лекомцев Д.В., Перухин М.Ю. Анализ параметров промышленных сетей с применением нейросетевой обработки // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2020. – №1. – С. 80-87.
16. Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. – М. – 1993.
17. Глазьев, С. Ю. Стратегия опережающего развития России в условиях глобального кризиса / С.Ю. Глазьев. – М.: Экономика, 2010. – 255 с.
18. Глобальные тренды и перспективы научно-технологического развития Российской Федерации: докл. к XVIII Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества / Л.М. Гохберг, А.В. Соколов, А.А. Чулок и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2017. 39 с.
19. Головенчик Г. Теоретические подходы к определению понятия «цифровая экономика» // Наука и инновации. – 2019. – №2. – С. 40–45.
20. Головенчик Г. Цифровая глобализация как новый этап в развитии глобального мира// Банковский вестник. – 2021.– №2 (691). – С. 57-68.
21. ГОСТ 33707-2016. (ISO/IEC 2382:2015) Информационные технологии (ИТ). Словарь: Кодекс 2020 – [Электронный источник] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200139532> (дата обращения 09.06.2020 г.).
22. Грибанов Ю.И. Цифровая трансформация социальноэкономических систем на основе развития института сервисной интеграции: Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук. Санкт-Петербург – 2019. – С. 355.
23. Грибанов Ю.И. Факторы, сдерживающие и ограничивающие цифровую трансформацию социально-экономических систем. Современная экономика: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XXV Международной научно-практической конференции. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение»; 2019;200–205.
24. Гурфова Р.В. Развитие информационного общества в России / Р.В. Гурфова, К.С. Шумахова // Научные известия. 2019. – №15. – С. 36-39.
25. Давыдова, А.А. Тенденции социально-экономического развития регионов // Экономика и бизнес. 2019. Вып. 12-1 (58). С.125–133. DOI: 10.24411/2411-0450-2019-11456.
26. Дмитриева, Т.Е. Методологический контекст пространственного развития северного региона // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. 2009. № 1(39). С. 22-29.
27. Дорожные карты развития «сквозных» цифровых технологий, утвержденные Министерством связи и массовых коммуникаций, 2020 URL: <https://digital.ac.gov.ru/support/#analytics>

28. Жулина Е.Г. Аспекты цифровизации современной экономики. Цифровые трансформации современного менеджмента. Монография. Е.Г. Жулина, ред. Саратов: Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова; 2019; 8–17.
29. Зотов В.В. Терминологический словарь по автоматике, информатике и вычислительной технике / Ю.Н. Маслов, А.Е. Пядочкин, Л.К. Самойлов. – М.: Высшая школа. – 2003. – 191 с.
30. Зубаревич, Н.В. Региональное развитие и региональная политика за десятилетие экономического роста // Журнал новой экономической ассоциации. 2009. № 1–2. С. 161–174.
31. Зубенко В.В. Трудовые ресурсы мира и структура занятости населения. Мировая экономика и международные экономические отношения. В.В. Зубенко, ред. М.: Юрайт; 2019. 410 с.
32. Идрисов Г.И., Княгин В.Н., Кудрин А.Л., Рожкова Е.С. Новая технологическая революция: вызовы и возможности для России // Вопросы экономики. – 2018. – №4. – С. 5-25.
33. Никонова А. Потенциал и инструменты роста инновационных производств в процессе формирования нового уклада экономики: системный подход // Экономист. – 2018. – № 10. – С. – 20–39.
34. Исследование Boston Consulting Group и Сбербанка России. 2017. URL: http://d-russia.ru/wpcontent/uploads/2017/11/Skills_Outline_web_tcm26-175469.pdf2
35. Калиева О.М., Лужнова Н.В., Дергунова М.И., Говорова М.С. Факторы, влияющие на экономическую эффективность деятельности предприятия. Инновационная экономика: материалы I Междунар. науч. конф. Казань: Бук; 2014;93–96. URL: <https://moluch.ru/conf/econ/archive/130/6162/> (дата обращения: 22.10.2020).
36. Карлинский В.Л. Цифровая трансформация промышленных предприятий. Проблемы и модели перехода // Экономические исследования и разработки. – 2018. – № 8. – С. 132-146.
37. Китрар Л.А., Липкинд Т.М., Остапкович Г.В. Квантификация качественных признаков в конъюнктурных обследованиях // Вопросы статистики. – 2018. – Т. 25. – №. 4. – С. 49-63.
38. Клейнер Г.Б. От «экономики физических лиц» к системной экономике // Вопросы экономики. –2017. – № 8.
39. Ключкова Е.Н. Методические аспекты оценки цифровой экономики Инновационное развитие российской экономики / Е.Н. Ключкова, П.Э. Прохоров // Инновационное развитие российской экономики: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. : в 5 т. Т 3: Стратегические и инструментальные методы исследования развития. М.: РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2017. 332 с.
40. Кнут Д. Э. Искусство программирования для ЭВМ. Т.1. Основные алгоритмы / Д. Э. Кнут. — М. : Мир, 1976. — 736 с
41. Колмогоров А.Н. Теория информации и теория алгоритмов / А. Н. Колмогоров. – М. : Наука, 1987. – 304 с.

42. Колодня Г. Цифровая экономика: особенности развития в России // Экономист. 2018. № 4. С. 63–69.
43. Коптелов А. Готов ли ваш бизнес к цифровой трансформации? [Электронный источник] – URL: <https://www.executive.ru/management/itforbusiness/1985479-gotov-li-vashbiznes-k-tsifrovoi-transformatsii> (дата обращения 08.06.2020 г.).
44. Костяев, А.И. Территориальная дифференциация условий хозяйствования // Экономист. 2006. № 9. С. 24–30.
45. Котов Е.В. Реиндустриализация экономики в условиях формирующейся государственности // Журнал экономической теории. 2017. №3. С.64–78.
46. Криницкий Н.А. Алгоритмы вокруг нас/ Н. А. Криницкий. – М. :Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 224с.
47. Кузнецова С.Б. Четвертая промышленная революция как результат инновационно-технологического развития производственных систем // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 3. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/03/65792> (дата обращения: 20.11.2019).
48. Лаженцев В.Н. Оценка уровней социально-экономического развития регионов (на примере Республики Коми, Архангельской и Вологодской областей) // Отраслевая и региональная экономика. 2011. №6(8). С. 54–65.
49. Лаптев В. В. Методология визуализации. – М.: Мир – 2011. – 304 с
50. Лепский В.Е. Технократический подход к информатизации общества – источник угроз национальной безопасности России // II Всероссийская научная конференция «Россия XXI век». М. – 1999. – С. 143 – 147.
51. Лола И. Цифровая активность предприятий обрабатывающей промышленности в 2019 г. – М.: НИУ ВШЭ, 2020. – 16 с.
52. Лола И.С., Бакеев М.Б. Цифровая трансформация в отраслях обрабатывающей промышленности России: результаты конъюнктурных обследований // Вестник СанктПетербургского университета. Экономика. – 2019. – Т. 35. – № 4. – С. 628-657.
53. Марков А. А. Теория алгоритмов / А. А. Марков, Н. М. Нагорный. — М.:Наука, 1984. — 432с
54. Мизин И.А. Развитие определений «информатика» и «информационные технологии» / И.А. Мизин, И.Н. Сеницын, Б.Г. Доступов, В.Н. Захаров, А.Н. Красавин / Под ред. И.А. Мизина. - М.: ИПИ АН СССР. – 1991. – 12 с.
55. Минакир, П.А. Мифы и реальность пространственных экономических диспропорций // Федерализм. 2011. № 1. С. 43–56.
56. Минькович Т.В. Информационные технологии: понятийно терминологический аспект // Образовательные технологии и общество – 2012. – №2. – С. 371-389.
57. Мойсейчик, Г. И. Цифрофикация экономики стран евразийского союза как стратегический императив XXI века // Проблемы современной экономики. – 2016. – № 1 (57). – С. 11-15.
58. Наумов Е.А., Понукалин А.А., Бенуа А.Е. Интеллектуальная экономика и устойчивое развитие в свете теории институционального конструктивизма

- // Международный электронный журнал. Устойчивое развитие: наука и практика. – 2013. – № 1 (10). – С. 66–74.
59. Нестенко Е. А., Козлова А.С. Направления развития цифровой экономики и цифровых технологий в России // Экономическая безопасность и качество. – 2018. – № 2 (31). – С. 9-14.
60. Клейман Ю.А. Смена технологических укладов на основе внедрения инноваций как фактор технико-экономического развития // Экономический вестник Ростовского государственного университета. – 2008. – Т. 6. – № 1. Ч. 2. С. 164–168.
61. Остапкович Г.В., Липкинд Т.М., Лола И.С. Деловой климат в промышленности в сентябре. 2020. – М.: НИУ ВШЭ, 2020. – 19 с.
62. Отчет «Россия online? Догнать нельзя отстать отчет» The Boston Consulting Group. Б. Банке, И. Котов и др. 2018. URL: http://image-src.bcg.com/Images/BCG-Russia-Online_tcm27152058.pdf (дата обращения: 20.11.2019).
63. Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Анализ формирования показателя для оценки достижения национальной цели по ускорению технологического развития Российской Федерации, установленной в Указе Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» / Счетная палата Российской Федерации, 2020. [электронный ресурс]. URL: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/84a/84a3c7f43e5bc65d347a40b37ee91fc5.pdf> (дата обращения 20.11.2020 г.).
64. Одер Д.Е. Стратегическое планирование в области производительности труда и экономического роста в России // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2013. – № 2 (42). – С. 85–87.
65. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (Росстат) [Электронный ресурс]. – URL: www.gks.ru.
66. Панышин Б. Цифровая экономика: особенности и тенденции развития / Наука и инновации. – 2016. – №3(157). – С. 17-20.
67. Плотников В.А. Цифровизация производства: теоретическая сущность и перспективы развития в российской экономике // Известия СПбГЭУ. – 2018. – №2. – С 16-24.
68. Плотников В.А. Цифровизация производства: теоретическая сущность и перспективы развития в российской экономике. Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2018;(4):16–24.
69. Пороховский А.А. Обрабатывающая промышленность вызовы и перспективы в современном мире // Форсайт «Россия» новое индустриальное общество. Будущее: сборник пленарных докладов 4 Санкт-Петербургского международного экономического конгресса (СПЭК-2018) / под общ. ред. С.Д. Бодрунова. СПб.: ИНИР, 2018. С. 81-98.

70. Почивалова Г.П., Современные направления трансформации делового климата в российской экономике в контексте регионального развития // Московский экономический журнал. – 2020. – № 12. – С. 296-311.
71. Проблемы обеспечения конкурентоспособности социально-экономических систем Аликин А.Ю., Бром А.Е., Гоголина Л.С., Головцова И.Г., Гончаров А.А., Кальницкая И.В., Козлова Е.И., Максимочкина М.В., Машкина Н.А., Савельева Н.А., Самойлов А.В., Сысоева Е.А. Новосибирск, 2009. Том Книга 4
72. Пространственные аспекты развития региона: монография / под общей ред. д-ра экон. наук, проф. В.А. Ильина. – Вологда: ВНКЦ ЦЭМИ РАН, 2008. – 298 с.
73. Пурро В. Автоматизация процессов. Электронный курс. Национальная учебная программа по электронике и автоматике / А. Седжакин. – Талин: Таллиннский Политехник. – 2013.
74. Райнерт Э.С. Как богатые страны стали богатыми и почему бедные страны остаются бедными / пер. с англ. Н. Автономовой; под ред. В. Автомонова; нац. исслед. Ун-т «Высшая школа экономики». 5-е изд. М.: ИД Высшей школы экономики, 2017. 384 с.
75. Ракитов А. И. Информатизация общества: состояние, структура, перспективы // Перспективы информатизации общества. М., 1989. С. 21.
76. Румана Б., Ричард Х. Определение, концепция и измерение цифровой экономики // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. – Т. 13. – № 2. – С. 143–172. DOI: 10.17323/1996-7845-2018-02-07
77. Саушкин Б.П. Раздел 8. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ. URL: http://chemanalytica.com/book/novyuy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/12_obs_hchie_svedeniya/6289
78. Скруг В.С. Трансформация промышленности в цифровой экономике: проблемы и перспективы // Креативная экономика. – 2018. – Т. 12. – № 7. – С. 943-952. doi:10.18334/ce.12.7.39208.
79. Словарь – справочник терминов нормативно-технической документации http://normative_reference_dictionary.academic.ru. – Дата доступа: 25.01.2020.
80. Соколова, И. В. Социальная информатика и социология: проблемы и перспективы взаимосвязи : [монография]. М.: Изд-во МГУ. – 1999. – 184 с.
81. Стародубцева Е.Б., Маркова О.М. Цифровая трансформация мировой экономики // Вестник АГТУ. Экономика. – 2018. – №2. – С. 7–15.
82. Стельмах С. Шесть барьеров на пути цифровой трансформации и стратегии по их преодолению. itWeek. 2018;(4). URL: <https://www.itweek.ru/digitalization/article/detail.php?ID=201706> (дата обращения: 23.09.2020).
83. Теория алгоритмов : учеб. пособие [Электронный ресурс] / авт.-сост. Н. А. Базеева ; под общ. ред. проф. М. И. Ломшина. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2019. – 136 с.

84. Толкачев С. А., Андрианов К. Н., Лапенкова Н. В. Интеллектуальное производство сквозь призму третьей промышленной революции // Мир новой экономики. – 2014. – №4. – С. 28–38.
85. Толстых Т.О., Гамидуллаева Л.А., Шкарупета Е.В. Ключевые факторы развития промышленных предприятий в условиях индустрии 4.0 // Экономика в промышленности. – 2018. – Т. 1. – № 1. – С. 11-19.
86. Тюкавкин Н.М. Информатизация экономики и информационное общество / Н.М. Тюкавкин // Вестник СамГУ. – 2012. – № 10 (101). – С. 139-146.
87. Урсул, А. Д. Природа информации: философский очерк / А. Д. Урсул; Челяб. гос. акад. культуры и искусств; Науч.-образоват. центр «Информационное общество»; Рос. гос. торгово-эконом. ун-т; Центр исслед. глоб. процессов и устойчивого развития. – 2-е изд. – Челябинск, 2010. – 231 с.
88. Усков В.С. Развитие промышленного сектора РФ в условиях новой технологической революции // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2019. – Т. 12. – № 2. – С. 128 –146.
89. Усков В.С. Тенденции формирования и проблемы развития цифровой экономики в России // Проблемы развития территории, 2019. – № 2 (100). С. 53–66. DOI: 10.15838/ ptd.2019.2.100.3
90. Халин В.Г., Чернова Г.В. Цифровизация и ее влияние на российскую экономику и общество: преимущества, вызовы, угрозы и риски. Управленческое консультирование. Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации. 2018;(10):46–63.
91. Харченко А. А., Конюхов В.Ю. Цифровая экономика как экономика будущего // Молодежный вестник ИрГТУ. – 2017. – № 3 (27). – 17 с.
92. Цифровая Россия: новая реальность. 2017 [электронный ресурс] // Digital McKinsey, июль 2017. URL: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/russia/our%20insights/digital%20russia/digital-russia-report.ashx>.
93. Цифровая трансформация экономики и промышленности: проблемы и перспективы: монография / А.С. Алетдинова, А.В. Бабкин [и др.] / под. ред. д-ра экон. наук, проф. А.В. Бабкина. СПб.: Изд-во Политехн. Ун-то, 2017. 807 с.
94. Цифровые технологии в российских компаниях. Результаты исследования АО «КПМГ», ООО «КПМГ Налоги и Консультирование». 2019. URL: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ru/pdf/2019/01/ru-ru-digitaltechnologies-in-russian-companies.pdf> (дата обращения: 25.09.2020).
95. Шваб К. Четвертая промышленная революция. – М. : Эксмо, 2016
96. Кульков В.М., Кайманаков С.В., Теняков И.М. Экономический рост в России: национальная модель, качество и безопасность // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2014. – №38 (275) – С. 9–19.
97. Шиплюк В.С., Давыдова А.А. Вклад цифровых технологий в обеспечение экономического роста // Стратегии бизнеса. – 2020. – Т. 8. – № 12. – С. 343-348.

98. Юдина Т.Н. Цифровизация как тенденция современного развития экономики Российской Федерации: PRO YCONT. – 2017. – № 3. – С. 139–143. DOI:10.23394/ 2079-1690.
99. Юсим В.Н. Промышленное производство. Общие тенденции. Промышленность России. 2020;(5):1–3.
100. Deloitte. Digital Disruption Index. 2019. [Electronic resource]. – URL: <https://www2.deloitte.com/dk/da/pages/imagine/nordicdigital-disruption-index.html>.
101. Hobsbawm E. Industry and Empire: From 1750 to the Present Day. New-York; 1999.
102. Hull J. The Second Industrial Revolution: The History of a Concept // Storia Della Storiografia. – 1999. – Issue 36.
103. IMF. Measuring the Digital Economy. IMF Staff Report. Washington, D.C. 2018. [Electronic resource]. – URL: <file://www.fs/usefold/vss/Desktop/022818MeasuringDigitalEconomy.pdf>.
104. McKinsey & Company. The rise of Digital Challengers. Analytical report. [Electronic resource]. – URL: https://digitalchallengers.mckinsey.com/files/McKinsey%20CEE%20report_The%20Rise%20of%20Digital%20Challengers.pdf.
105. Reischauer G. Industry 4.0 as policy-driven discourse to institutionalize innovation systems in manufacturing // Technological Forecasting and Social Change. 2018. Vol. 132, pp. 26-33.
106. Tsvetkov V. Ya. Information interaction // European researcher. Series A. 2013. № 11-1 (62). С. 2573-2577
107. WEF (2018a). Digital Transformation Initiative. Unlocking \$100 Trillion for Business and Society from Digital Transformation. Executive summary.P. 12.