

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

На правах рукописи

Барыбина Анна Зинуровна

(фамилия, имя, отчество аспиранта)

**«Разработка методического подхода к процессам цифровой трансформации
промышленности»**

(название научно-квалификационной работы)

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (промышленность)

(шифр и наименование направления подготовки)

Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук

(отрасль науки)

**Научный руководитель:
Член.-корр. РАН, профессор, д.э.н.
Акбердина Виктория Викторовна**

*(ученая степень, ученое звание,
ФИО научного руководителя)*

Екатеринбург 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	Ошибка! Закладка не определена.
1.1. Теоретический обзор становления цифровой экономики и процесса цифровой трансформации промышленности	Ошибка! Закладка не определена.
1.2. Цифровые промышленные платформы и их типологии.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.3. Цифровая трансформация и платформитизация промышленности.	Ошибка! Закладка не определена.
1.4. Нормативно-правовое регулирование цифровой трансформации промышленного комплекса России	Ошибка! Закладка не определена.
ГЛАВА 2. Методические подходы и оценка влияния цифровизации на развитие цифровых платформ в промышленности	Ошибка! Закладка не определена.
2.1. Методика создания, развития и поддержки цифровой платформы для промышленности	Ошибка! Закладка не определена.
2.2 Анализ показателей оценки эффективности/функциональности применения цифровых платформ в промышленности	Ошибка! Закладка не определена.
2.3 Архитектура цифровых платформ используемых в промышленности	Ошибка! Закладка не определена.
ГЛАВА 3. Стратегические направления совершенствования промышленного комплекса России в условиях цифровизации	Ошибка! Закладка не определена.
3.1. Проблемы и перспективы использования цифровых технологий в промышленном секторе экономики России.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.2. Оценка состояния, перспектив развития, целесообразности и стоимости разработки и внедрения цифровых платформ в промышленности	Ошибка! Закладка не определена.
3.3. Разработка и внедрение цифровой платформы промышленности УрФО(URFO-prom)	Ошибка! Закладка не определена.
Заключение.....	Ошибка! Закладка не определена.
Список литературных источников.....	12

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность диссертационной работы. Идеи проведения новой индустриализации и достижения глобального технологического равенства России и стран-лидеров сегодня предполагает развитие широкого круга цифровых по своей природе технологий, которые будут определять облик новых производств, новую технологическую среду обновления отечественной индустрии. Предполагается появление отечественных компаний на принципиально новых для нашей страны отраслевых рынках, в том числе создающихся в настоящее время. Стратегический вектор новой индустриализации экономики России должен формироваться с учетом тех трендов развития мировой экономики, которые будут определять ее облик в соответствии с новой технологической волной.

В промышленности формализованы основные технологические сферы, в которых заключается основной ресурс в рамках новой волны развития: сбор и использование данных о взаимодействии оператора, менеджера и техники в ходе решения разного рода задач; обратная связь с техникой по поводу качества продукции и соответствующее планирование производства; данные о технике и операторе, технологии их сбора и обработки для создания самообучающихся машин. Кроме того, в рамках технологий обработки больших данных продолжают развиваться и направления прогнозирования продаж, интеллектуальной кластеризации потребителей, разработки системы рекомендаций, выявление мнений потребителя и др. Интернет вещей предполагает стремительное сближение реального и виртуального миров. Эта технология дает возможность сформировать гибкие в настройке производства, реализовать глубокую интеграцию между клиентами, компаниями и поставщиками, и создать устойчивые производственные системы, обеспечивающие недостижимый ранее уровень сервиса.

Не менее важными являются тренды, свидетельствующие об усложнении этических, мотивационных и психологических проблем, связанных с неготовностью общества воспринимать целый ряд нововведений; тренды, определяющие кардинальные изменения профиля компетенций, востребованных на рынке труда, что приведет к значительным изменениям в структуре занятости населения, а также тренды формирования «портфелей компетенций», основанных на оценке ожидаемого спроса компаний, что предопределяет формирование новой модели высшего образования. В результате роста и внедрения новых цифровых промышленных технологий, масштабных роботизации и автоматизации появляются угрозы для существенного изменения

структуры занятости не только в отношении новых, но и уже существующих рабочих мест, изменение приоритетов по поводу профессий, необходимых навыков и т. д.

При всех положительных моментах, связанных с применением информационных технологий, нельзя не учитывать все более возрастающие технологические угрозы, связанные с последствиями их широкого использования, с всевозрастающей отстраненностью технологий от этических и цивилизационных оценок. Например, ряд авторов, подтверждая существование спора о моральной и социальной приемлемости их использования, проводят анализ соответствующих аргументов с гуманистических позиций.

В 2021 году отечественные предприятия из добывающей, обрабатывающей, сельскохозяйственной промышленности и ТЭК потратили на покупку и создание, распространение и использование цифровых технологий и связанных с ними продуктов и услуг 478,9 млрд рублей. Из них 134,7 млрд. рублей пришлось на оплату услуг сторонних организаций¹.

По оценкам министерства промышленности и торговли РФ, системный переход на цифровую модель развития позволит обеспечить к 2024 году рост производительности труда в обрабатывающих отраслях более чем на 30%, а увеличение вклада секторов, базирующихся на передовых производственных технологиях, в ВВП страны до 15%. Основные направления, по которым предполагается развитие цифровой экономики в реальном секторе экономики и которые должны быть в центре промышленной политики, это разработка современного оборудования, материалов для обеспечения цифровизации; разработка сложного программного обеспечения; разработка интеллектуальных систем управления. В то же время можно отметить, что оценка готовности отраслей РФ к формированию цифровой экономики позволяет с большой осторожностью относиться к оптимистичным оценкам системного перехода на цифровую модель развития.

Степень разработанности темы исследования Разработке теоретических и практических аспектов проблемы анализа и оценки цифровизации в экономике посвящены работы таких зарубежных теоретиков-исследователей и практиков бизнеса, как Э. Брайнджолфсон, Х. Гилл, Б. Кахин, Х. Кинг, Р. Клинг, Р. Лэмб, Т.Л. Мезенбург, Н. Негропonte, Р. Сабатини, Д. Тапскотт, К. Эштон. Среди отечественных авторов проблему исследовали Ю.М. Акаткин, В.В. Акбердина, А.А. Алабугин, С.В. Амелин, Г.Н. Андреева, Т.Г. Богатырева, С.Д. Бодрунов, Ю.В. Вертакова, И.П. Довбий, Н.Р. Кельчевская, А.В. Кешелава, Г.Б. Коровин, В.В. Криворотов, В.С. Курдюмов, Л. В. Лапидус, Л.С. Леонтьева, Е.А. Лясковская, Ю.В. Мелешко, Р.В. Мещеряков, В.Г. Мохов, А.В. Олексин, С.В.

¹ Там же

Орехова, В.В. Плотникова, М.Н. Руденко, В.В. Трофимов, Г.В. Федотова, Е.Б. Хоменко, Е.В. Ширинкина, Е.В. Шкарупета и другие.

Цель диссертационного исследования заключается в развитии теоретических положений и методического подхода к процессам оценки цифровой трансформации промышленности.

Для реализации поставленной цели были выдвинуты следующие **исследовательские задачи**:

В соответствии с целью исследования были поставлены и решены следующие взаимосвязанные задачи:

- 1) дополнить теоретические положения по развитию экономики цифрового типа в условиях цифровой трансформации промышленности;
- 2) разработать методический подход к оценке влияния цифровизации на развитие промышленности на базе цифровых платформ и апробировать его;
- 3) предложить организационно-экономический механизм развития процессов цифровой трансформации промышленности с использованием цифровых платформ.

Объект диссертационного исследования: процессы цифровой трансформации промышленности.

Предмет исследования: экономические отношения, формирующиеся внутри промышленных предприятий и между предприятиями в процессе цифровой трансформации промышленности.

Гипотезы исследования

Цифровая трансформация промышленности предполагает создание и распространение в промышленности целого ряда технологий, среди которых обработка больших объемов данных, промышленного интернета, аддитивные технологии, роботизация, автоматизация сбора и обработки данных, специальные датчики и средства управления и др. Подобные технологии в промышленности требуют использования инструментов предварительного прогнозирования, объяснения неопределенностей, принятия наиболее обоснованных решений. В связи с этим в рамках данной исследовательской работы сформулированы следующие гипотезы:

- 1) проблема оценки и прогнозирования эффектов технологической трансформации с использованием количественных показателей;
- 2) проблема эффективности внедрения цифровой трансформации в производственные процессы промышленного комплекса, зависящие от структурированности информационных потоков;

3) проблема информационной безопасности и угроз, возникающих в процессе цифровой трансформации промышленного сектора.

Теоретическая значимость исследования состоит в расширении научных знаний о характере, содержании, тенденциях и эффектах цифровой трансформации промышленности.

Практическая значимость состоит в разработке алгоритма оценки эффективности внедрения цифровых платформ в промышленности, который может быть использован:

— органами государственной власти и местного самоуправления при разработке стратегий и программ развития промышленности, а также нормативно-правовых актов, регламентирующих ее развитие;

— промышленным предприятиям при разработке стратегических и методических документов их развития;

— учреждениями высшего образования при совершенствовании учебных курсов;

— научными организациями при разработке прогнозов, стратегий развития промышленности.

Теоретическую и методологическую основы исследования составили научные труды российских и зарубежных ученых в области цифровой экономики и процессов цифровой трансформации промышленности.

Информационную базу исследования составили официальные данные Федеральной службы государственной статистики, национальные и федеральные проекты, данные Министерства экономического развития РФ, Министерства финансов РФ.

Область исследования соответствует паспорту научной специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством: промышленность:

– П. 1.1.13. Инструменты и методы менеджмента промышленных предприятий, отраслей, комплексов;

– П. 1.1.1. Разработка новых и адаптация существующих методов, механизмов и инструментов функционирования экономики, организации и управления хозяйственными образованиями в промышленности;

– 1.1.9. Инструменты функционирования товарных рынков с ограниченной и развитой конкуренцией в условиях глобализации мировой экономики и свободной торговли.

Оценка достоверности научных результатов исследования подтверждается применением общенаучных методов исследования, достаточным информационным обеспечением, полнотой анализа теоретических и практических разработок, эмпирическими данными.

Апробация результатов исследования. Основные теоретические положения, выводы и результаты диссертационного исследования были представлены на одиннадцати международных и всероссийских научно-практических конференциях: Екатеринбург (2019-2023 гг.), Тюмень (2020 г.), Оренбург (2021 г.) и Москва (2022 г.).

Результаты научного исследования использованы Ассоциацией «Уральский кластер Малая энергетика и Энергомашиностроение» для разработки технического задания по созданию цифровой платформы промышленности УрФО на базе «сквозных» цифровых технологий (акт внедрения № 06/14 от 14.06.2021 года)

Методические рекомендации и теоретические результаты применялись в рамках гранта РФФИ 20-010-00719 А «Моделирование процессов кросс-индустриальной метизации в промышленном комплексе на основе гибридных технологий»; грант НИР 18-010-01156 А «Моделирование технологической трансформации промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики»

Теоретические, методические и практические результаты исследования нашли отражение в научных разработках Института экономики УрО РАН при выполнении бюджетных темы в соответствии с планами НИР ИЭ УрО РАН в 2019-2023 гг.

Методические рекомендации, теоретические результаты и отдельные положения исследования внедрены в учебный процесс кафедры региональной экономики, инновационного предпринимательства и безопасности Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина.

Публикации результатов исследования. По теме диссертационного исследования опубликовано 30 научных работ, общий объем которых составляет 13,96 п.л. (авторских – 9,21 п.л.), в том числе:

— 4 статьи, опубликованных в индексируемых, международных базах научного цитирования (Scopus, Web of Science): «R-Economy» и «Lecture notes in information systems and organization», "Digital Transformation in Industry - Digital Twins and New Business Models";

— 6 статей из Перечня рецензируемых научных изданий: «Вестник Томского государственного университета. Экономика», «Вестник академии знаний», «Естественно-гуманитарные исследования», «Искусственные общества», «Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент» и «Вестник университета», в которых должны быть опубликованы основные научные результаты работы на соискание ученой степени кандидата наук, объем которых составляет – 10,16 п.л. (авторских – 6,18 п.л.).

Структура работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, изложенных на 170 страницах; содержит библиографический список из 123 наименований, 15 рисунков, 8 таблиц и 3 приложений.

Заключение

Внедрения концепции Индустрии 4.0 на производство связано с разработкой технологий, являющихся ее «опорными китами», и в том числе платформенных продуктов: платформ интернета вещей и платформ цифрового двойника. Процессы цифровизации производства начинаются с этапов автоматизации и заканчиваются переходом предприятия в категорию «умной фабрики», но между первой и последней стадией достаточно большой разрыв как во времени, так и в финансах, и в технологиях. Внедрение цифровых платформ различных модификаций как собственного, так и внешнего разработчика оказывает помощь в понимании поведения клиентов и управлении ролью предприятия в экосистеме существующего производства – экосистеме поставщиков, клиентов и партнеров. Все это может привести к скачку производительности и снижению транзакционных затрат, а также перепроизводству и снижению уровня брака.

Модульное производство может послужить хорошей основой для разработки методики создания цифровых платформ в промышленности в масштабе не только отдельно взятого производства, но и отраслей. Переход к «умной фабрике» в рамках использования концепции «Индустрия 4.0» необходимо сопровождать формированием кроссиндустриальных экосистем с открытой архитектурой, объединяющих множество различных информационных систем управления предприятием на базе сбора данных с датчиков и сенсоров. Данный подход позволит в автоматическом режиме осуществлять оптимизационное управление и гибкое производство, управление ресурсами, браком и отходами на протяжении всего процесса производства от разработки идеи, дизайна, планирования производства до эксплуатации и утилизации.

Увлечение концепцией постиндустриального общества, делающей ставку на развитие сервисной (сферы услуг), необоснованно преуменьшило роль промышленности в обеспечении роста национального благосостояния. Между тем, для устойчивого роста экономики необходимо развитие всех составляющих ее элементов (производственной системы и системы дистрибуции / сферы услуг). При этом здоровый производственный сектор является драйвером развития сферы услуг, а также источником долгосрочных успехов и процветания национальной экономики в целом.

Безальтернативно, что именно цифровизация станет основным «локомотивом» развития отечественной промышленности. По оценкам компании McKinsey, цифровизация экономики России позволит увеличить ВВП страны на 4,1-8,9 трлн. рублей к 2025 году, что составит от 19 до 34% общего ожидаемого роста ВВП [18]. По оценкам

министерства промышленности и торговли РФ, системный переход на цифровую модель развития позволит обеспечить к 2024 году рост производительности труда в обрабатывающих отраслях более чем на 30%, а увеличение вклада секторов, базирующихся на передовых производственных технологиях, в ВВП страны до 15% [13]. Даже если реальные факты окажутся скромнее, этот тренд позволит говорить о полноценной последовательной цифровизации промышленности России. Причем интенсивное развитие может и должно идти одновременно по всем стадиям трансформации, представленным в настоящей статье, а особенно на верхних ступенях «пирамиды».

Помимо решения основных задач цифровизации, раскрытых в федеральной программе, особое внимание должно уделено вопросам оценки и моделирования эффектов цифровизации в промышленности. Угрозы для рынка труда, вероятность усиления монополизации, цифровое неравенство регионов, усиление многоукладности российской промышленности без решения их системным путем могут стать серьезными барьерами процесса цифровизации промышленности России.

Формирование цифровой экономики – это не только вопрос национальной безопасности, но и задел для повышения конкурентоспособности российской продукции на мировых рынках в будущем. По прогнозам экспертов McKinsey, развитие цифровой экономики в России увеличит ВВП на 4,1-8,9 трлн. рублей к 2025 году, что составит 19-34% общего ожидаемого роста ВВП [18]. При этом уровень развития цифрового общества во многом определяется уровнем цифровизации материального сектора. Исследование показало, что именно цифровизация станет основным «локомотивом» развития отечественной промышленности. По оценкам министерства промышленности и торговли РФ, системный переход на цифровую модель развития позволит обеспечить к 2024 году рост производительности труда в обрабатывающих отраслях более чем на 30%, а увеличение вклада секторов, базирующихся на передовых производственных технологиях, в ВВП страны до 15% [14]. Даже если реальные факты окажутся скромнее, этот тренд позволит говорить о полноценной последовательной цифровизации промышленности России. В проведенном исследовании наглядно показано, что степень высокотехнологичности отраслей промышленности определяется, прежде всего, уровнем цифровизации, автоматизации и сетезации. Только те индустриальные рынки, участники которых оснащены цифровыми технологиями и вовлечены в цифровые коммуникации, окажутся наиболее емкими, прибыльными и динамично растущими.

Каждый макрорегион России обладает своей уникальностью – наличием первичных ресурсов, ключевыми отраслями специализации, финансово-бюджетным

благополучием и уровнем жизни населения. В этом смысле, и дифференциация макротерриторий по уровню развития цифрового общества и уровню цифровой трансформации промышленности вполне объяснима. Цифровое неравенство – это историческая категория, поскольку в нем отразилось предыдущее развитие региона. Вместе с тем, существует еще одна причина. Российские телекоммуникационные компании ежегодно тратят несколько миллионов долларов на развитие широкополосного доступа, однако им выгодно работать в агломерациях и крупных городах, где их инвестиции смогут окупиться быстрее. По показателю проникновения Интернета (72%) Россия существенно отстает от развитых стран, которые уже подходят к полному покрытию своих территорий широкополосным доступом. Соответственно, без участия государства процесс увеличения показателя проникновения ШПД-сетей в России до 100% может затянуться на 15 лет, а уровень развития цифрового общества в регионах и дальше будет существенно отличаться. И если на уровне макрорегионов такая дифференциация не так очевидна, то при рассмотрении уровня цифровизации отдельных муниципальных образований ситуация представляется критичной.

Список литературных источников

1. Tonnies F. A new evaluation: Essays and documents / Ed. and with introduction by W.J. Cahnman. Leiden: E.J. Brill, 1973.
2. Девдариани, Н. В. Ретроспектива развития теорий социального прогресса / Н. В. Девдариани, Е. В. Рубцова // Карельский научный журнал. – 2019. – Т. 8. – № 3(28). – С. 69-71. – DOI 10.26140/knz4-2019-0803-0019. – EDN UPLWWN.
3. Акбердина В.В. Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики // Journal of new economy. 2018. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/transformatsiya-promyshlennogo-kompleksa-rossii-v-usloviyah-tsifrovizatsii-ekonomiki> (дата обращения: 01.08.2022).
4. Tranfield D., Denyer D., Smart P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review // British Journal of Management. 2003. Vol. 14, №. 3. P. 207–222. doi:10.1111/1467–8551.00375.
5. Лаврик О.Л., Калюжная Т.А., Плешакова М.А. Систематический обзор как вид обзорно-аналитических продуктов // Библиосфера. 2019. №2. С. 33–51. doi: 10.20913/181531862019233–51.
6. Westerman, G, C Calm ejane, D Bonnet, P Ferraris and A McAfee (2011). Digital transformation: A roadmap for billion-dollar organizations. MIT Center for Digital Business and Capgemini Consulting, 1–68.
7. BMWi (2015). Industrie 4.0 und Digitale Wirtschaft — Impulse f ur Wachstum, Besch aftigung und Innovation, Berlin: Bundesministerium f ur Wirtschaft und Energie
8. Mazzone, DM (2014). Digital or Death: Digital Transformation — The Only Choice for Business to Survive Smash and Conquer. (1st ed.). Mississauga, Ontario: Smashbox Consulting Inc.
9. Bowersox, DJ, DJ Closs and RW Drayer (2005). The digital transformation: Technology and beyond. Supply Chain Management Review, 9(1), 22–29.
10. PwC (2013). Digitale Transformation – der gr o tste Wandel seit der Industriellen Revolution. Frankfurt: PricewaterhouseCoopers
11. Boue e, C and S Schaible (2015). Die Digitale Transformation der Industrie. Studie: Roland Berger und BDI.
12. Дериземля Валерия Евгеньевна, Тер-Григорьянц Анна Александровна Методические положения оценки цифровой зрелости экономических систем // Вестник

РУДН. Серия: Экономика. 2021. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-polozheniya-otsenki-tsifrovoy-zrelosti-ekonomicheskikh-sistem> (дата обращения: 02.08.2022).

13. Бийчук А.Н. Цифровая трансформация бизнеса в современной экономике // Экономическая среда. 2017. № 2. С. 14–16.

14. Гарифуллин Б.М., Зябриков В.В. Цифровая трансформация бизнеса: модели и алгоритмы // Креативная экономика. 2018. № 9. С. 1345–1358. DOI: 10.18334/ce.12.9.39332

15. Макаров И.Н., Широкова О.В., Арутюнян В.А., Путинцева Е.Э. Цифровая трансформация разномасштабных предприятий, вовлеченных в реальный сектор российской экономики // Экономические отношения. 2019. № 9–1. С. 313–326. DOI: 10.18334/eo.9.1.39966

16. Зайченко И.М., Горшечникова П.Д., Лёвина А.И., Дубгорн А.С. Цифровая трансформация бизнеса: подходы и определения // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия Экономика и экологический менеджмент. 2020. № 2. С. 205–212. DOI: 10.17586/2310-1172-2020-13-2-205-212

17. Сурнина Надежда Матвеевна, Шишкина Елена Александровна Цифровизация как фактор обеспечения устойчивого развития пространственных инфраструктурных систем региона // Научные труды Вольного экономического общества России. 2020. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-kak-faktor-obespecheniya-ustoychivogo-razvitiya-prostranstvennyh-inf-rastruktturnyh-sistem-regiona> (дата обращения: 02.08.2022).

18. Акбердина Виктория Викторовна, Пьянкова Светлана Григорьевна МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ // Научные труды Вольного экономического общества России. 2021. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-aspekty-tsifrovoy-transformatsii-promyshlennosti> (дата обращения: 02.08.2022).

19. Акбердина В.В. Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики // Journal of new economy. 2018. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/transformatsiya-promyshlennogo-kompleksa-rossii-v-usloviyah-tsifrovizatsii-ekonomiki> (дата обращения: 02.08.2022).

20. Мамихин С. В. Компьютеризация экологических исследований // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2000. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyuterizatsiya-ekologicheskikh-issledovaniy> (дата обращения: 01.08.2022).

21. Скородумова Ольга Борисовна, Меламуд Вадим Эмильевич Компьютеризация // Знание. Понимание. Умение. 2005. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyuterizatsiya> (дата обращения: 01.08.2022).
22. Bicevskis J., Andzans A., Ikaunieks E., Medvedis I., Straujums U., Vezis V. Latvian Education Informatization System LIIS // In Education Media International, Routledge. – Taylor & Francis Group, 2004. – P. 43-50
23. Souza C. An Assessment on the Informatization of Brazilian Industrial Companies? 2006. – P. 1-25.
24. Банников Евгений Викторович Виртуализация в автоматизации // International scientific review. 2019. №LXVII. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualizatsiya-v-avtomatizatsii> (дата обращения: 02.08.2022).
25. Холматов Ойбек, Бурхонов Зафарбек, Акрамова Гулхаё Автоматизация и управление промышленными роботами на платформе Arduino // Science and Education. 2020. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-i-upravlenie-promyshlennymi-robotami-na-platforme-arduino> (дата обращения: 02.08.2022).
26. Колесников Николай Евменович, Кошелева Татьяна Николаевна Промышленные роботы и их комплексы как важнейшая форма высокопроизводительных рабочих мест // Экономика и управление. 2014. №10 (108). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/promyshlennye-roboty-i-ih-kompleksy-kak-vazhneyshaya-forma-vysokoproizvoditelnyh-rabochih-mest> (дата обращения: 02.08.2022).
27. Taming the Digital Dragon: The 2014 CIO Agenda https://www.gartner.com/imagesrv/cio/pdf/cio_agenda_insights2014.pdf
28. Pauli T., Fielt E., Matzner M. // Digital Industrial Platforms. Bus Inf Syst Eng. — 2021. — Vol. 63. — P. 181–190. URL: <https://doi.org/10.1007/s12599-020-00681-w> (дата обращения: 26.04.2021).
29. Evans, P. C., and Gawer, A. 2016. “The Rise of the Platform Enterprise A Global Survey,” The Center for Global Enterprise, USA, New York
30. Распоряжение от 6 ноября 2021 года №3142-р «Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности»
31. Информационно-аналитический отчет «Анализ мирового опыта развития промышленности и подходов к цифровой трансформации промышленности государств-членов Евразийского экономического союза», Москва, январь 2017 г.,
32. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 сентября 2021 г. N 979-ст «Об утверждении национального стандарта

Российской Федерации ГОСТ Р 57700.37-2021 "Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения"»

33. Белл Д., Иноземцев В. Л. Эпоха разобщенности: размышления о мире XXI века. – Москва: Свободная мысль: Центр исслед. постиндустриального о-ва, 2007. – 303 с.

34. Составлено автором на основании данных, представленных на сайте Министерства цифрового развития РФ на 15.08.2022 года

35. Acs, Z.J., Mason G., et al. (2021). The Digital Platform Economy Index 2020. The Global Entrepreneurship and Development Institute. <https://thegedi.org/wp-content/uploads/2020/12/DPE-2020-Report-Final.pdf>

36. Evans, P. C., & Gawer, A. (2016). The rise of the platform enterprise. A global survey. The Center for Global Enterprise No. 1. https://www.thecge.net/app/uploads/2016/01/PDF-WEB-Platform-Survey_01_12.pdf

37. Kenney, M., Zysman, J. (2016). The Rise of the Platform Economy. *Issues in Science and Technology*, vol. 32, 61-69.

38. Steinberg, M., Li, J. (2017). Introduction: Regional Platforms. *Asiascape: Digital Asia*, 4(3), 173-183. doi: <https://doi.org/10.1163/22142312-12340076>

39. Akberdina, V. (2018). Digitalization of industrial markets: regional characteristics. *The Manager*, 9(6), 78-87. <https://doi.org/10.29141/2218-5003-2018-9-6-8>.

40. Akberdina, V., Barybina, A. (2021). Prerequisites and Principles of Digital Platformization of the Economy. *Lecture Notes in Information Systems and Organisation*, vol. 44, 37-48. https://doi.org/10.1007/978-3-030-73261-5_4

41. Allee, V. (2000). Reconfiguring the value network. *Journal of Business strategy*, 21(4), 36-39. <https://doi.org/10.1108/eb040103>

42. Evans, D. S. (2009). The online advertising industry: economics, evolution, and privacy. *Journal of economic perspectives*, 23(3), 37-60. <https://doi.org/10.1257/jep.23.3.37>

43. McIntyre, D. P., Srinivasan, A., Afuah, A., Gawer, A. and Kretschmer, T. (2020). Multi-sided platforms as new organizational forms. *Academy of Management Perspectives*. <https://doi.org/10.5465/amp.2018.0018>

44. Evans, D. S. (2009). The online advertising industry: economics, evolution, and privacy. *Journal of economic perspectives*, 23(3), 37-60. <https://doi.org/10.1257/jep.23.3.37>

45. Müller, J.M. (2019). Antecedents to Digital Platform Usage in Industry 4.0 by Established Manufacturers. *Sustainability*, 11, 1121. <https://doi.org/10.3390/su11041121>

46. McIntyre, D. P., Srinivasan, A., Afuah, A., Gawer, A. and Kretschmer, T. (2020). Multi-sided platforms as new organizational forms. *Academy of Management Perspectives*. <https://doi.org/10.5465/amp.2018.0018>

47. De Reuver, M., Sørensen, C., & Basole, R. C. (2018). The digital platform: A research agenda. *Journal of Information Technology*, 33(2), 124–135. <https://doi.org/10.1057/s41265-016-0033-3>.
48. Hagi, A., & Wright, J. (2015). Multi-sided platforms. *International Journal of Industrial Organization*, 43, 162–174. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2015.03.003>.
49. McIntyre, D. P., Srinivasan, A., Afuah, A., Gawer, A. and Kretschmer, T. (2020). Multi-sided platforms as new organizational forms. *Academy of Management Perspectives*. <https://doi.org/10.5465/amp.2018.0018>
50. Mishra, S., Tripathi, A.R. (2020). Literature review on business prototypes for digital platform. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 9, 23. <https://doi.org/10.1186/s13731-020-00126-4>
51. Kathuria, A., Karhade, P. P. and Konsynski, B. R. (2020). In the realm of hungry ghosts: Multi-level theory for supplier participation on digital platforms. *Journal of Management Information Systems*, 37, 396-430. <https://doi.org/10.1080/07421222.2020.1759349>
52. McIntyre, D. P., Srinivasan, A., Afuah, A., Gawer, A. and Kretschmer, T. (2020). Multi-sided platforms as new organizational forms. *Academy of Management Perspectives*. <https://doi.org/10.5465/amp.2018.0018>
53. Müller, J.M. (2019). Antecedents to Digital Platform Usage in Industry 4.0 by Established Manufacturers. *Sustainability*, 11, 1121. <https://doi.org/10.3390/su11041121>
54. Cavallo, A., Burgers, H., Ghezzi, A., & Vrande V. (2021). The evolving nature of open innovation governance: A study of a digital platform development in collaboration with a big science centre. *Technovation*, 102370. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102370>
55. Bossert, O. (2016). A two-speed architecture for the digital enterprise. In *Emerging Trends in the Evolution of Service-Oriented and Enterprise Architectures*, (pp. 139-150). Cham: Springer.
56. Hagi, A., & Wright, J. (2015). Multi-sided platforms. *International Journal of Industrial Organization*, 43, 162–174. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2015.03.003>.
57. Evans, D. S. (2009). The online advertising industry: economics, evolution, and privacy. *Journal of economic perspectives*, 23(3), 37-60. <https://doi.org/10.1257/jep.23.3.37>
58. Evans, P. C., & Gawer, A. (2016). The rise of the platform enterprise. A global survey. *The Center for Global Enterprise No. 1*. https://www.thecge.net/app/uploads/2016/01/PDF-WEB-Platform-Survey_01_12.pdf
59. Hagi, A., & Wright, J. (2015). Multi-sided platforms. *International Journal of Industrial Organization*, 43, 162–174. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2015.03.003>.

60. Kenney, M., Zysman, J. (2016). The Rise of the Platform Economy. *Issues in Science and Technology*, vol. 32, 61-69.
61. Hein, A., Schrieck, M., Riasanow, T. et al. (2020). Digital platform ecosystems. *Electronic Markets*, 30, 87-98. <https://doi.org/10.1007/s12525-019-00377-4>
62. Murthya, R.K., Madhokb, A. (2021). Overcoming the Early-stage Conundrum of Digital Platform Ecosystem Emergence: A Problem-Solving Perspective. *Journal of Management Studies*, 58:7, November. <https://doi.org/10.1111/joms.12748>
63. Gawer, A., Cusumano, M.A. (2014). Industry Platforms and Ecosystem Innovation. *The Journal of Product Innovation Management*, vol. 31, 417-433. <https://doi.org/10.1111/jpim.12105>
64. Hein, A., Schrieck, M., Riasanow, T. et al. (2020). Digital platform ecosystems. *Electronic Markets*, 30, 87-98. <https://doi.org/10.1007/s12525-019-00377-4>
65. Murthya, R.K., Madhokb, A. (2021). Overcoming the Early-stage Conundrum of Digital Platform Ecosystem Emergence: A Problem-Solving Perspective. *Journal of Management Studies*, 58:7, November. <https://doi.org/10.1111/joms.12748>
66. Rietveld, J., Ploog, J. N. and Nieborg, D. B. (2020). The coevolution of platform dominance and governance strategies: Effects on complementor performance outcomes. *Academy of Management Discoveries*, 6, 488-513. <https://doi.org/10.5465/amd.2019.0064>
67. Bititci, U.S., Ackermann, F., Ates, A., Davies, J., Garengo, P., Gibb, S., MacBryde, J., Mackay, D., Maguire, C., Van Der Meer, R., others. (2011). Managerial processes: business process that sustain performance. *Int. J. of Operations & Production Management* 31, 851–891
68. Torfing, J. Collaborative innovation in the public sector: The argument. *Public Manag. Rev.* 2019, 21, 1–11. [CrossRef]
69. Olk, P.; West, J. The relationship of industry structure to open innovation: Cooperative value creation in pharmaceutical consortia. *R&D Manag.* 2020, 50, 116–135. [CrossRef]
70. Fernández Martínez, P.; de Castro-Pardo, M.; Barroso, V.M.; Azevedo, J.C. Assessing sustainable rural development based on ecosystem services vulnerability. *Land* 2020, 9, 222. [CrossRef]
71. Zhou, Y.-W.; Lin, X.; Zhong, Y.; Xie, W. Contract selection for a multi-service sharing platform with self-scheduling capacity. *Omega* 2019, 86, 198–217. [CrossRef]
72. Liao, C.-H.; Lin, H.-E.; Yuan, S.-M. Blockchain-Enabled integrated market platform for contract production. *IEEE Access* 2020, 8, 211007–211027. [CrossRef]

73. Jiang, S.; Li, Y.; Wang, S.; Zhao, L. Blockchain competition: The tradeoff between platform stability and efficiency. *Eur. J. Oper. Res.* 2022, 296, 1084–1097. [CrossRef]
74. Schäfer, D.; Klaus, V.H.; Kleinebecker, T.; Boeddinghaus, R.S.; Hinderling, J.; Kandeler, E.; Marhan, S.; Nowak, S.; Sonnemann, I.; Wurst, S.; et al. Recovery of ecosystem functions after experimental disturbance in 73 grasslands differing in land-use intensity, plant species richness and community composition. *J. Ecol.* 2019, 107, 2635–2649. [CrossRef]
75. Berkel, G. *Contract Management. Business Project Management and Marketing*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2016.
76. Schepker, D.J.; Oh, W.-Y.; Martynov, A.; Poppo, L. The many futures of contracts: Moving beyond structure and safeguarding to coordination and adaptation. *J. Manage.* 2014, 40, 193–225. [CrossRef]
77. Yan, L.; Zhang, L. Interplay of contractual governance and trust in improving construction project performance: Dynamic perspective. *J. Manage. Eng.* 2020, 36, 791. [CrossRef]
78. Zhao, D.; Gu, F.F.; Wang, L. The impact of contractual governance on forms of opportunism. *Ind. MKT. Manag.* 2022, 102, 89–103. [CrossRef]
79. Cuypers, I.R.P.; Hennart, J.-F.; Silverman, B.S.; Ertug, G. Transaction cost theory: Past progress, current challenges, and suggestions for the future. *Acad. Manage. Ann.* 2021, 15, 111–150. [CrossRef]
80. Hu, C.; Tao, J.; Zhang, D.; Adams, D. Price signal of tilled land in rural China: An empirically oriented transaction costs study based on contract theory. *Land* 2021, 10, 837. [CrossRef]
81. Marjosola, H. The problem of regulatory arbitrage: A transaction cost economics perspective. *Regul. Governance* 2021, 15, 388–407. [CrossRef]
82. Cuypers, I.R.P.; Hennart, J.-F.; Silverman, B.S.; Ertug, G. Transaction cost theory: Past progress, current challenges, and suggestions for the future. *Acad. Manage. Ann.* 2021, 15, 111–150. [CrossRef]
83. Léger-Bosch, C.; Houdart, M.; Loudiyi, S.; Le Bel, P.-M. Changes in property-use relationships on French farmland: A social innovation perspective. *Land Use Policy* 2020, 94, 104545. [CrossRef]
84. Qiu, T.; Ma, X.; Luo, B. Are private property rights better? Evidence from the marketization of land rentals in rural China. *Econ. Change Restruct.* 2021, 55, 875–902. [CrossRef]

85. Guo, N.; Chan, E.H.W.; Yung, E.H.K. Alternative governance model for historical building conservation in China: From property rights perspective. *Sustainability* 2020, 13, 203. [CrossRef]
86. Ling, G.H.T.; Leng, P.C.; Ho, C.S. Effects of diverse property rights on rural neighbourhood public open space (POS) governance: Evidence from Sabah, Malaysia. *Economies* 2019, 7, 61. [CrossRef]
87. Bstieler, L.; Hemmert, M.; Barczak, G. Trust formation in University-Industry collaborations in the U.S. biotechnology industry: IP policies, shared governance, and champions. *J. Prod. Innov. Manag.* 2015, 32, 111–121. [CrossRef]
88. Shi, C.; Chen, Y.; You, J.; Yao, H. Asset specificity and contractors' opportunistic behavior: Moderating roles of contract and trust. *J. Manag. Eng.* 2018, 34, 04018026. [CrossRef]
89. Yang, Y.; Su, Y. Public voice via social media: Role in cooperative governance during public health emergency. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17, 6840. [CrossRef]
90. You, J.; Chen, Y.; Wang, W.; Shi, C. Uncertainty, opportunistic behavior, and governance in construction projects: The efficacy of contracts. *Int. J. Proj. Manag.* 2018, 36, 795–807. [CrossRef]
91. Ek Styvén, M.; Mariani, M.M. Understanding the intention to buy secondhand clothing on sharing economy platforms: The influence of sustainability, distance from the consumption system, and economic motivations. *Psychol. MKT* 2020, 37, 724–739. [CrossRef]
92. Loreau, M.; de Mazancourt, C. Biodiversity and ecosystem stability: A synthesis of underlying mechanisms. *Ecol. Lett.* 2013, 16, 106–115. [CrossRef]
93. Meuleman, L. Public administration and governance for the SDGs: Navigating between change and stability. *Sustainability* 2021, 13, 5914. [CrossRef]
94. Xu, H.; Hsu, W.-L.; Meen, T.-H.; Zhu, J.H. Can higher education, economic growth and innovation ability improve each other? *Sustainability* 2020, 12, 2515. [CrossRef]
95. Li, Y.; Hsu, W.-L.; Zhang, Y. Evaluation Study on the Ecosystem Governance of Industry–Education Integration Platform in China. *Sustainability* 2022, 14, 13208. <https://doi.org/10.3390/su142013208>
96. Guy, R.F.; Norvell, M. The neutral point on a likert scale. *J. Psychol.* 1977, 95, 199–204. [CrossRef]
97. Saaty, T.L. Fundamentals of the analytic network process—Multiple networks with benefits, costs, opportunities and risks. *J. Syst. Sci. Syst. Eng.* 2004, 13, 348–379. [CrossRef]

98. Eldridge, S.M.; Ashby, D.; Kerry, S. Sample size for cluster randomized trials: Effect of coefficient of variation of cluster size and analysis method. *Int. J. Epidemiol.* 2006, 35, 1292–1300. [CrossRef] [PubMed]
99. Julong, D. Introduction to Grey system theory. *J. Grey Syst.* 1989, 1, 1–24. [CrossRef]
100. Yin, M.-S. Fifteen years of grey system theory research: A historical review and bibliometric analysis. *Expert Syst. Appl.* 2013, 40, 2767–2775. [CrossRef]
101. Mao, S.; Gao, M.; Xiao, X.; Zhu, M. A novel fractional grey system model and its application. *Appl. Math. Modell.* 2016, 40, 5063–5076. [CrossRef]
102. Kuo, Y.; Yang, T.; Huang, G.-W. The use of grey relational analysis in solving multiple attribute decision-making problems. *Comput. Ind. Eng.* 2008, 55, 80–93. [CrossRef]
103. Kazemian, A.; Parcheforosh, A.; Salari, A.; Ma, T. Optimization of a novel photovoltaic thermal module in series with a solar collector using Taguchi based grey relational analysis. *Sol. Energy* 2021, 215, 492–507. [CrossRef]
104. Saaty, T.L. Fundamentals of the analytic network process—Multiple networks with benefits, costs, opportunities and risks. *J. Syst. Sci. Syst. Eng.* 2004, 13, 348–379. [CrossRef]
105. Jin, M.; Zhou, X.; Zhang, Z.M.; Tentzeris, M.M. Short-term power load forecasting using grey correlation contest modeling. *Expert Syst. Appl.* 2012, 39, 773–779. [CrossRef]
106. Общеотраслевые руководящие методические материалы по созданию многоуровневых интегрированных систем управления производственными объединениями (предприятиями). М.: Государственный комитет СССР по науке и технике (ГКНТ), 1985, 243 с.
107. Астафьева О.Е. Особенности функционирования промышленных предприятий и комплексов в современных экономических условиях: структурные изменения и перспективы промышленного развития// *Вестник университета.* 2023. № 2. С. 95–100.
108. Клейнер Г.Б. Промышленные экосистемы – взгляд в будущее. *Экономическое возрождение России.* 2018; 2(56): 5362 с
109. Исследование «Пять практик корпоративной архитектуры, повышающих ценность цифровых преобразований» <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/five-enterprise-architecture-practices-that-add-value-to-digital-transformations>

110. Астафьева О.Е. Особенности функционирования промышленных предприятий и комплексов в современных экономических условиях: структурные изменения и перспективы промышленного развития// Вестник университета. 2023. № 2. С. 95–100.
111. Tripathi, V.; Chattopadhyaya, S.; Mukhopadhyay, A.K.; Sharma, S.; Li, C.; Singh, S.; Hussan, W.U.; Salah, B.; Saleem, W.; Mohamed, A. A Sustainable Productive Method for Enhancing Operational Excellence in Shop Floor Management for Industry 4.0 Using Hybrid Integration of Lean and Smart Manufacturing: An Ingenious Case Study. Sustainability 2022, 14, 7452. <https://doi.org/10.3390/su14127452>
112. Jiju Antony and Vikas Swarnakar and Neha Gupta and Jaspreet Kaur and Raja Jayaraman and Guilherme Luz Tortorella and Elizabeth Cudney, Critical success factors for operational excellence initiatives in manufacturing: a meta-analysis, Total Quality Management & Business Excellence, Pp. 1-21, 2022, Routledge, doi <https://doi.org/10.1080/14783363.2022.2157714>
113. Постникова Е.С., Постникова Т.В. Построение операционной модели с учетом целей интегрированного планирования // Организатор производства. 2014. №1 (60). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-operatsionnoy-modeli-s-uchetom-tseley-integrirovannogo-planirovaniya> (дата обращения: 04.04.2023).
114. Федеральный закон от 31.12.2014 N 488-ФЗ (ред. от 05.12.2022) "О промышленной политике в Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023)
115. Карим Лохани, Марко Янсити, Оцифруйся или умри: как трансформировать компанию с помощью искусственного интеллекта и обойти конкурентов. – Москва: Эксмо, 2021. – 320 с. – с.66
116. Анисифоров А.Б. Особенности проектов цифровой трансформации промышленных предприятий и некоторые аспекты подготовки к их реализации // Экономика и экологический менеджмент. 2022. – №2. – с. 32-41.
117. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», отчет «Развитие бизнеса на цифровых платформах» <https://issek.hse.ru/news/820948356.html>
118. Исследование «Пять практик корпоративной архитектуры, повышающих ценность цифровых преобразований» <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/five-enterprise-architecture-practices-that-add-value-to-digital-transformations>

119. Цзен М. Alibaba и умный бизнес будущего. Как оцифровка бизнес-процессов изменила взгляд на стратегию. М.: Альпина Паблицер, 2019.
120. Mauro Isaja, John K. Soldatos, Distributed Ledger Architecture for Automation, Analytics and Simulation in Industrial Environments, IFAC-PapersOnLine, Volume 51, Issue 11, 2018, Pages 370-375, ISSN 2405-8963, <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.321>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896318314459>)
121. The Industrial Internet Reference Architecture, Version 1.10, An Industry IoT Consortium Foundational Document, 2022-11-07 <https://www.iiconsortium.org/wp-content/uploads/sites/2/2022/11/IIRA-v1.10.pdf>
122. Akberdina, V., Barybina, A. (2022). Digital Platform for Regional Industry: Prerequisites and Functionality. In: Kumar, V., Leng, J., Akberdina, V., Kuzmin, E. (eds) Digital Transformation in Industry . Lecture Notes in Information Systems and Organisation, vol 54. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94617-3_9
123. Let's Be Clear Which Digital Twin We Are Talking About [Электронный ресурс] URL: <https://blog.insresearch.com/lets-be-clear-which-digital-twin-we-are-talking-about>