

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВА-
ТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



КОМИССАРОВ ВЯЧЕСЛАВ ДМИТРИЕВИЧ

**РЕСУРСНО-КОМПЛЕМЕНТАРНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ
ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ТОПЛИВНО-
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА**

**Специальность 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика: экономика
промышленности**

**ДИССЕРТАЦИЯ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАУК**

**Научный руководитель
доктор экономических наук, профессор
Матвеева Л.Г.**

Ростов-на-Дону - 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ: РЕСУРСНО-КОМПЛЕМЕНТАРНЫЙ ПОДХОД	18
1.1. Эволюция теоретических представлений об управлении предприятиями топливно-энергетического комплекса в условиях цифровизации.....	18
1.2. Ресурсно-комплементарный подход к управлению предприятиями ТЭК как инструмент формирования их конкурентных преимуществ в турбулентной среде	38
1.3 Эмпирический профиль перспектив управления процессами цифровых трансформаций компаний в структуре ТЭК: российская и зарубежная практика.....	56
2. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ И РЕСУРСНО- ИНСТРУМЕНТАРНОЕ НАПОЛНЕНИЕ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЭК.....	71
2.1. Концептуализация подходов к анализу ресурсного портфеля цифровых трансформаций на предприятиях ТЭК	71
2.2. Модель управления цифровой трансформацией на предприятиях ТЭК на основе ресурсно-комплементарного подхода.....	87
2.3 Организационно-экономический механизм управления цифровой трансформацией на предприятиях нефтегазовой отрасли с использованием VRIN-концепции	100
3. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ VRIN – КОНЦЕПЦИИ.....	114
3.1. Алгоритм разработки инструментария оценки эффективности цифровых преобразований на предприятиях нефтегазовой отрасли	114
3.2 Система многокритериальной оценки эффективности цифровой трансформации на предприятиях нефтегазодобычи на основе VRIN-портфеля.....	138
3.3. Апробация разработанного оценочного инструментария в механизме управления цифровой трансформацией на предприятиях нефтегазового сектора	159
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	174
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	192
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	211

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Значительное влияние компаний ТЭК на отечественную макроэкономическую динамику определяет важность адаптации к новым условиям геоэкономической и геополитической фрагментации механизмов управления процессами цифровой трансформации предприятий данной сферы с учетом специфики их деятельности, поскольку то, как они позиционируют себя в координатах новой промышленной парадигмы, будет определять их дальнейшее развитие, конкурентоспособность, резильентность и устойчивость к вызовам и шокам. Причиной этому стали трансформационные процессы в мировой экономике (фрагментация производства и геополитического пространства, внедрение технологий Индустрии 4.0 и др.) и новые тренды в отечественной экономике — переход к мобилизационному типу экономики предложения, необходимость формирования новых цепочек поставок под санкционным давлением, высокая стоимость кредита, интенсификация инновационных процессов, цифровая революция. Эти черты новой глобализации, которая является не только геополитическим и геоэкономическим продуцентом, но и продуктом цифровой революции, формируют макросреду цифровых трансформаций в промышленности в целом и в ТЭК, в частности.

Переход на путь цифровой трансформации для предприятий данной сферы является, с одной стороны, объективной тенденцией, с другой – действенным способом сохранения их устойчивости в кризисных условиях, поддержания конкурентоспособности высокотехнологичности. Это означает необходимость коррекции и адаптации управленческих стратегий к новым условиям, поскольку отраслевая специфика этих компаний оказывает большое влияние на результативность решений в процессе цифровой трансформации. Во-первых, высокая капиталоемкость и протяженность жизненного цикла основных фондов, что требует высокой точности планирования; во-вторых, ТЭК имеет инфраструктурную и сетевую природу: добыча, перера-

ботка, генерация, транспорт и распределение энергии образуют взаимозависимую цепочку, в которой сбои продуцируют экономические потери и риски надёжности, поэтому эффективность цифровой трансформации в ТЭК целесообразно оценивать не только по выпуску, но и по показателям «стоимости отклонений»: простоев, аварийности, внеплановых ремонтов и потерь энергии; в-третьих, предприятия ТЭК действуют в условиях повышенных требований промышленной безопасности и жёсткой регулируемости, что усиливает значение регламентов и институциональных ограничений при выборе управленческих инструментов.

В соответствии с этими особенностями логика принятия управленческих решений в рамках цифровой трансформации на предприятиях ТЭК характеризуется смещением «фокуса» с рационального и точного выполнения операций в концептах классического процессного подхода к процессно-продуктовому и ресурсно-комплементарному на основе данных, моделей и знаний. То есть реализуется новая управленческая парадигма: формирование целостной конфигурации ресурсов и управленческих решений, при которой в процессе цифровой трансформации материальные активы, компетенции, организационные правила и данные взаимно усиливают и дополняют друг друга, обеспечивая устойчивый системный эффект цифровизации в логике ресурсной комплементарности. При этом именно цифровизация стала новым витком этой эволюции: она перестраивает связи между прежними подходами, переводя управление от локальной автоматизации к сквозной управляемости процессами на основе данных, то есть к цифровой трансформации компаний.

В соответствии с этим в диссертации проводится исследование возможностей нового, ресурсно-комплементарного, подхода к разработке адаптивного организационно-экономического механизма управления цифровой трансформацией предприятий ТЭК и реализующего его модельно-методического инструментария с целью формирования теоретической и концептуальной основы его создания и практической возможности применения для повышения эффективности компаний в составе ТЭК.

Степень разработанности научной проблемы. В эпоху дестабилизации мировых энергетических рынков, происходящей под воздействием глобальных потрясений, возрастает роль ключевых акторов промышленности, обеспечивающих устойчивость и конкурентоспособность экономики, - компаний топливно-энергетического комплекса. В соответствии с этим реализуется новая промышленная политика государства¹, которая нацелена на пространственно-экономическую трансформацию, в том числе фрагментацию промышленности и радикальные изменения индустриальных ландшафтов регионов в парадигме высокотехнологичности и импортозамещения (Киселева Н.Н., Куш, Е. Н., Лышко А.А., Матвеева Л.Г, Митрофанова И.В., Назарова Ю.А., Никитаева А.Ю., Сомина И.В., Сопилко Н.Ю., Фурсов, В.А., Чернова О.А., Шамсутдинова М.Р., Zhao T и др.) и перехода к мобилизационной экономике предложения в координатах полномасштабной цифровизации компаний ТЭК, в том числе, с использованием систем ИИ на промышленных предприятиях (Вуткарев Д.Н., Горюнов И.О., Джуха В.М., Дорошенко Ю.А., Жолбин А.П., Еронкевич Н.Н., Зотова, Е.В. , Иваненко О.Б., Мельников О.Н., Наумов И.В., Патрусова А.М., Рожков А.А., Рябов Д.Н., Соловенко И.С., Текслер А.Л., Яковлева, М. В. и многие другие.). При этом важным для этих компаний становится последовательный переход от цифровизации к цифровой трансформации (Аузан А.А., Любимова Н.Г., Флакман, А.С.), от оцифровки отдельных процессов и технологий к полному «цифровому» охвату всех ресурсов, бизнес-процессов, организационно-управленческих технологий с целеориентированной интеграцией всех ресурсов на принципе комплементарности (Дмитриевский А.Н., Долгова О.И., Каплюк Е.В., Козлова Д.В., Макареня Т.А., Максимова М. А., Мозохин А.Е., Патрусова, А.М. Пигарев

¹ Распоряжение Правительства РФ от 20.05.2023 № 1315-р «Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 года» (вместе с «Концепцией технологического развития на период до 2030 года») // Собрание законодательства РФ. 29.05.2023. № 22. Ст. 3964; Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» // Официальный сайт Администрации Президента РФ. URL: <http://kremlin.ru>; Энергетическая Стратегия Российской Федерации до 2050 г. Утв. Правительством РФ от 12 апреля 2025г. №908р.

Д.Ю., Развадовская Ю.В., Шведенко В.Н., Шевченко И.К., и др.), что получает все большую поддержку в аспекте разных отраслевых индустрий, не только в ТЭК. В рамках развития теоретических основ адаптации промышленности к современным процессам, в том числе реглобализации (Расулинежад Э.), смены технологических и мирохозяйственных укладов посвящены исследования таких ученых как Глазьев С.Ю., Горбатюк И.Г., Клейнер Г.Б., Кузнецов А.П., Кузык Б.Н., Сухарев О.С., Львов Д.С., Пономаренко Т.В., Череповицын А.Е. (особая роль промышленных кластеров как формы развития нефтегазохимической отрасли России), Файоль А. , Яковец Ю.В. и др.

При этом институциональные ограничения и «ловушки» трансформационных преобразований промышленности рассматриваются как фактор, тормозящий внедрение новых управленческих практик и технологий, включая цифровые решения (Вольчик В.В., Ком В.В.). По мнению А.А.Аузана, последние работы которого посвящены анализу «новой экономики» и институциональным изменениям, отражающим мощные технологические сдвиги, которые формируют новую экономическую реальность, ключевыми должны быть цифровая трансформация, развитие институтов и экономика будущего, основанная на пяти культурных кодах (законы экономической эффективности, конкурентной специализации, разнообразия, трансформации, воздействия доверия).

Анализу влияния санкций на инвестиционную деятельность нефтегазовых предприятий посвящены труды Клементьева Ю. О., Клименко А. В. , Кобозева Е.М., Куклиной Е.А, Сидорова Р.В. и др. В данном аспекте стали значительно востребованными исследования, связанные с новым подходом к использованию собственных ресурсов компаний ТЭК в рамках кратко-и долгосрочного аспектов (Лохонова Г. М., Мартынова Ю.А.), где особые методологические позиции начал занимать комплементарный подход (Иванов А.Е.).

Концептуальные корни комплементарного подхода уходят в различные области экономической науки. Его предпосылки есть в работах Альфреда Маршалла, рассматривавшего внешнюю и внутреннюю экономию масштаба,

возникающую благодаря агломерации взаимосвязанных производств. Более четкие очертания этот подход приобрел в рамках неинституциональной экономики, особенно в трудах Дугласа Норта. Полное теоретическое оформление идея комплементарности получила в развитии основ экономической теории (Ричард Нельсон, Сидней Винтер) и ресурсной теории фирмы (Эдит Пенроуз) и др. Именно в этих парадигмах фирма рассматривается как уникальный набор комплементарных ресурсов, а инновационный процесс трактуется как взаимосвязанная рекомбинация и развитие активов компании

Результаты проведенного эмпирического анализа существующих публикаций по данной тематике подтверждают высокий уровень ее научно-прикладной направленности, демонстрируют значительную проработку ключевых направлений, в том числе в адаптации к современным макроэкономическим императивам. В то же время очевиден пробел в части исследования возможностей новых технологий организации использования ресурсного потенциала компаний ТЭК и совершенствования организационно-экономического механизма управления, целеориентированного на повышение эффективности их деятельности. Это определяет теоретическую и практическую значимость дополнительной проработки этих вопросов на основе диверсификации имеющихся методик и моделей, позволяющих объективно интерпретировать результаты внедрения цифровых технологий в производственные процессы на предприятиях ТЭК, что нашло отражение в формулировке цели и этапных задач исследования.

Цель и задачи диссертационного исследования. Целью исследования является формирование теоретико-концептуальной платформы создания адаптированного к условиям новой реглобализации механизма управления цифровой трансформацией предприятий ТЭК на базе ресурсно-комплементарного подхода, разработка и апробация реализующего данный механизм интегрального модельно-методического инструментария оценки указанных трансформаций.

Реализация данной цели потребовала решения комплекса взаимосвязанных задач

В соответствии с поставленной целью определены следующие задачи:

- изучить причины, условия, и факторы эволюционных преобразований теории и практики управления компаниями ТЭК в цифровую эпоху под действием энергетического перехода и глобальных турбулентностей;

- на основе результатов эмпирического анализа обосновать теоретико-методологический и концептуальный базис ресурсно-комплементарного подхода к управлению цифровыми трансформациями на предприятиях ТЭК как инструмента формирования их конкурентных преимуществ;

- провести анализ ресурсного портфеля цифровых трансформаций на предприятиях ТЭК и на этой базе разработать концептуальную схему формирования конкурентных преимуществ компаний в нестабильной среде в рамках концепта ресурсной комплементарности;

- сформировать концептуально-логическую модель управления цифровой трансформацией на предприятиях ТЭК с позиций ресурсно-комплементарного подхода;

- разработать дорожную карту управления цифровой трансформацией предприятий нефтегазовой отрасли и синхронизированную с ее этапами структуру организационно-экономического механизма с использованием VRIN-концепции;

- сконструировать систему многокритериальной оценки эффективности цифровой трансформации на предприятиях нефтегазодобычи на основе VRIN- портфеля, в состав которой входит интегральный модельно-методический инструментарий оценки и реализующий его алгоритм, учитывающий специфику отрасли и необходимость тиражирования решений при неоднородности данных;

- провести верификацию и апробацию разработанного оценочного инструментария как ранжирующего объекты цифровизации и диагностического метода в механизме управления цифровой трансформацией на предприятиях

нефтегазового сектора, выявить лимитирующие компоненты и определить варианты их развития.

Объект и предмет исследования. *Объект* исследования - предприятия топливно-энергетического комплекса, функционирующие в условиях технологических преобразований и турбулентности внешней среды. *Предмет* исследования - экономическое содержание, категории, условия и факторы, определяющие направления и специфику управленческих воздействий по повышению эффективности цифровой трансформации предприятий ТЭК на основе использования ресурсно-комплементарного подхода.

Исследование проведено в соответствии с Паспортом научной специальности ВАК РФ 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика: экономика промышленности: п. 2.2. Вопросы оценки и повышения эффективности хозяйственной деятельности на предприятиях и в отраслях промышленности; 2.6. Конкурентоспособность производителей промышленной продукции.

Рабочая гипотеза исследования состоит в предположении о том, что в современном цифровом мире поиск путей повышения эффективности и конкурентоспособности предприятий ТЭК, осуществляющих деятельность в условиях реглобализации и дестабилизации мировых энергетических рынков, достигается на основе реализации адаптивного механизма управления масштабной цифровизацией предприятий на базе ресурсно-комплементарного подхода со встроенным в его структуру интегральным модельно-методическим инструментарием оценки, учитывающем специфику отрасли и необходимость тиражирования решений при неоднородности данных.

Теоретико-методологическая база исследования. В силу особой сложности, отраслевой специфики, многогранности объекта исследования и решаемых задач в диссертации использована конвергенция целого спектра общеметодологических (системно-синергетический, экосистемный, модульный, инновационный, ресурсно-целевой, концепции конкурентного развития, Индустрии 4.0, стратегического планирования и управления, цифровизации), а также специфических (процессно-продуктовый, риск-ориентированный под-

ход, портфельная теория, человеко-центричная концепция, теория цифровой трансформации, VRIN-концепция, портфель цифровых инициатив). В качестве базового для всех теоретико-прикладных разработок принят ресурсно-комплементарный подход.

Инструментально-методический аппарат исследования, на котором основано решение задач, направленных на достижение цели работы, включает как общенаучный, так и специальный инструментарий: понятийно-терминологического и категориального анализа, эволюционного и динамического анализа, различные визуальные методы интерпретации промежуточных результатов, методы статистического и графического анализа, рейтингизации, библиометрии, контент-анализ, логическое, концептуальное, математическое и многокритериальное моделирование. Для проведения количественного и качественного анализа в диссертации используется экспертный скрининг, математические модели, экспертно-аналитическая модель ILP, нечеткие множества, трапециевидные числа, Парето-оптимальность, ϵ -ограничения, много-периодные модели под риском, ресурсно-комплементарная MILP: system dynamics / dynamic CBA.

Информационно-эмпирической базой исследования, которая подтверждает достоверность и обоснованность научных положений работы, а также результирующих выводов и предложений, являются статистические данные Росстата РФ, Ростовского областного комитета по статистике, отечественная и зарубежная литература по проблемам управления процессами цифровизации на промышленных предприятиях; материалы отчетов компаний, функционирующих в структуре нефтегазовой отрасли, научно-практических конференций и симпозиумов по вопросам управления процессами цифровых трансформаций на предприятиях промышленного сектора, информация, опубликованная в специальных изданиях, а также Интернет – ресурсы и проведенные автором многолетние исследования, личные наблюдения и обобщения.

Научная новизна результатов исследования заключается в развитии теоретико-концептуального базиса адаптивного управления цифровой трансформацией промышленных компаний ТЭК на базе ресурсно-комплементарного подхода, разработке модельно-методического инструментария многокритериальной оценки качества цифровых трансформаций, основанного на алгоритмизации VRIN-концепции и достижении синергетического и мультипликативного эффектов на предприятиях в резильентных условиях внешней среды.

К числу основных результатов, обладающих научной новизной, относятся:

1. Интегрированный подход к рассмотрению объекта исследования – предприятий ТЭК - позволил сформировать вклад автора в развитие теории промышленного развития и концепции модернизации промышленного производства за счет обоснования нового, адаптивного механизма цифровых трансформаций предприятий. Непосредственно вклад автора в развитие указанных теорий состоит в: концептуальной экспликации феномена «цифровая трансформация предприятия ТЭК» с точки зрения стратегического вектора развития данного сектора промышленности; уточнении категориального аппарата, применяемого для обоснования многоуровневого подхода к цифровой трансформации промышленных предприятий; введении в научный оборот категории «ресурсно-комплементарный подход»; обосновании теоретической модели многоуровневой промышленной политики модернизации на основе масштабной цифровизации; развитии соответствующего методического аппарата, в частности оригинального по составу и свойствам модельного инструментария оценки эффективности цифровой трансформации предприятия ТЭК, учитывающего его специфику.

2. Сформирован методологический и концептуальный базис ресурсно-комплементарного подхода к управлению цифровыми трансформациями на предприятиях ТЭК как инструмента формирования их конкурентных преимуществ, применение которого позволило выявить ключевые проблемы,

сдерживающие развитие российских компаний ТЭК в условиях новой глобализации, и уточнены возможные перспективы их стабильного экономического роста как драйверов всей российской индустрии. Разработана с использованием VRIN-концепции дорожная карта поэтапного внедрения цифровизации и элементов концепции Индустрии 5.0 на предприятиях ТЭК, включающая ряд этапов, набор системных элементов, методы, инструменты и результаты внедрения цифровых инноваций на каждом этапе, а также синхронизированную с этапами дорожной карты структуру организационно-экономического механизма повышения конкурентоспособности предприятий путем реализации портфеля проектов цифровых трансформаций в рамках концепта ресурсной комплементарности.

3. Разработана с учетом отраслевой специфики предприятий отечественного ТЭК модель управления процессами их цифровой трансформации (верифицированная на примере нефтегазовых компаний), базирующаяся на интеграции ресурсного и комплементарного подходов, создании зоны возникающих синергетических и мультипликативных эффектов, что способствует ускорению внедрения технических и технологических новшеств и формированию конкурентных преимуществ компаний ТЭК.

4. Сформирована концептуальная модель организационно-экономического механизма цифровой координации предприятий в структуре ТЭК, в основе которой лежат разработанные автором ресурсно-комплементарный подход и дорожная карта поэтапного внедрения цифровых решений, входящие в состав реализующего данный механизм инструментария интегральной оценки, учитывающего специфику отрасли и необходимость тиражирования решений при неоднородности данных. Обоснована эффективность совместного использования данного модельно-методического инструментария для создания на предприятии ТЭК условий сбалансированности между ресурсными компонентами и обеспечения его конкурентоспособности в долгосрочной перспективе.

5. Разработана, апробирована и верифицирована многокритериальная модель и алгоритм оценки эффективности процесса цифровой трансформации на примере предприятий нефтегазовой отрасли, в которой результативность портфеля (R), зрелость управления (M) и риск-профиль (K) рассматриваются как взаимодополняющие критерии и агрегируются в единый индекс I при сохранении возможности расшифровки по критериям и KPI; при этом обеспечивается подход к управлению цифровой трансформацией предприятия как портфелем изменений, ориентированным на подтвержденные эффекты, воспроизводимость ресурсов и управляемый риск, который может использоваться как практический механизм для постановки задач масштабирования цифровизации и мониторинга принимаемых решений.

Теоретическая значимость результатов исследования состоит в интеграции на объектной основе структурно-функционального, нормативного, синергетического и уровневого подходов для построения методологической и методической базы формирования многокритериальной системы оценки цифровых трансформаций на предприятиях ТЭК как элемента адаптивного механизма управления ими. Единая методологическая платформа, включающая наряду с перечисленными подходами новый ракурс, целевой вектор, логическую конструкцию и модельно-аналитический аппарат исследования проблемы сбалансированной цифровой трансформации предприятий ТЭК, позволила получить качественные выводы для компаний данной сферы, функционирующих в условиях геоэкономических и геополитических потрясений, разрушения мирохозяйственных связей и цепей поставок, дестабилизации энергетических рынков и других турбулентных факторов, в орбиту которых напрямую вовлечена топливно-энергетическая отрасль страны. Научно-прикладной каркас теоретико-методических разработок способен служить основой для дальнейшего научного поиска в области развития российского ТЭК в условиях цифровой революции.

Практическая значимость результатов исследования. Практико-

прикладное значение результатов диссертации заключается в их целевом применении при проведении политики цифровых трансформаций в компаниях ТЭК, направленной на повышение их конкурентоспособности на основе объективной оценки качества этих преобразований и выбора технологий наращивания синергетического потенциала. при разработке программ повышения квалификации, обучения и переподготовки персонала данных компаний. Практическую значимость имеет предложенная многокритериальная методика оценки реализации предполагаемых цифровых инструментов развития российских предприятий ТЭК, которая может быть использована руководителями промышленных компаний, являющихся инициаторами внедрения технологических и цифровых новшеств.

Положения, выносимые на защиту.

1. В эпоху цифровой экономики промышленные компании адаптируются к новым геополитическим и геоэкономическим трансформациям, что требует формирования новых методов и подходов к согласованию цифровых контуров и показателей эффективности с архитектурой данных и ответственностью за их качество. Цифровые решения дают устойчивый эффект лишь тогда, когда они интегрированы в систему взаимного усиления активов, компетенций, данных, организационных способностей и институтов взаимодействия. В данном контексте логическим итогом рассмотренной в диссертации эволюции подходов к повышению результативности промышленных предприятий выступает переход к ресурсно-комплементарному подходу, позволяющему объяснить механизмы достижения устойчивых преимуществ цифровой трансформации предприятий ТЭК через комплементарность ресурсного портфеля.

2. Процесс конвергенции ресурсного и комплементарного подходов представляет собой действенный инструмент для осмысления закономерностей развития промышленных предприятий в современных макроэкономических императивах, что является критически важным для руководителей компаний, стремящихся сформировать их устойчивые конкурентные преимуще-

ства, и для государственных органов, ответственных за выработку эффективной промышленной и инновационной политики. В цифровую эпоху данный подход становится действенным практическим инструментом для принятия обоснованных решений по устойчивому развитию промышленных компаний, в том числе, за счет объективной оценки продуцируемых данным подходом синергетического и мультипликативного эффектов, определяющих наилучший вариант конкурентного преимущества предприятий в условиях турбулентного рынка.

3. Реальной практикой подтверждается, что отсутствие системного подхода к управлению цифровой трансформацией приводит к фрагментации цифровых инициатив и снижению их эффективности, тогда как комплексное управление позволяет рассматривать цифровую трансформацию как источник устойчивого развития и повышения конкурентоспособности компаний ТЭК, несмотря на наличие множества ограничений и барьеров. Одним из способов устранения указанных ограничений является переход от проектного подхода к процессно-продуктовой модели, поскольку процесс цифровой трансформации компаний ТЭК представляет собой сложную многомерную задачу, требующую интеграции в стратегическом аспекте проектного, ресурсного, процессного, а также человеко-центричного подходов.

4. В сопряжении с основными элементами дорожной карты разработана модель механизма поэтапной цифровизации промышленных предприятий в структуре ТЭК. Основные блоки данной модели сформированы на основе комплексного рассмотрения в рамках целеполагания совокупности структурных элементов, объединенных в единую систему: объектов и субъектов, процессов и инструментария, функций и ресурсов. Базирующийся на системно-синергетическом, ресурсно-комплементарном, человеко-центричном и кибернетическом подходах, процесс моделирования данного механизма создает условия, необходимые для выявления, систематизации и аккумуляции всех его составляющих в концепте целеполагания. К основным принципам в данной модели относятся цифровая трансформация, платформизация,

внедрение элементов концепции ESG, элементов искусственного интеллекта в качестве помощника, а также VRIN – концепции.

5. Ключевым методическим инструментарием поддержки принятия действенных решений является интегральная модель оценки цифровой трансформации предприятия, в которой результативность портфеля (R), зрелость управления цифровой трансформацией (M) и риск-профиль (K) рассматриваются как взаимодополняющие измерения и агрегируются в единый интегральный индекс I при сохранении возможности его расшифровки по доменам и KPI. Апробация данной модели на предприятиях ТЭК, расположенных в ЮФО, подтверждает, что разработанный на базе многокритериальной модели инструментарий нормирования и свертки обеспечивает воспроизводимую ранжировку предприятий, выявляет дисбалансы между результативностью, зрелостью и рисками и может использоваться как практический механизм для формирования эффективного портфеля цифровизации предприятия и мониторинга реализуемых в его отношении решений.

Достоверность и апробация результатов исследования. На всех этапах диссертационное исследование проводилось в соответствии со всеми правилами научного исследования с использованием соответствующих методов и применением достоверных данных, подтвержденных их проверкой.

Результаты исследования были представлены на ряде конференций международного, всероссийского и регионального уровня, в их числе: Международная научно-практическая конференция «Цифровая экосистема экономики» (Ростов-на-Дону, 2023, 2025 гг), Научно-практическая конференция «Интеллектуальная инженерная экономика: современные вызовы» (Новочеркасск, 2025 г.), Всероссийская школа-конференция «Управление большими системами» (Новочеркасск, 2024 г.), Международная научная школа "Zero Waste" (Новочеркасск, 2024 г.), Научная школа "Зеленое будущее" (Новочеркасск, 2023 г.), Всероссийская научно-практическая конференция «Эффективное управление экономикой: проблемы и перспективы» (Симферополь, 2023 г.), Международная конференция «Интеллектуальная инженерная экономика и индустрия

5.0 (ЭКОПРОМ)» (Санкт-Петербург, 2023 г.), Международная научно-техническая конференция (Витебск, 2023 г.), Всероссийская научно-практическая конференция «Цифровая трансформация экономических систем: проблемы и перспективы (ЭКОПРОМ-2022)» (Санкт-Петербург, 2022 г.), Научно-практическая конференция «Глобализация экономики и российские производственные предприятия (Новочеркасск, 2022 г.), - и получили положительные отклики.

Разработки автора нашли применение в деятельности Научно-исследовательского и проектного института «НЕДРА», а также внедрены в учебный процесс на экономическом факультете Южного федерального университета в магистратуре по направлению Экономика (дисциплина «Управление инновациями в цифровой экономике»), что подтверждается документально.

Публикации результатов исследования. Основные результаты исследования отражены в 21 научной публикации, в том числе 8 статей опубликованы в журналах, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (ВАК РФ). Общий объем публикаций – 11,87 п.л., включая личный вклад автора – 6,83 п.л.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка источников, состоящего из 159 наименований, и 7 Приложений. Диссертация иллюстрирована 22 рисунками и 33 таблицами. Работа изложена на 210 страницах.

1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ: РЕСУРСНО-КОМПЛЕМЕНТАРНЫЙ ПОДХОД

1.1. Эволюция теоретических представлений об управлении предприятиями топливно-энергетического комплекса в условиях цифровизации

Цель данного раздела диссертации - сформировать общую картину эволюционного развития теоретической платформы управления предприятиями топливно-энергетического комплекса (ТЭК) России в разные исторические периоды, в том числе в условиях современной реглобализации² - процесса, в ходе которого государства активно пересматривают условия своего участия в мировой экономике, а также масштабной инноватизации и цифровизации, характеризующих новую экономическую нормальность. В основе всех этих теорий находится безусловное понимание того, что ТЭК играет системообразующую роль в отечественной системе хозяйствования: он обеспечивает экономику полезными ископаемыми и первичными энергоресурсами; формирует условия, необходимые для стабильного функционирования промышленности, транспорта и социальной инфраструктуры, а также оказывает существенное влияние на устойчивость бюджетных и инвестиционных потоков, а также в целом на динамику российского ВВП (рис.1.1).

В трудах российских исследователей отмечается, что роль ТЭК выходит далеко за пределы «одной отрасли», поскольку он выполняет одновременно жизнеобеспечивающие и бюджетообразующие функции, что хорошо демонстрируют данные, представленные в таблице 1.1. Как считают ученые, ТЭК задает «энергетическую основу» развития территорий и межотраслевых свя-

² Расулинежад Э. Стратегическая реглобализация в условиях фрагментации мировой экономики //Международный бизнес. 2025. №. 3 (13). С. 5-20.

зей³, что особенно наглядно проявляется в современных условиях региональной фрагментации мировой экономической системы, которая на текущем этапе является не только геополитическим и геоэкономическим продуцентом, но и продуктом цифровой революции, оказывая соответствующее влияние на «цифровую активизацию» промышленности, масштабное внедрение циркулярных моделей, рост удельного веса высокотехнологичных предприятий в структуре промышленного производства, наращивание экспортного потенциала предприятий, формирование новых индустриальных моделей с разнообразными участниками единой цепи создания стоимости, где цифровые технологии способствуют достижению баланса их интересов и т.д.⁴.

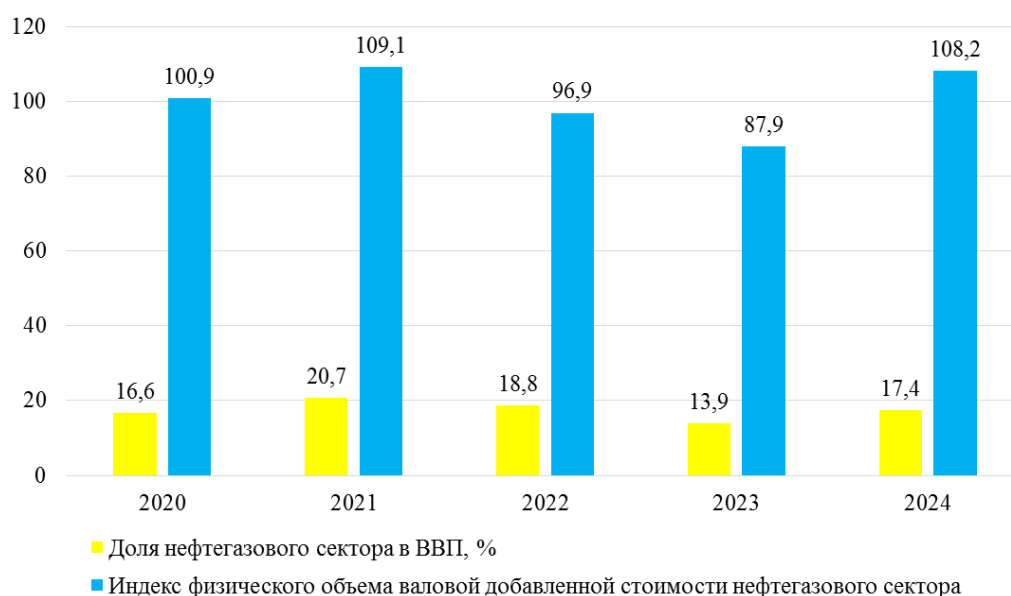


Рисунок 1.1. Динамика доли нефтегазового сектора в структуре ВВП России и индекса физического объема валовой добавленной стоимости данного сектора в период 2020-2024 гг.⁵

³ Лапаева, О. Ф. Современные проблемы и перспективы развития топливно-энергетического комплекса / О. Ф. Лапаева, О. А. Иневатова, С. А. Дедева // Экономические отношения. 2019. Т. 9, № 3. С. 2129-2142. – DOI 10.18334/eo.9.3.40815. – EDN LZQKJM.

⁴ Nikitaeva A.Y., Yan Z. Q. Theoretical Research on Sustainable Business Model Innovation Driven by Digital Technology // The Future of Industry: Lecture Notes in Information Systems and Organisation. 2024. Vol. 70. P. 75-89. DOI: 10.1007/978-3-031-66801-2_6; Косолапова Н. А. Драйверы формирования циркулярной экономики: теория vs практика / Н. А. Косолапова, Л. Г. Матвеева, А. Ю. Никитаева, О. А. Чернова // Terra Economicus. – 2023. – Т. 21, № 2. – С. 68-83; Шкарупета Е. В. Цифровая циркулярная экономика: концепция, модель, стратегии, фреймворк, технологии / Е. В. Шкарупета, Е. А. Ильина // Организатор производства. – 2022. – № 4. – С. 9-17; Матвеева Л.Г., Никитаева А.Ю. Механизмы эндогенного развития промышленности. Монография. Издательство Южного федерального университета, 2023; Дейниченко А.С. Влияние цифровых технологий на экспортный потенциал высокотехнологичной промышленности//Друkerовский вестник.2023.№ 6 С.94102..

⁵ Российская нефтепереработка на современном этапе развития. Нефтегазовая вертикаль. URL: <https://ngv.ru/articles/rossiyskayaneftepererabotka-na-sovremennom-etape-razvitiya/>

Таблица 1.1 Вклад нефтегазовых доходов в консолидированный бюджет РФ⁶

Показатель	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Нефтегазовые доходы, млрд руб.	5640	6450	6530	7430	5860	4840	5970	9020	7920	5240
Доходы от нефти и газа, млрд долларов США	192	208	205	193	96	72	102	144	1	73
Доля в общих доходах бюджета, %	27%	28%	27%	28%	22%	17%	19%	24%	20%	14%
Дефицит бюджета, рассчитанный без учета нефтегазовых доходов, % от ВПП	-8%	-9,1%	-10,1%	-10,5%	-10,4%	-9,3%	-8%	-5,7%	-5,3%	-8,9%

В новых макроэкономических императивах отраслевая специфика предприятий ТЭК оказывает более значительное влияние на процесс принятия управленческих решений разного уровня, что детерминируется рядом особенностей компаний данной сферы. Во-первых, высокая капиталоемкость и значительная протяженность жизненного цикла основных фондов: управленческие решения по технологии, режимам эксплуатации и ремонтам «работают» на перспективу десятилетий и требуют высокой точности планирования. Во-вторых, ТЭК имеет выраженную инфраструктурную и сетевую природу: добыча, переработка, генерация, транспорт и распределение энергии образуют взаимозависимую цепочку, в которой сбои быстро трансформируются в экономические потери и риски надежности. При этом структура потерь в ТЭК имеет мультипликативный характер: отклонение на одном участке цепочки (ремонт, снабжение, диспетчеризация) может приводить к каскадным потерям на смежных участках и к росту совокупных издержек всего жизненного цикла. Поэтому управленческую деятельность на предприятиях ТЭК целесообразно оценивать не только по выпуску, но и по показателям «стоимости отклонений»: простоев, аварийности, внеплановых ремонтов и

⁶ Нефтегазовая промышленность России: роль, тенденции, развитие. URL: <https://www.neftegaz-expo.ru/ru/articles/neftegazovayapromyshlennost-rossii/> (дата обращения: 30.05.2025).

потерь энергии. В-третьих, предприятия ТЭК действуют в условиях повышенных требований промышленной безопасности и жесткой регулируемости, что усиливает значение нормативных документов, регламентов, контроля и институциональных ограничений при выборе управленческих инструментов. В описании структуры ТЭК в российской научной литературе фиксируются его ключевые сегменты (нефтедобыча, нефтепереработка, газовая и угольная промышленность и др.), что дополнительно подчеркивает разнородность применяемых технологий и необходимость согласованного управления⁷.

В соответствии с этим логика принятия управленческих решений в ТЭК может быть представлена как последовательное расширение так называемого «фокуса» управления: от рационального и точного выполнения операций — к классическим процессному и системному подходам, а затем — к управлению на основе данных, моделей и знаний. При этом следует отметить, что именно цифровизация стала новым витком этой эволюции: она перестраивает связи между ранее сформировавшимися подходами, переводя управление от локальной автоматизации к сквозной управляемости процессами на основе данных⁸.

На рисунке 1.2 показана логика эволюции подходов к управлению компаниями ТЭК с учетом ключевых детерминирующих факторов и условий, а также отраслевой специфики компаний.

В данном исследовании под цифровизацией понимается внедрение цифровых технологий в процессы управления, а *цифровая трансформация* трактуется более широко — как изменение организационных контуров, ответственности, компетенций и логики создания ценности на основе набора данных. Это разграничение является принципиальным, поскольку позволяет отделить «точечную автоматизацию» от системной перестройки всего управ-

⁷ Королькова, Н. А. Статистический анализ состояния и тенденций развития топливно-энергетического комплекса Российской Федерации как основного звена экономической системы рентного характера / Н. А. Королькова // Вестник Российского университета кооперации. 2019. № 4(38). С. 62-67.

⁸ Somina I. V., Falko I. A. Comparative and Correlation Analysis of the Parameters of Digitalization and Innovation Activity of Business and Transport Organizations // Switzerland: Springer Nature Switzerland AG. 2023. P. 615-621. DOI 10.1007/978-3-031-11051-1_62.

ленческого механизма. В публикациях по адаптации предприятий ТЭК к современным вызовам выделяются «инновационные кластерные образования, гармонизация пропорций по графо-аналитической модели, формирование эффективной системы противосанкционного давления», а также зависимость получаемого эффекта от того, насколько цифровые решения «встроены» в управленческие контуры предприятия ТЭК и обеспечивают выполнение правил взаимодействия между элементами управляемой системы⁹.

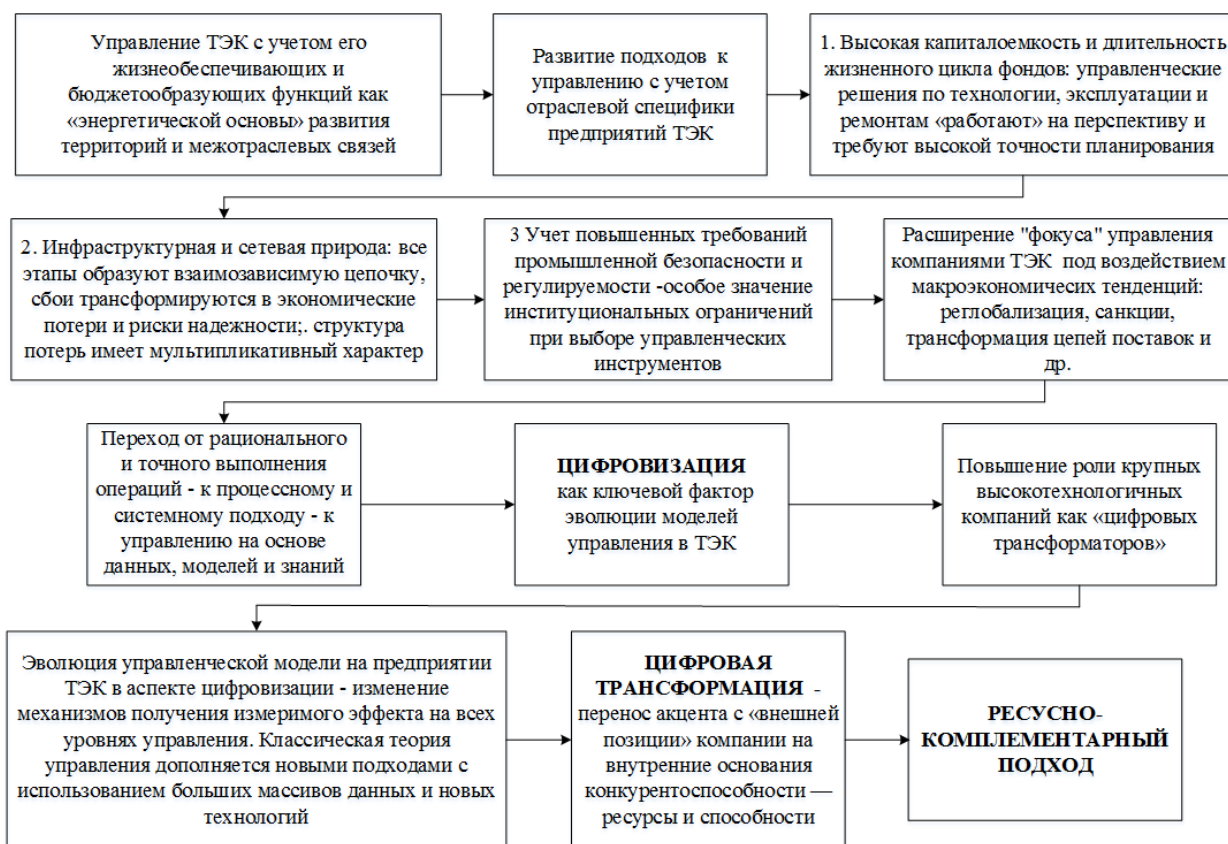


Рисунок 1.2. Эволюционная динамика трансформационных процессов в управлении промышленными предприятиями¹⁰

При этом отмечается, что «вопросы выживания и конкурентоспособности предприятий промышленности в современных условиях напрямую определяются их способностью использовать новые бизнес-модели на базе примене-

⁹ История форм и методов цифровизации предприятий топливно-энергетического комплекса России (рубеж XX-XXI вв.) / И. С. Соловенко, А. А. Рожков, К. А. Пинжин, А. П. Жолбин // СибСкрипт. – 2024. – Т. 26, № 6(106). – С. 978-989. – DOI 10.21603/sibscript-2024-26-6-978-989. – EDN PMQKRL.

¹⁰ Оставлено автором на основе эмпирического анализа условий и факторов- детерминант эволюции управленческих подходов в промышленной сфере

ния цифрового потенциала (охватывающего способность к эволюции, способность к интеграции, объединяющую способность и способность к расширению цифровых возможностей)»¹¹.

Большая роль в этих процессах принадлежит крупным высокотехнологичным компаниям как «цифровым трансформаторам» для средне- и низкотехнологичных предприятий, обладающих потенциалом перехода в статус высокотехнологичных, «выбирая для каждого конкретного производства свою широту и долготу цифровых меридианов»¹².

В отечественных и зарубежных исследованиях цифровая трансформация трактуется как организационный процесс, в котором цифровые технологии вызывают необходимые сдвиги во внутренней среде организации и способствуют формированию стратегий их успешного развития, меняя траектории создания ценности и способствуя преодолению организационных барьеров¹³. Параллельно развивается представление о том, что цифровые технологии становятся не «вспомогательным инструментом», а частью стратегии и логики создания ценности, меняя способы координации, динамику управленческих процессов и требования, предъявляемые к компетенциям¹⁴.

Указанные подходы представляют собой фундаментальную основу для дальнейшего развития теории промышленности, поскольку обеспечивают непосредственную взаимосвязь между цифровой трансформацией и затратными характеристиками процессов, реализуемых в рамках предприятия, а не просто с самим фактом внедрения цифровых технологий. Для предприятий ТЭК, характеризующихся высокой энерго- и капиталоемкостью, тяжелыми условиями труда, процессы цифровизации играют особо важную роль. В це-

¹¹ Дейниченко, А. С. Влияние цифровых технологий на экспортный потенциал высокотехнологичной промышленности / А. С. Дейниченко // Друкеровский вестник. – 2023. – № 6(53). – С. 94-102.

¹² Матвеева Л.Г., Саванович С.А. Высокотехнологичный сектор как цифровой трансформатор обрабатывающей промышленности // Друкеровский вестник. – 2026. – № 1(53). – С. 267-280.

¹³ Vial G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda // *The Journal of Strategic Information Systems*. 2019. Vol. 28, Iss. 2. P. 118–144. DOI: 10.1016/j.jsis.2019.01.003.

¹⁴ Bharadwaj A., El Sawy O. A., Pavlou P. A., Venkatraman N. Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights // *MIS Quarterly*. 2013. Vol. 37, Iss. 2. P. 471–482. DOI: 10.25300/MISQ/2013/37:2.3.

лом для индустрии важным является снижение себестоимости энергоресурсов, в том числе снижение простоев оборудования, потерь и аварийность.

Применение системного подхода при управлении активами ТЭК позволяет собрать в единую логику управления жизненным циклом продукции. Тем самым формируется система принятия решений на основе операционных показателей деятельности предприятия. Соответственно, цифровизация в ТЭК должна рассматриваться как фактор изменения производственной функции предприятия — через снижение потерь, рост технологической готовности компании и управление затратами, а не как автономный ИТ-контур. Это требует сквозной связки отдельных контуров с данными мониторинга, нормативно-справочной информацией и эффективностью деятельности компании.

Для предприятий ТЭК важно, что экономический эффект цифровизации проявляется не только в росте производительности, но и в снижении стоимости отказов, простоев и аварий, то есть в снижении «цены отклонений» и уровня сопутствующих рисков.

Следовательно, дальнейшее развитие управленческих подходов целесообразно связывать с их способностью трансформировать данные и технологии в устойчивые контуры экономического результата. И ключевая задача управления компаниями ТЭК заключается в объяснении механизма перехода от технологических внедрений¹⁵ к устойчивому экономическому эффекту. Представляется целесообразным исследовать данный механизм через призму ресурсной базы компании, рассматриваемой с позиции комплементарности.

Эволюцию управленческой модели на предприятиях ТЭК в аспекте цифровизации следует рассматривать как изменение механизмов получения измеримого экономического эффекта на всех уровнях управления.

Для подтверждения данного тезиса и уточнения авторской концепции управления предприятием ТЭК в условиях цифровизации проведем эмпирический анализ существующих «индустриальных школ» управления.

¹⁵ Джуха В.М., Вуткарев Д.Н. Инновации в маркетинге на промышленных предприятиях с использованием систем искусственного интеллекта//Наука и мир. 2024. № 1 (125). С. 46-49.

Результаты ранних исследований в области теории управления (Ф. Тейлор¹⁶; А. Файоль¹⁷; М. Вебер¹⁸) говорят о том, что эффективность достигается через стандартизацию, разделение труда, регламентацию полномочий и контроль. Для предприятий энергетики и добывающих отраслей эта линия оказалась фундаментальной: технологическая цепочка (добыча — подготовка — транспорт — переработка/генерация — сбыт) исторически требовала формирования строгих регламентов, единообразия процедур, поддержания дисциплины эксплуатации оборудования и устойчивого управления на больших территориально распределенных объектах. В концептах современной цифровизации этот традиционный регламент получает развитие в виде «цифровых регламентов» - формализованных оценок качества данных, совершенствования электронного документооборота и автоматизированного контроля режимов эксплуатации. Тем самым классическая теория управления промышленной компанией дополняется новыми подходами и методами с использованием больших массивов данных и управленческих контуров.

Следующий исторический поворот связан с «человеческими отношениями» (Э. Мэйо¹⁹) и поведенческой теорией (Г. Саймон²⁰): в центр ставятся мотивация, ограниченная рациональность, коммуникации и групповая динамика. На предприятиях ТЭК данный подход формирует трансформационный переход от управления персоналом как ресурсом к управлению компетенциями посредством повышения квалификации, соблюдение принципов безопасности труда и развитие организационной культуры. Одним из управляемых элементов, влияющим на результат и «правильную организацию операций»

¹⁶ Тейлор Ф. У. Принципы научного управления = The Principles of Scientific Management: монография. New York: Harper & Brothers, 1911.

¹⁷ Файоль А. Общее и промышленное управление = General and Industrial Management : (англ. пер. классической работы *Administration industrielle et générale*, 1916). London : Pitman, 1949.

¹⁸ Вебер М. Хозяйство и общество = Wirtschaft und Gesellschaft : Grundriss der verstehenden Soziologie. Tübingen : Mohr, 1922.

¹⁹ Мэйо Э. Человеческие проблемы индустриальной цивилизации = The Human Problems of an Industrial Civilization. New York: Viking Press, 1933. URL: <https://archive.org/details/humanproblemsofi0000mayo> (дата обращения: 28.01.2026).

²⁰ Саймон Г. А. Административное поведение: исследование процессов принятия решений в административной организации = Administrative Behavior: A Study of Decision-Making Processes in Administrative Organization. New York: Macmillan, 1947.

является управление производственной дисциплиной. При этом стандартизация режимов и регламентов уменьшает вариативность производственных процессов, минимизирует потери и максимизирует загрузку оборудования.

В результате возник эволюционный переход в рамках классических теорий к рассмотрению предприятия как целостной социально-экономической системы, а не набора функций. В рамках системной парадигмы Г.Б. Клейнер подчеркивает, что устойчивость и результативность достигаются согласованием подсистем и институтов, а не «локальных точек» подразделений²¹.

Во второй половине XX века предприятия ведут текущую деятельность в условиях неопределенности, тем самым обуславливая необходимость рассматривать предприятие как целостную систему взаимосвязанных элементов, а не консолидацию отдельных функций. В работах Л. фон Бергаланфи предложена методологическая основа для описания открытых систем и их взаимодействий, что стало актуальным при анализе сложных организаций²². В научных работах Дж. Форрестера системная динамика совершенствуется применительно к промышленным предприятиям, демонстрируя взаимосвязь задержек и «неочевидных» причинно-следственных связей с управленческими ошибками даже при рациональных решениях руководства²³. В работах П. Друкера акцентируется роль целей, ответственности руководителя и системности управленческих решений, то есть акцент на управлении результатом²⁴.

Таким образом, на предприятиях ТЭК особенно остро ощущается несогласованность работы структурных подразделений, которая ведет к вынужденным простоям, сверхнормативным запасам и росту совокупных издержек, что подтверждает прямое экономическое измерение вопросов системности и

²¹ Клейнер, Г. Б. Новая теория экономических систем и ее приложения / Г. Б. Клейнер // Вестник Российской академии наук. 2011. Т. 81, № 9. С. 794-811.

²² Бергаланфи Л. фон. General System Theory: Foundations, Development, Applications [Электронный ресурс]. — George Braziller, Incorporated, 2015. — 295 p.: https://books.google.ru/books/about/General_System._._

²³ Форрестер Дж. У. *Industrial Dynamics* [Электронный ресурс]. — Cambridge, MA : The MIT Press, 1961. — 464 p. — ISBN 978-0262060035. — URL: https://books.google.ru/books/about/Industrial_Dynamics.html?id=4CgzAAAAMAAJ&redir_esc=y (дата обращения: 29.01.2026).

²⁴ Друкер П. Ф. *The Practice of Management* [Электронный ресурс].—New York : Harper & Row, 1954.— 416 p.

регламентированности текущей деятельности. Поэтому в качестве ключевых метрик в управлении выступают не только показатели выпуска, но и критерии надежности или готовности (время простоя, частота отказов, ремонты), которые отражают величину риска и возможных отклонений.

Параллельно управленческая оптика смещается к процессам и измеряемым результатам. Э. Деминг связывает качество и конкурентоспособность с управлением вариабельностью процессов и преобразованием управленческой философии (через принципы, ориентированные на непрерывные улучшения)²⁵. Т. Оно описывает бережливую производственную систему как практику устранения потерь, выравнивания потоков и организации производства «точно вовремя», где эффективность достигается не наращиванием ресурсов, а улучшением потока создания ценности²⁶. Р. Каплан и Д. Нортон предлагают сбалансированную систему показателей как инструмент перевода стратегии в набор взаимосвязанных измерителей по финансовой, клиентской, процессной и обучающей перспективам, что укрепляет связь управления со стратегическими целями²⁷. Дальнейшее развитие этого подхода оформляется как управленческая система, позволяющая транслировать стратегию в программы действий и контролировать ее реализацию через показатели²⁸.

Ситуационный подход П. Лоуренса и Дж. Лорша закрепляет тезис о зависимости эффективной структуры и методов управления от характеристик внешней среды и технологии, подчеркивая, что «универсально лучшего» решения не существует²⁹.

Для предприятий ТЭК развитие по данным теоретическим направлениям следует принимать во внимание по следующим причинам:

²⁵ Деминг У. Э. *Out of the Crisis*. Cambridge, MA : The MIT Press, 2018.

²⁶ Оно Т. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production* [Электронный ресурс]. — Cambridge, Mass. : Productivity Press, 1988. 176 p.

²⁷ Каплан Р. С., Нортон Д. П. *The Balanced Scorecard—Measures that Drive Performance* [Электронный ресурс] // *Harvard Business Review* 1992. January–February.

²⁸ Каплан Р. С., Нортон Д. П. *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action* [Электронный ресурс]. — Boston: Harvard Business School Press, 1996.

²⁹ Лоуренс П. Р., Лорш Дж. У. *Organization and Environment: Managing Differentiation and Integration* [Электронный ресурс]. — Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University, 1967. — 279 p. — ISBN 0875840647.

1. Требования надежности и непрерывности: объект управления предприятий ТЭК представляет собой не разовый выпуск продукции, а стабильное поддержание режимов работы оборудования и объектов инфраструктуры с минимизацией аварийных событий и потерь.

2. Жизненный цикл основных фондов на предприятиях ТЭК: управление активами предприятия рассматривается в перспективе 20–40 лет, что актуализирует значимость планирования ремонтов, планов технического перевооружения и инвестиционных программ, анализа сценариев развития.

3. Риск-ориентированность: в связи с тем, что следствием принятия ошибочного управленческого решения является существенное увеличение затрат, в управлении возрастает контрольная функция, которая, как правило, направлена на обеспечение промышленной безопасности, регуляторного соответствия и взаимодействие с внешней средой. Таким образом, управление на предприятиях ТЭК концентрируется на обеспечении устойчивости режимов функционирования и способности оперативно реагировать на отклонения, а не только на достижении целевых показателей по выпуску продукции.

Таким образом, *эволюция управления на предприятиях ТЭК последовательно подводит к ресурсной логике: долговременный и стабильный результат достигается не самостоятельным компонентом, а способностью производственной системы обеспечивать надежность функционирования посредством когерентности ресурсов и регламентов управления.*

В 1960–1990-е годы формируются теоретические постулаты управленческой теории, которые ощутимо наращивают стратегический контур. В работах А. Чандлера отражена историко-эмпирическая взаимосвязь между выбранным стратегическим планом развития и последовательной трансформацией организационной структуры крупных предприятий³⁰. В работах И. Ансоффа развит аналитический инструментарий формирования корпоративной стратегии (принятие решений относительно направлений развития в ра-

³⁰ Чандлер А. Д. мл. Strategy and Structure: Chapters in the History of the American Industrial Enterprise Cambridge, MA: The MIT Press, 1962. 463 p.

курсе «продукт—рынок»), что закрепляет стратегическое планирование как значимый компонент управленческой деятельности³¹. В свою очередь, Г. Минцберг критически констатирует ограниченность формального стратегического планирования и подчеркивает роль обучения и синтеза в долгосрочном планировании³².

Для предприятий данной сферы эти теоретические сдвиги совпали с усложнением рыночной архитектуры, повышением роли конкурентных механизмов в отдельных сегментах, развитием рынков мощности и сбыта, интеграцией, расширением сервисных моделей и диверсификацией. Одновременно усиливается институциональная линия: Д. Норт связывает различия в экономической результативности с качеством институтов, задающих траекторию изменений³³, а О. Уильямсон показывает, как структура контрактов и способы координации выбираются с учетом транзакционных издержек и рисков оппортунизма³⁴.

Значимую роль в смене управленческой парадигмы на предприятиях ТЭК сыграла цифровая революция, что подчеркивается в большом числе публикаций. Так, Е.П. Грабчак отмечает, что «цифровая» повестка в энергетике смещается от автоматизации отдельных участков к построению сквозных контуров управления, где эффект достигается за счет интеграции данных, процессов и ответственности, а не за счет внедрения разрозненных решений³⁵. А.Л. Текслер также подчеркивает эволюционный характер изменений в энергетике: отрасль проходит путь от автоматизации процессов к цифровой трансформации, при которой меняются требования к компетенциям

³¹ Ансофф И. *Corporate Strategy: An Analytic Approach to Business Policy for Growth and Expansion* New York : McGraw-Hill, 1965. 241 p. URL: <https://archive.org/details/corporatestrateg0000anso/page/n5/mode/2up>

³² Минцберг Г. *Strategy-Making in Three Modes* [Электронный ресурс] // *California Management Review*. — 1973. — Vol. 16, No. 2 (Winter). P. 44–53. URL: <https://cmr.berkeley.edu/1973/02/16-2-strategy-making-in-three-modes/>

³³ Норт Д. К. *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. (The Political Economy of Institutions and Decisions).

³⁴ Уильямсон О. Э. *The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting* [J. New York : Free Press, 1985. — 450 p. — ISBN 068486374X.

³⁵ Грабчак, Е. П. Как сделать цифровизацию успешной / Е. П. Грабчак, Е. А. Медведева, И. Г. Васильевна // *Энергетическая политика*. – 2018. – № 5. – С. 25-29. – EDN YPSAWT.

персонала, логике принятия решений и архитектуре управленческих систем³⁶. Н.И. Воропай акцентирует внимание на том, что для перехода к «интеллектуализированному» управлению большими энергетическими системами ключевым условием становится развитая инфраструктура данных и вычислительных сервисов, позволяющая поддерживать моделирование, прогнозирование и согласование решений на разных уровнях управления³⁷.

В отраслях ТЭК стратегическое управление неразрывно коррелировано с вложениями в капитальные затраты: неверная расстановка приоритетов отражаются на тарифах и окупаемости инвестиционных программ. Поэтому стратегический уровень в ТЭК логично связывать с управлением портфелем активов и проектов, где критериями выступают не только технологическая целесообразность, но и измеримый эффект, риски и долгосрочная стоимость.

Таким образом, дальнейшее рассмотрение управленческих аспектов на предприятиях анализируемой сферы целесообразно сосредоточить на том, какие организационные и ресурсные предпосылки обеспечивают согласованность технологий, данных и основных императивов управления, превращая цифровые инициативы в устойчивый результат для компаний ТЭК³⁸.

В условиях цифровизации институциональная перспектива дополняется платформенной: часть координации перемещается в цифровые платформы и экосистемы партнеров (поставщики, сервис и др.), что повышает требования к стандартам данных, интерфейсам и распределению ответственности. Для предприятий, входящих в кластеры, обеспечивающие конкурентоспособность за счет территориальной близости, совместных инноваций и снижения транзакционных издержек, это означает, что указанная конкурентоспособность все чаще зависит от качества «внешней комплементарности», то есть

³⁶ Текслер, А. Л. Цифровизация энергетики: от автоматизации процессов к цифровой трансформации отрасли / А. Л. Текслер // Энергетическая политика. – 2018. – № 5. – С. 3-6. – EDN VNTATC.

³⁷ Воропай Н.И., Массель Л. В., Колосок И. Н. ИТ-инфраструктура для построения интеллектуальных систем управления развитием и функционированием систем энергетики на основе цифровых двойников и цифровых образов // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2021. № 1. С. 3-13.

³⁸ Комиссаров, В. Д. Управление устойчивостью компаний топливно-энергетического комплекса в условиях индустрии 5.0 / В. Д. Комиссаров // Друкерровский вестник. - 2024. - № 5. - С. 169-177. DOI: 10.17213/2312-6469-2024-5-169-177.

способности выстраивать устойчивые связи с контрагентами на единых правилах и данных³⁹. Для ТЭК, как регулируемой производственной и инфраструктурной отрасли, институциональная компонента управления имеет принципиальное значение: стратегия реализуется через компромиссы с регулятором, сетевыми организациями, поставщиками технологий и сервисов, через соблюдение норм промышленной безопасности и технологической дисциплины. При этом институциональные ограничения и «ловушки» модернизации рассматриваются как фактор, тормозящий внедрение новых управленческих практик и технологий, включая цифровые решения⁴⁰. По мнению А.А. Аузана, последние работы которого посвящены анализу «новой экономики» и институциональным изменениям, отражающим мощные технологические сдвиги, формирующие новую экономическую реальность, ключевыми должны быть цифровая трансформация, развитие институтов и экономика будущего, основанная на пяти культурных кодах (законы экономической эффективности, конкурентной специализации, разнообразия, трансформации, воздействия доверия)⁴¹.

В отношении ТЭК следует отметить, что в условиях высокой капиталоемкости, регулируемости и технологической сложности компаний этой сферы устойчивые результаты все чаще определяются не только отраслевым позиционированием и институциональными рамками, но и качеством внутренней ресурсной базы предприятия — сочетанием активов, компетенций, организационных способностей и знаний, формирующих его конкурентоспособность.

Таким образом, следующий этап эволюции теории стратегического управления связан с переносом акцента с «внешней позиции» компании на внутренние основания конкурентоспособности — ресурсы и способности организации. Дж. Барни показывает, что устойчивое конкурентное преимуще-

³⁹ Пономаренко Т.В., Горбатюк И.Г., Череповицын А.Е. Промышленные кластеры как организационная форма развития нефтегазохимической отрасли России // Записки Горного института. 2024. Т. 270. С. 1024-1037.

⁴⁰ Вольчик, В. В. Институциональные изменения в контексте модернизации хозяйственных порядков / В. В. Вольчик, В. В. Кот // Журнал институциональных исследований. – 2013. – Т. 5, № 4. – С. 36-57..

⁴¹ Аузан А.А. Культурные коды экономики на макро –и микроуровнях // Вестник Московского государственного университета. Серия 6: Экономика. 2025. Т. 60. № 1. С. 3-18.

ство возникает тогда, когда ресурсы фирмы обладают ценностью, редкостью, трудной имитацией и ограниченной заменяемостью, а ключевая задача управления состоит в выявлении и развитии таких ресурсов⁴².

Цифровизация, дополняя предшествующие школы, перестраивает связи между ними: классическая рационализация превращается в управление на основе данных; процессный подход — в сквозные цифровые контуры; стратегическое управление — в управление трансформацией бизнес-моделей и экосистемами партнеров; ресурсная логика — в управление портфелем материальных и нематериальных ресурсов, включая данные, алгоритмы и организационные способности.

Для предприятий ТЭК это означает, что цифровые решения должны быть «привязаны» к экономическим контурам управления: к снижению простоев и потерь, оптимизации ремонтных и материальных затрат, повышению производительности и управляемости рисков.

Тем самым цифровизация становится не ИТ-проектом, а *механизмом* повышения эффективности, требующим измеримой системы KPI и процедур расчета эффекта на уровне процессов и жизненного цикла активов.

В зарубежной литературе *цифровая трансформация* описывается как организационный процесс, в ходе которого цифровые технологии становятся базой обновления стратегии и модели создания ценности. А. Bharadwaj, O. El Sawy, P. Pavlou и N. Venkatraman показывают, что цифровая стратегия должна рассматриваться как часть общей стратегии фирмы и интегрировать процессы и результаты, иначе цифровые инициативы остаются разрозненными⁴³.

K. Warner и M. Wager трактуют цифровую трансформацию как продолжающийся процесс стратегического обновления, требующий формирования динамических способностей (поиск возможностей, мобилизация ресурсов и

⁴² Барни Дж. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage [Электронный ресурс] // *Journal of Management*. 1991. Vol. 17, No. 1 P. 99–120. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/014920639101700108>.

⁴³ Бхараджвай А., Эль-Сави О. А., Павлу П. А., Венкатраман Н. Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights // *MIS Quarterly*. 2013. Vol. 37, No. 2. P. 471–482. DOI: 10.25300/MISQ/2013/37:2.3. URL: <https://misq.umn.edu/misq/article/37/2/471/104/Digital-Business-Strategy-Toward-a-Next-Generation>

перестройка организационных практик) у компаний традиционных отраслей⁴⁴.

Для предприятий ТЭК важно, что «управление цифровой трансформацией» проявляется на нескольких уровнях:

- операционном: мониторинг оборудования, дистанционная диагностика, интеллектуальное планирование ремонтов, снижение простоев;
- тактическом: интеграция производственных, ремонтных и снабженческих контуров, повышение прозрачности исполнения программ, управление подрядчиками и логистикой;
- стратегическом: управление портфелем проектов цифровизации, выбор приоритетов, перестройка организационной структуры, развитие компетенций и культуры принятия решений на основе данных.

Позиции российских ученых сходятся в том, что цифровая трансформация в энергетической сфере сталкивается с барьерами институционального, кадрового и технологического характера, из-за чего цифровые проекты нередко не дают должного управленческого эффекта. Так, Д. В. Козлова и Д. Ю. Пигарев, анализируя цифровую трансформацию компаний ТЭК, акцентируют внимание на том, что ограничителями выступают не только технологии, но и внутренняя среда организации: дефицит компетенций, разрыв между ИТ-инициативами и бизнес-целями, организационная инерция и недостаточная согласованность участников цепочек создания ценности, поэтому преодоление барьеров требует принятия управленческих и организационных мер, а не только вложения инвестиций в предполагаемые решения⁴⁵. Д. Н. Рябов, рассматривая цифровизацию в компаниях ТЭК, подчеркивает, что ключевая проблема состоит в переходе от локальной автоматизации к системной интеграции управления: эффекты цифровизации проявляются устойчиво лишь тогда, когда изменения затрагивают процессы координации, регламенты

⁴⁴ Уорнер К. С. Р., Вэгер М. *Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal* // Long Range Planning. 2019. Vol. 52, Iss. 3. P. 326–349. DOI: 10.1016/j.lrp.2018.12.001. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0024630117303710> (дата обращения: 29.01.2026).

⁴⁵ Козлова, Д. В. Цифровая трансформация нефтегазовой отрасли: барьеры и пути их преодоления / Д. В. Козлова, Д. Ю. Пигарев // Газовая промышленность. – 2020. – № 7(803). – С. 34-38. – EDN CXXAZE.

и ответственность, обеспечивая сопоставимость данных и управляемость взаимодействий внутри предприятия и с внешними участниками⁴⁶. В. В. Демина, обобщая тенденции цифровой трансформации энергетики, показывает, что технологические возможности (интеллектуальный мониторинг, аналитика, поддержка решений) должны сопровождаться обновлением принципов управления и системы измерения результатов: без корректной системы показателей оценки эффектов цифровые инициативы теряют приоритетность и не встраиваются в стратегию развития⁴⁷.

И. М. Зайченко, исследуя стратегическое управление развитием предприятий ТЭК в условиях цифровой трансформации, делает вывод о необходимости совершенствования стратегического процесса, поскольку стратегическая несогласованность и слабая интеграция решений препятствуют превращению цифровых проектов в устойчивые конкурентные результаты⁴⁸.

Автор диссертации добавляет к перечисленным результатам новый концепт: *представленные выводы подводят к необходимости рассмотрения возможности формирования целостной конфигурации ресурсов и управленческих решений, в которой в процессе цифровой трансформации материальные активы, компетенции, организационные правила и данные взаимно усиливают и дополняют друг друга, обеспечивая системный эффект цифровизации в ТЭК.*

При этом если ранее ключевой «центр эффективности» связывали с оптимизацией функций (производство, ремонт, снабжение), то в цифровой логике таким центром становится согласованность данных, моделей и решений на границе подразделений и организаций.

⁴⁶ Рябов, Д. Н. Цифровизация топливно-энергетического комплекса: проблемы и решения / Д. Н. Рябов // Тинчуринские чтения - 2021 «энергетика и цифровая трансформация»: Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3 томах, Казань, 28–30 апреля 2021 года. Том 3. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2021. – С. 83-86. – EDN FZZGUK.

⁴⁷ Демина, В. В. Цифровая трансформация энергетики / В. В. Демина // Цифровая экономика и финансы: Материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 17–18 марта 2022 года. – Санкт-Петербург: Центр научно-производственных технологий "Астерион", 2022. – С. 344-348.

⁴⁸ Стратегическое управление развитием предприятий топливно-энергетического комплекса в Арктическом регионе Российской Федерации в условиях Industry 4.0 / И. М. Зайченко, А. А. Ильинский, М. Е. Коптев, А. М. Смирнова // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2021. – Т. 24, № 2(72). – С. 69-80. – DOI 10.37614/2220-802X.2.2021.72.006. – EDN ZKBFXF.

Таким образом, возникает потребность в реализации управления данными посредством закрепления владельцев процессов, формирования регламентов оценки качества данных. В противном случае цифровые модели и аналитика будут оперировать несопоставимыми данными, что нивелирует эффект от внедрения цифровых решений в контур управления.

В научных работах, посвященных проблемам цифровой трансформации различного масштаба, в том числе для предприятий, кластеров и отраслей, отмечается, что отсутствие формализации соответствующих регламентов негативно влияет на ожидаемый эффект от внедрения цифровых решений. Так, в научных исследованиях по цифровой трансформации промышленных кластеров О.И.Донцовой доказано, что уровень институционализации новых правил управления данными при внедрении цифровых компонентов в систему управления влияет на размер системного эффекта⁴⁹. В свою очередь, Т.А.Гилева рассматривает внедрение цифровых решений в систему управления промышленных предприятий как управляемую программу. При этом в работе делается акцент на структурированность стратегии предприятия, выделяя цели, элементы, инициативы и количественные показатели контроля, что позволяет проследить взаимосвязь перспективных цифровых проектов с фактическими результатами при оценке эффективности⁵⁰.

Далее целесообразно перейти от теоретического рассмотрения эволюции ТЭК к прикладному рассмотрению результатов исследования. Важно понять, каким образом цифровизация меняет управление предприятием посредством анализа динамики конкретных измеримых показателей.

Так как исследование опирается на ресурсно-комплементарный подход, важно выделить именно те аспекты управления, в которых цифровизация действительно преобразует управленческие функции и влияет на результаты производственной системы. Сопоставление отдельных элементов управления

⁴⁹ Донцова, О. И. Цифровая трансформация системы управления промышленными кластерами / О. И. Донцова // Вопросы инновационной экономики. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 897-910. – DOI 10.18334/vinec.12.2.114836. –

⁵⁰ Гилева, Т. А. Цифровая трансформация промышленных предприятий: тренды и стратегии / Т. А. Гилева // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2025. – Т. 16, № 2. – С. 225-241.

с различными видами ресурсов позволяет понять, как именно они дополняют друг друга.

В таблице 1.2 представлены основные элементы управления цифровой трансформацией предприятия, показатели их оценки и управленческое значение с позиции ресурсно-комплементарного подхода. Это позволяет увидеть, какие именно управленческие контуры становятся критичными при переходе к данным и платформенной координации. Тем более когда промышленный сектор особенно уязвим к разного рода рискам, особенно геополитическим, и прежде всего санкциям⁵¹. Кроме того, таблица 1.2 служит основой для дальнейшего обсуждения того, как взаимосвязь между ресурсами и цифровыми инструментами позволяет достичь устойчивого управленческого эффекта на предприятии. Из таблицы 1.2 следует, что цифровизация в ТЭК выступает не как «внедрение ИТ», а как перестройка всего управленческого механизма - от локального контроля и регламентации к сквозной координации процессов на основе данных.

Систематизация элементов управления и контроля показывает, что устойчивый эффект достигается при взаимном усилении ресурсов (активов, компетенций, данных и организационных способностей), то есть в логике *ресурсной комплементарности*. Следовательно, ключевым условием результативной цифровой трансформации предприятия ТЭК становится согласование управленческих контуров и показателей эффективности с архитектурой данных и ответственностью за их качество.

Анализ данных, представленных в таблице 1.2, показывает, что эффективность цифровой трансформации зависит не от какой-то одной технологии и не от отдельного инструмента управления. Главную роль играет степень согласованности работы ресурсов предприятия и действующая система управления. Устойчивый эффект цифровые решения дают тогда, когда они не существуют обособленно, а усиливают уже имеющиеся активы предприятия.

⁵¹ Куш Е. Н., Фурсов В.А. Цифровая трансформация российской экономики в условиях санкционного давления // Вестник ОрелГИЭТ. 2022. № 3(61). С. 21-25. DOI 10.36683/2076-5347-2022-3-61-21-25.

Таблица 1.2. Основные элементы управленческого механизма предприятий ТЭК
в условиях цифровой трансформации⁵²

Подходы	Базовая управленческая логика	Управленческий объект на предприятии ТЭК	Типовые инструменты	Как цифровизация модифицирует поход к управлению предприятием ТЭК
Рациональный и регламентированный	Эффективность через стандарты и контроль	Операции, дисциплина, соблюдение регламентов	Нормирование, инструкции, контроль исполнения	Переход к мониторингу в реальном времени и автоматизированному контролю соблюдения режимов
Поведенческий и организационный	Получение результата через мотивацию и коммуникации	Сменные коллективы, культура безопасности	Мотивация, обучение, коммуникации	Управление компетенциями и безопасным поведением на основе данных, цифровые контуры обучения
Системный и процессный	Эффективность через согласование подсистем и процессов	Сквозные процессы «активы-ремонт-снабжение-производство»	Процессное управление, управление качеством, управление рисками	Сквозные контуры данных и решений, предиктивное планирование, управление отклонениями
Стратегический и институциональный	Позиционирование и координирование с внешней средой	Портфель проектов и активов, соответствие регулированию	Стратегии, инвестиционные программы, контракты	Управление трансформацией: приоритеты, архитектуры, партнерства, киберустойчивость
Ресурсно-комплементарный и знаниевый	Преимущества, достигаемые через ресурсы, способности и знания	Портфель ресурсов: активы, компетенции, данные	Управление компетенциями, знаниями, инновациями	Данные и алгоритмы как ресурс; способности к обновлению как условие устойчивой эффективности

⁵² Составлено автором на основе обобщения теоретических подходов и публикаций по цифровой трансформации предприятий ТЭК

Тем самым определяется логичный переход к *ресурсно-комплементарному* подходу, который позволяет измерять степень взаимного усиления ресурсов и формирует устойчивые преимущества внедрения цифровой трансформации предприятий ТЭК.

В современных условиях применение ресурсно-комплементарного подхода является неотъемлемым направлением адаптации для предприятий ТЭК, так как создает условия для более согласованного использования их внутренних ресурсов, позволяет посредством трансформации бизнес-процессов получать опережающие конкурентные преимущества. Кроме того, реализация процессов цифровизации в ТЭК устраняет ограниченность односторонних трактовок управления — только через регламенты, процессы или технологии. На практике эффект достигается тогда, когда ресурсы разных типов усиливают друг друга: материальные активы (оборудование), человеческий капитал (компетенции), организационные способности (проектное управление, культура безопасности, управление изменениями), информационные ресурсы (информация), а также внешние ресурсы партнерств (поставщики, сервисные компании, научные центры, регуляторные институты). Именно поэтому в современных публикациях все чаще подчеркивается необходимость интеграции управленческих контуров цифровой трансформации с более широкими рамками стратегического и ресурсного управления: цифровые инициативы должны быть «встроены» в портфель ресурсов и целей, нивелируя разрыв между технологическими нововведениями и конкурентными результатами.

1.2. Ресурсно-комплементарный подход к управлению предприятиями ТЭК как инструмент формирования их конкурентных преимуществ в турбулентной среде

Условия новой глобализации, становления технологического уклада как результата, в том числе, цифровой революции, привели к растущей фрагментации производства и формированию глобальных цепочек создания стоимо-

сти, в которые должны интегрироваться современные промышленные предприятия, такие как компании ТЭК, для своего долгосрочного развития и пользования выгодами всеобщего разделения труда. В этих условиях проблема обеспечения устойчивого развития данных предприятий входит в число безусловных государственных приоритетов. Традиционные линейные и детерминистические модели управления, фокусирующиеся на оптимизации отдельных элементов или процессов, теперь оказываются несостоятельными перед вызовами набирающей скорость и масштабы цифровой революции.

В этой связи в экономической теории и практике все более востребованным становится *комплементарный подход* (*complementum* — дополнение), который предлагает принципиально иную, системную и холистическую оптику для анализа и конструирования эффективных промышленных систем. Его сущность заключается не в простом объединении ресурсов или функций, а в выявлении и целеориентированном формировании синергетических взаимосвязей между разнородными, но взаимодополняющими элементами производственной системы, результатом чего является возникновение нового ее качества, не сводимого к арифметической сумме вкладов отдельных компонентов. В концептах данного подхода ценность и производительность любого актива — технологии, организационной практики, человеческого капитала — существенно зависят от наличия и состояния комплементарных активов.

Концептуальные корни комплементарного подхода уходят в различные области экономической науки. Его предпосылки можно обнаружить в работах Альфреда Маршалла⁵³, рассматривавшего внешнюю и внутреннюю экономию масштаба, возникающую благодаря агломерации взаимосвязанных производств. Более четкие очертания этот подход приобрел в рамках неинституциональной экономики, особенно в трудах Дугласа Норта⁵⁴, подчеркивавшего взаимозависимость формальных и неформальных институтов и их совместное влияние на издержки и экономические результаты.

⁵³Альфред Маршалл. Основы экономической науки. Монография. Изд-во ЭКСМО, 2007.

⁵⁴Дуглас Норт. Понимание процесса экономических изменений. Монография. Изд-во ВШЭ, 2010.

Наиболее полное теоретическое оформление идея комплементарности получила в развитии основ экономической теории (Ричард Нельсон⁵⁵, Сидней Уинтер) и ресурсной теории фирмы (Эдит Пенроуз⁵⁶). Именно в этих парадигмах фирма рассматривается как уникальный набор комплементарных ресурсов, а инновационный процесс трактуется как взаимосвязанная рекомбинация и развитие активов компании.

Определение термина «комплементарность» аналогично понятиям: «качество», «состояние», «свойство»⁵⁷. Комплементарный подход связан непосредственно с состоянием анализируемого объекта и исследованием происходящих с ним трансформаций. Комплементарность может выступать в различных интерпретациях: «сбалансированность», «согласованность», «дополняемость» и пр.⁵⁸. Данный подход используют в различных областях науки- экономике, химии, биологии, сфере образования⁵⁹. В экономической науке понятие «комплементарность» используется с конца прошлого столетия, например, К. Менгер⁶⁰ обосновывает принцип комплементарности при оценке потребностей индивидуума. Ф. Визер⁶¹ описывает комплементарный подход как метод планомерного ведения хозяйственной деятельности производственного объекта. Долженкова Е.В. и Казакова М.А. считают, что комплементарность в управлении инновациями можно использовать при исследовании инновационных процессов, реализуемых во внутренней и внешней среде организации⁶². В логике эволюции систем управления воздействие каж-

⁵⁵ Ричард Нельсона, Сидней Уинтер. Эволюционная теория экономических изменений. Монография. М.: Дело, 2002. 536 с

⁵⁶ Эдит Пенроуз. *The Growth of the Firm: The Legacy of Edith Penrose* *The Growth of the Firm: The Legacy of Edith Penrose* (Теория роста фирмы: наследие Эдит Пенроуз). 2002. Изд-во: *Oxford Academ*. 33 с.

⁵⁷ Богутдинов Б.Б., Цветков В.Я. Применение модели комплементарных ресурсов в инвестиционной деятельности // Вестник Мордовского университета. 2014. Т. 24, № 4. С. 103–116.

⁵⁸ Цветков В.Я. Решение проблем с использованием системного анализа // Перспективы науки и образования. 2015. № 1. С. 50–55.

⁵⁹ Tom Xu K., Farrell T.W. The complementarity and substitution between unconventional and mainstream medicine among racial and ethnic groups in the United States // *Health services research*. 2007. Vol. 42, No. 2. P. 811–826.

⁶⁰ Menger K. *The Foundation of political economy* // *The Austrian school in political economy*. М.: Economy, 1992. – 496 p.

⁶¹ Viser F. *Theory of public economy* // *The Austrian school in political economy*. М.: Economy, 1992. – 496 p.

⁶² Е.В. Долженкова, М.А. Казакова Комплементарный и синергетический подходы к инновационному развитию социально-экономических систем. Экономика и предпринимательство, № 10 (ч.2), 2015 г.

дой новой модели на принципы работы предыдущей создает «комплементарный эффект», поскольку при внедрении новой модели более эффективно реализуются принципы работы ранее существующей. Следовательно, возникает мультипликативный эффект на основе комплементарного подхода.

Таким образом, *комплементарный подход* представляет собой не только относительно новый методологический прием, обладающий потенциалом целеориентированного дополнения и интеграции ресурсных составляющих производственного процесса и управления ими, но также оригинальный фундаментальный принцип креативного мышления, необходимый для понимания динамики современной экономики и выработки эффективных вариантов промышленной политики на разных уровнях: макро-, мезо- и микро.

Ключевыми *характеристиками комплементарного подхода* являются:

- *Системность и холизм.* Объектом анализа выступает не изолированный элемент, а сеть взаимосвязей, в которую он включен; эффективность системы определяется архитектурой связей и согласованностью ее частей.
- *Синергетический эффект.* Взаимодействие комплементарных элементов порождает эффект синергии, невозможный к получению от отдельных из них.
- *Супермодулярность и положительная обратная связь:* предельная отдача от увеличения одного фактора растет при увеличении уровня других комплементарных факторов; успешное внедрение одного элемента повышает отдачу от инвестиций в другой, что ведет к их совместному развитию и возможной блокировке альтернативных, менее совместимых конфигураций.
- *Невозможность фрагментарной оптимизации.* Попытка улучшить систему путем максимизации эффективности одного ее компонента может привести к отрицательным или деструктивным результатам для системы. Оптимизация должна учитывать перекрестные эффекты.
- *Высокая роль координации.* Реализация потенциала комплементарности требует высокого уровня координации между владельцами или

управляющими взаимодополняющими активами. Провалы координации являются основным барьером для достижения синергии (рис.1.3).



Рисунок 1.3. Характеристики комплементарного подхода в системе макроэкономических и региональных детерминант⁶³

В промышленных системах комплементарный подход применяется на нескольких взаимосвязанных уровнях: внутрифирменном (комбинация ресурсов и компетенций), межфирменном (в рамках кластеров, цепочек создания стоимости), отраслевом и национальном (взаимодействие технологий).

Практическая реализация комплементарного подхода находит свое отражение в различных формах организации промышленной деятельности. Яркий пример - промышленные кластеры: географическая концентрация взаимосвязанных участников кластера создает сеть комплементарных связей, в которой синергия возникает по нескольким каналам: технологическая, производственная, знаниевая, институциональная комплементарность. Другой

⁶³ Составлено автором по материалам исследования.

пример - проектирование технологических систем и экосистем: комплементарный подход лежит в основе создания сложных систем, таких как «умные фабрики» (Industry 4.0). Эффективность внедрения промышленного интернета вещей критически зависит от одновременного и согласованного наличия комплементарных элементов: сенсоров и оборудования с цифровыми интерфейсами, систем анализа больших данных, кибербезопасности, облачных платформ, а также новых компетенций персонала.

Комплементарный подход применяется в области стратегического управления ресурсами и компетенциями фирмы. Согласно ресурсной теории, устойчивое конкурентное преимущество компании строится на совокупности взаимодополняющих ресурсов и компетенций. Например, эффективность системы управления качеством (компетенция) может быть усилена, если она сочетается с высокоавтоматизированным оборудованием (физический ресурс), корпоративной культурой (нематериальный ресурс) и долгосрочными отношениями с поставщиками, готовыми подстраиваться под высокие стандарты (реляционный ресурс). Компания Toyota и ее производственная система (TPS) являются примером такой супермодулярной конфигурации, где «точно-в-срок» (JIT), система «канбан», автоматизация с элементом человеческого интеллекта («дзидока») и активное участие рабочих в решении проблем создают синергию, недостижимую для конкурентов.

В контексте задач технологического суверенитета и импортозамещения в России комплементарный подход приобретает особое значение. Успех замены иностранных технологий и комплектующих зависит от синхронного развития целых групп взаимодополняющих производств. Создание отечественного станкостроения, например, требует параллельного развития производства компонентов (приводов, контроллеров, систем ЧПУ), специализированного софта (CAD/CAM системы) и подготовки инженерных кадров соответствующего профиля. Фрагментарная поддержка только конечного производителя без развития комплементарной цепочки поставок будет иметь высокие издержки и низкое качество продукции.

Следовательно, промышленная политика, основанная на принципах комплементарности, должна быть адресной и координировать инвестиции и меры поддержки по всей технологической цепочке, формируя замкнутые производственно-технологические контуры.

В то же время, несмотря на мощный практический потенциал, применение данного подхода сопряжено с существенными *сложностями*:

1) Проблема идентификации и измерения: выявление истинно комплементарных связей в сложных системах требует глубокого отраслевого анализа и зачастую нетривиальных эконометрических методов.

2) Координационные провалы: достижение синергии требует согласования интересов и действий независимых агентов (фирм, государственных органов), что затруднено из-за асимметрии информации, оппортунизма и несовершенства контрактов.

3) Риск «lock-in» (блокировки): сформировавшаяся конфигурация комплементарных активов может создать жесткую траекторию развития, устойчивую к изменениям. Переход на новую, более эффективную технологическую парадигму может быть заблокирован необходимостью одновременной и крайне затратной замены всей системы взаимосвязанных элементов (например, переход автомобилей с бензина на водород требует изменения не только самих машин, но и всей заправочной инфраструктуры).

4) Высокие первоначальные инвестиции: формирование комплементарных систем требует значительных синхронизированных вложений «на старте», что повышает риски и создает барьеры для входа.

В соответствии с логикой и концептами комплементарного подхода следует рассмотреть понятия *ресурсного подхода в теории управления*.

В современной глобальной экономике, характеризующейся высокой волатильностью сырьевых рынков, ужесточением экологических стандартов, технологической трансформацией и геополитической нестабильностью, проблема обеспечения устойчивого развития для предприятий топливно-добывающих отраслей (нефтяная, газовая, угольная промышленность) при-

обретает критическую значимость. Устойчивость в данном контексте понимается как динамическая способность предприятия сохранять долгосрочную конкурентоспособность, финансовую стабильность, операционную эффективность и социальную значимость, адаптируясь к внешним шокам и макроэкономическим трансформациям. Традиционные управленческие парадигмы, сфокусированные преимущественно на краткосрочной финансовой максимизации и эксплуатации доступных недр, демонстрируют свою ограниченность перед лицом таких вызовов, как энергетический переход (декарбонизация), истощение традиционных месторождений и растущие ожидания стейкхолдеров в области ESG.

В этой связи на первый план выходит *ресурсный подход* (Resource-Based View, RBV), который, будучи адаптированным к отраслевой специфике, предлагает мощный аппарат для формирования и поддержания устойчивости. В рамках ресурсного подхода устойчивые конкурентные преимущества и, как следствие, долгосрочная устойчивость компании продуцируются благодаря владению уникальным, ценным, редким и невозпроизводимым (VRIN: Valuable, Rare, Inimitable, Non-substitutable) набором стратегических ресурсов и компетенций. Для добывающих компаний, чья деятельность изначально основана на исчерпаемом природном ресурсе, трансляция данного подхода в плоскость управления устойчивостью требует глубокого переосмысления структуры ключевых активов и перехода от рентно-ориентированной модели к модели, центрированной на управлении комплексным портфелем комплементарных ресурсов, обеспечивающих гибкость и адаптивность.

Ресурсный подход, уходящий корнями в работы Эдит Пенроуз (1959) и получивший формализацию в трудах Биргера Вернерфельта, Джея Барни и других ученых в 1980-1990-х годах, изначально разрабатывался как альтернатива доминировавшим отраслевым (позиционным) моделям конкуренции. Его центральный тезис заключается в том, что межфирменные различия в результативности в долгосрочной перспективе объясняются гетерогенностью стратегических ресурсов, которыми обладают фирмы, а не только условиями

внешней рыночной среды. Критерии VRIN служат фильтром для идентификации таких ресурсов. Однако прямое применение классической схемы VRIN к добывающим компаниям проблематично. Ключевой материальный ресурс — запасы углеводородов — ценен и редок, но он не является полностью невозпроизводимым (запасы можно приобрести на аукционах, в результате M&A) и в эпоху энергоперехода теряет свою незаменимость. Следовательно, основой устойчивости становится не сам факт обладания запасами, а уникальные, трудно имитируемые компетенции по их эффективной, безопасной и рентабельной добыче и переработке в условиях меняющегося мира.

Развитие ресурсного подхода, по мнению Н.Н. Чепелевой ⁶⁴, является на сегодняшний день актуальной задачей, поскольку типология понятия «ресурсы» остается неполной, так как отсутствует единое, четкое определение того, что относится к ресурсам на предприятии промышленного сектора. Поэтому считаем возможным конкретизировать понятие ресурсной составляющей с позиций теоретико-методологической базы возникновения этого понятия и его дальнейшей эволюции с учетом современных тенденций цифровизации компаний. Для закрепления своих рыночных позиций предприятию необходимы средства и возможности, обеспечивающие его конкурентоспособность и устойчивость на рынке в условиях жесточайшей конкурентной борьбы. При этом ресурсы, особенно уникальные, выступают в качестве элементов, формирующих конкурентоспособный потенциал компании.

В то же время, поскольку обеспечить секретность информации о наличии, количественном и качественном состоянии таких ресурсов достаточно сложно в условиях внешней открытости источников, необходима защита информационного поля, чему способствует теория «экономики знания»⁶⁵. В рамках данной теории возникает понятие ресурсов, связанных со знаниями и изменениями, превращая данный тип ресурсов в компетенции.

⁶⁴ Чепелева Н.Н. Теоретические основы ресурсной стратегии предприятия// Журнал экономической теории. 2014. №1.

⁶⁵ Орехова С.В. Формирование методологии устойчивого развития металлургического предприятия на основе ресурсно-институционального подхода : автореферат дис. ... доктора экономических наук : 08.00.05 / Орехова Светлана Владимировна; [Место защиты: Ур. гос. эконом. ун-т]. - Екатеринбург, 2018. - 52 с.

В качестве недостатка данной теории выступает сложность идентификации ресурсов и невозможность их количественного измерения, что затрудняет процесс управления ими, усложняет разработку стратегических планов по обеспечению долгосрочных конкурентных преимуществ компании ТЭК.

Само понятие «ресурсы», лежащее в основе ресурсного подхода к управлению предприятиями, включало денежные средства, землю, запасы, активы предприятия; при этом все они обладали вещественной формой и подвергались количественной оценке. В рамках Индустрии 4.0. основными видами ресурсов стали считать капитал и человеческий труд, а затем информация и знание. В отличие от материальных ресурсов, знания и информация являются «неисчерпаемыми, возобновляемыми, способными к развитию в течение длительного периода времени»⁶⁶.

В условиях меняющихся технологических укладов одним из адаптивных является именно *ресурсный подход*, который способствует обеспечению устойчивого развития предприятий.

Современная концепция устойчивого развития (ESG) базируется на идее динамичного развития экономического, социального и экологического аспектов деятельности организации любой сферы деятельности⁶⁷, поскольку предполагает оптимальное использование всех видов материальных и нематериальных ресурсов - ключевой принцип модели циркуляционной экономики. Одной из важных ролей при этом играет концепция «бережливого производства» (Lean Production)⁶⁸, суть которой заключается в комплексном устранении потерь на всех стадиях жизненного цикла производства. Данная концепция направлена на сокращение затрат, связанных с деятельностью органи-

⁶⁶ Пожарицкая, И.М. Проблемные аспекты управления цифровыми ресурсами // Экономика и бизнес: теория и практика. 2020. № 3-1 (61). С. 156-159.

⁶⁷ Халдин, Константин Сергеевич. Методы и модели управления материальными ресурсами промышленного предприятия, обеспечивающие взаимосвязь его экономических и экологических приоритетов : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.13.10 / Халдин Константин Сергеевич; [Место защиты: Юж.-Ур. гос. ун-т]. — Челябинск, 2016. — 23 с.

⁶⁸ Мартынова Ю.А. Эффективное ресурсное управление в промышленном комплексе: оптимизация процессов и использование инновационных технологий // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Том 13. № 9А. С. 420-430. DOI: 10.34670/AR.2023.86.67.053.

зации, тогда как ESG-концепция - на необходимость долгосрочного состояния устойчивости⁶⁹. Таким образом, эти концепции дополняют друг друга.

В рамках ресурсного подхода появилось понятие *динамических способностей* (Dynamic Capabilities) как высшего порядка ресурсов. Теория динамических способностей акцентирует наличие потенциала фирмы интегрировать, выстраивать и реконфигурировать внутренние и внешние компетенции для реагирования на быстро изменяющуюся среду (Дэвид Тис⁷⁰, Гэри Пизано⁷¹). Для топливно-добывающей компании это означает способность: 1) чувствовать формирующиеся технологические, рыночные и регуляторные тренды (например, рост спроса на водород, ужесточение норм по метановым выбросам); 2) схватывать (seize) возникающие возможности через разработку новых бизнес-моделей или технологий (например, проекты CCUS – улавливание, использование и хранение углерода); 3) трансформировать свою ресурсную базу, организационную структуру и портфель активов для реализации выбранной стратегии (диверсификация в ВИЭ, перепрофилирование НПЗ под биотопливо).

Таким образом, *ресурсный подход* в современной динамической трактовке рассматривает устойчивость как функцию от портфеля не только материальных, но и нематериальных ресурсов и мета-компетенций, обеспечивающих успешную адаптацию компании. Управление устойчивостью на основе ресурсного подхода требует проведения инвентаризации и аудита всех категорий активов компании: материальные и природные ресурсы, нематериальные ресурсы и компетенции, динамические способности предприятия.

Рассмотрим *материальные и природные ресурсы*. К данной группе относятся геолого-геофизические данные и интеллектуальные модели место-

⁶⁹ Комиссаров, В. Д. Переход к "зеленой" энергетике как фактор устойчивого развития предприятий / В. Д. Комиссаров, И. И. Сальникова // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. - 2024. - Т. 17, № 6. - С. 128-139. DOI: 10.17213/2075-2067-2024-6-128-139

⁷⁰ Дэвид Тис. Концепция динамических способностей фирмы и смежные парадигма как управлять инновациями. Мат XXII Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества. НИУ Высшая Школа Экономики. 2021. <https://gsb.hse.ru/news/461694979.html>

⁷¹ Гэри Пизано. Креативный соиздание: системный подход к инновациям в крупных компаниях. <https://alpinabook.ru/catalog/book-kreativnoe-sozidanie/?offerId=34914>

рождений - фундаментальный информационный ресурс. Его ценность определяется не только наличным объемом, но также точностью прогнозных моделей, позволяющих максимизировать коэффициент извлечения нефти (КИН) и минимизировать операционные риски. Уникальные компетенции в сейсмической интерпретации, петрофизическом моделировании являются классическими VRIN-ресурсами. Сюда же относятся и инфраструктурные активы, такие как транспортные сети (трубопроводы, терминалы), объекты переработки, логистические хабы. Их ценность часто определяется не столько балансовой стоимостью, сколько стратегическим расположением, пропускной способностью и возможностью интеграции в новые цепочки создания стоимости (например, использование газопроводов для транспортировки водородосмесей). Запасы углеводородов сами по себе не всегда соответствуют критерию невозпроизводимости, однако структура запасов (соотношение традиционных и трудноизвлекаемых, географическая диверсификация, себестоимость добычи) является критическим параметром устойчивости. Портфель, сбалансированный с точки зрения рисков и затрат, служит буфером против ценовых колебаний.

К *нематериальным ресурсам* относятся технологические компетенции и ноу-хау. Способность разрабатывать и применять эффективные технологии добычи на сложных месторождениях (шельф Арктики, сланцевые залежи, высоковязкие нефти), повышения нефтеотдачи пластов, глубокой переработки сырья, а также уникальные инженерные решения в области бурения, заканчивания скважин, управления пластом являются ядром конкурентного преимущества компаний нефтегазодобычи.

Управленческие и организационные компетенции - это способности управлять масштабными, капиталоемкими и рисковыми проектами в жестких природных и регуляторных условиях (проекты «Сахалин», «Ямал СПГ»). К ним относятся системы управления промышленной и экологической безопасностью, что является условием социальной лицензии на деятельность.

К числу важных ресурсов относится человеческий капитал и корпоративная культура - наличие высококвалифицированных геологов, инженеров, технологов, способных к непрерывному обучению, а также культура безопасности, инноваций и операционной дисциплины.

Доверие со стороны инвесторов, регуляторов, местных сообществ и потребителей способствует формированию репутационного капитала и бренда компании. В условиях фокуса на ESG- концепцию репутация ответственного производителя, минимизирующего экологический след, напрямую влияет на стоимость капитала и возможности реализации новых проектов.

Немаловажным является также выстраивание долгосрочных отношений с отечественными и зарубежными партнерами, поставщиками уникального оборудования, научно-исследовательскими центрами, государственными органами. Умение выстраивать и поддерживать стратегические альянсы (например, для совместного освоения шельфа или разработки новых технологий) становится ключевой динамической способностью предприятия.

В своих работах Д. Тис, Г. Пизано и Э. Шуен *динамические способности* трактуют как способность компании интегрировать, перестраивать и обновлять компетенции в меняющейся среде, то есть смещают внимание от «наличия» ресурсов к механизмам их обновления и трансформации⁷². К. Айзенхардт и Д. Мартин развивают данную проблематику, подчеркивая, что динамические способности проявляются через идентифицируемые управленческие процессы (разработка продукта, стратегические решения и т.п.) и во многом имеют «лучшие практики», хотя их конкретная реализация остается контекстной и зависимой от траектории развития фирмы⁷³.

Иным словами, динамические способности как ресурсы высшего порядка обеспечивают эволюцию и трансформацию первых двух групп ресур-

⁷² Тис Д. Дж., Пизано Г., Шуен Э. Dynamic Capabilities and Strategic Management [Электронный ресурс] // *Strategic Management Journal*. — 1997. — Vol. 18, No. 7 (Aug.). — P. 509–533.. — URL: <https://sms.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/> (дата обращения: 29.01.2026).

⁷³ Айзенхардт К. М., Мартин Д. А. Dynamic Capabilities: What Are They? [Электронный ресурс] // *Strategic Management Journal*. — 2000. — Vol. 21, No. 10–11. — P. 1105–1121. — URL: <https://sms.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/1> (дата обращения: 29.01.2026).

сов. К ним относится способность предприятия к внедрению высоких технологий и других видов инноваций. Причем не только проведение НИОКР, а создание открытых инновационных экосистем (партнерства со стартапами, вузами), быстрый пилотный запуск и масштабирование перспективных решений в области цифровизации (цифровые двойники, предиктивная аналитика оборудования, беспилотный транспорт и др.) и новых материалов.

К динамическим способностям компании относится также стратегическая гибкость и адаптивность выбранной бизнес-модели. Способность перераспределять инвестиции между «традиционными» и «новыми» энергетическими активами, развивать сервисные направления (энергосервис, управление углеводородным следом для клиентов), создавать побочные продукты в смежных секторах (производство водорода, геотермальная энергетика). Системная работа со всеми заинтересованными сторонами для предупреждения и урегулирования конфликтов, формирования благоприятной регуляторной среды, защиты социальной лицензии способствует снижению уровня социальных и корпоративных рисков.

Несмотря на все вышесказанное, применительно к добывающему сектору ресурсный подход сталкивается с рядом вызовов:

- Инерционность компании. Компании, обладающие огромными рентными доходами от эксплуатации природных ресурсов, могут страдать от организационной инерции и снижения стимулов к развитию инновационных, нематериальных активов и динамических способностей. Преодоление этого требует осознанной воли руководства и перестройки системы мотивации.
- Высокая капиталоемкость и длительный горизонт окупаемости. Инвестиции в развитие многих стратегических ресурсов (например, фундаментальные НИОКР, масштабная переподготовка кадров) требуют долгосрочных вложений, что может конфликтовать с давлением финансовых рынков, ожидающих высоких дивидендов в краткосрочной перспективе.
- Сложность измерения и оценки нематериальных ресурсов. Ценность репутационного капитала, качества корпоративной культуры или сете-

вых связей трудно оценить количественно и отразить в финансовой отчетности, что осложняет их управление и коммуникацию с инвесторами.

- Внешние шоки и непредсказуемость. Ресурсный подход может быть подвержен критике за недостаточно оперативную реакцию на факторы внешнего окружения: геополитические сдвиги, радикальные изменения в климатической политике или технологические прорывы конкурентов могут обесценить даже самые уникальные ресурсы компании (например, запасы трудноизвлекаемой нефти при резком удешевлении возобновляемой энергии).

Таким образом, *ресурсный подход, обогащенный теорией динамических способностей, в современных реалиях предоставляет наиболее адекватную концептуальную основу для переосмысления управления устойчивостью предприятий топливно-добывающей отрасли.*

Он позволяет сместить фокус от сиюминутной эксплуатации природной ренты к целенаправленному формированию и защите портфеля стратегических активов, в котором материальные запасы являются одним из элементов, а источником долгосрочной устойчивости выступают уникальные компетенции, знания, репутация и, способность к адаптации и трансформации.

Успешная реализация данного подхода требует от руководства компаний глубокого стратегического аудита ресурсной базы, перестройки системы инвестирования, инноваций и управления персоналом, а также интеграции принципов устойчивого развития и ESG в ядро бизнес-модели. В условиях происходящего энергетического перехода будущее принадлежит не тем компаниям, которые обладают крупнейшими запасами, а тем, которые сумеют наиболее эффективно трансформировать свои ресурсы и компетенции для создания стоимости в новой, низкоуглеродной реальности.

Ресурсный подход служит не только аналитическим инструментом, но и стратегией для такого рода трансформации. Иванов А.Е. в своих исследованиях говорит о том, что механизм формирования синергетического эффекта

нуждается в обосновании на основе синтеза положений ресурсного и комплементарного подходов⁷⁴.

Ресурсно-комплементарный подход – это интеграция различных форм взаимодействий уникальных ресурсов и технологий компании, при которой достигается синергетический эффект, формирующий наилучший вариант конкурентного преимущества компании в условиях современного нестабильного рынка.

На рисунке 1.4 представлена авторская схема, агрегирующая теоретико-методологические и концептуальные основы формирования ресурсно-комплементарного подхода к управлению цифровой трансформацией в ТЭК.

Как видно на рисунке 1.4, практическая реализация ресурсно-комплементарного подхода предполагает внедрение управленческих механизмов, интегрирующих ресурсную логику и причинно-следственные взаимосвязи между ресурсами во все бизнес-процессы. В качестве основных механизмов рассмотрен стратегический аудит и картографирование ресурсного портфеля.

Первым шагом является системная инвентаризация всех ресурсов компании с оценкой их соответствия критериям VRIN (или, в адаптированном виде, VRIO: Value, Rarity, Inimitability, Organization – как способность организации использовать ресурс).

Особое внимание следует уделять также *комплементарности ресурсов*: например, как сочетание уникальных геологических данных, технологий увеличения нефтеотдачи и компетенций в области горизонтального бурения создает синергию, недостижимую для конкурентов. На основе карты ресурсов проводится анализ разрывов между существующим портфелем и ресурсами, необходимыми для реализации долгосрочной стратегии устойчивости в условиях энергоперехода.

⁷⁴ Иванов А.Е. Комплементарный и ресурсный подходы к обоснованию синергетического эффекта слияний и поглощений // Экономический анализ: теория и практика. – 2017. – Т. 16, № 9. – С. 1678 – 1695.

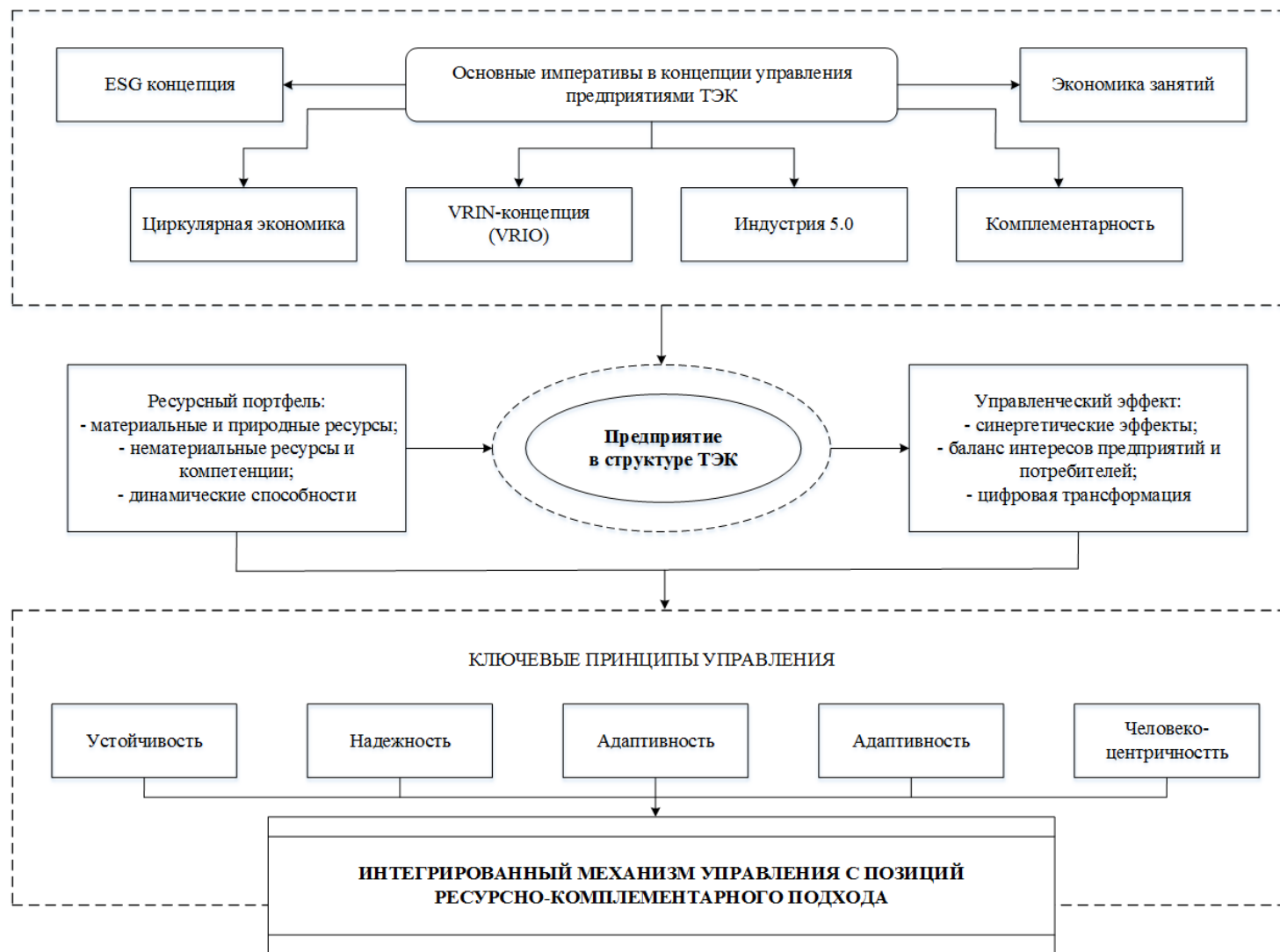


Рисунок 1.4. Теоретико-методологический и концептуальный базис ресурсно-комплементарного подхода к управлению цифровыми трансформациями на предприятиях ТЭК (разработано автором на основе результатов исследования)

На следующем этапе уделяется внимание качеству мер инвестиционной и инновационной политики, направленных на развитие стратегических ресурсов. В частности, капитальные расходы (CAPEX) должны оцениваться не только с точки зрения финансовой отдачи от проекта, но и с позиции вклада в укрепление стратегических ресурсных позиций компании: инвестиции в НИОКР, цифровизацию, программы развития персонала и др. трактуются как прямые вложения в ключевые нематериальные активы и динамические способности, формирующие устойчивость предприятия ТЭК.

В дополнение к этому, для эффективного использования уникальных ресурсов компании необходима соответствующая организационная архитектура. Это предполагает создание гибких, кросс-функциональных структур (центров компетенций, инновационных хабов), поощряющих обмен знаниями между подразделениями компании. Внедрение систем управления знаниями, направленных на сохранение и передачу неявного (tacit) ноу-хау от опытных специалистов, становится вопросом стратегической безопасности.

При интеграции ресурсно-комплементарного подхода в систему корпоративного управления и ESG-повестку высшее руководство должно рассматривать управление ресурсным портфелем как свою ключевую обязанность. Показатели, связанные с развитием человеческого капитала, инновационной активностью, экологической эффективностью и качеством отношений с сообществами, должны быть интегрированы в систему KPI топ-менеджмента наряду с финансовыми метриками. Управление ESG-рисками и возможностями перестает быть отдельной функцией и становится частью основного стратегического процесса, нацеленного на защиту и преумножение репутационного и социального капитала компании.

Все перечисленные направления требуют формирования различных стратегических альянсов и экосистем. Осознание ограниченности внутренних ресурсов предприятия для решения комплексных задач (например, декарбонизации или освоения новых технологических платформ) инициирует активизацию сетевого взаимодействия. Создание консорциумов с научными

институтами для разработки прорывных технологий, партнерства с компаниями из смежных отраслей (электроэнергетика, химия) для создания новых продуктов, сотрудничество с венчурными фондами для скаутинга инноваций — все это механизмы экстернализации и доступа к критически важным комплементарным ресурсам.

Таким образом, процесс конвергенции ресурсного и комплементарного подходов представляет собой мощный инструмент для осмысления закономерностей развития современных промышленных предприятий. Он смещает фокус с конкуренции отдельных элементов на синергию их взаимодействия, с линейных цепочек создания стоимости — на сетевые экосистемы, с фрагментарных мер поддержки — на скоординированную политику. Понимание логики комплементарности становится критически важным для руководителей компаний, стремящихся построить конкурентные преимущества, и для государственных органов, ответственных за выработку эффективной промышленной политики.

В эпоху цифровой трансформации, когда ценность создается на стыке технологий и компетенций, ресурсно-комплементарный подход перестает быть одной из экономических теорий, становясь императивом для устойчивого развития промышленности.

1.3 Эмпирический профиль перспектив управления процессами цифровых трансформаций компаний в структуре ТЭК: российская и зарубежная практика

В условиях цифровой революции цифровая трансформация становится одним из ключевых факторов изменения механизмов управления современными предприятиями. Ряд ученых экономистов в своих трудах указывают на тот факт, что оцифровка бизнес-процессов заключается не только во внедрении информационных технологий или автоматизации отдельных функций. В данном случае следует говорить о комплексном подходе к изменению функ-

ционирования всех процессов внутри организации, механизмов управления, используемой технологии и институциональной структуры⁷⁵. В трудах зарубежных исследователей цифровая трансформация рассматривается как процесс, посредством которого компаниям удается достичь существенных изменений своих возможностей за счёт интеграции и комбинирования применяемых цифровых технологий.

По мнению автора, такой подход принципиально важен для руководителей промышленных, в том числе энергетических, компаний, поскольку акцентирует внимание не на самих технологиях, а на их способности выступать в качестве драйвера для организационных и стратегических изменений. При этом цифровизация является для организации не самостоятельной целью, а своего рода инструментом трансформации системы управления, бизнес-модели компании и процессов создания стоимости⁷⁶. То есть значимым инструментом эффективной организации и использования ресурсов.

Как видно из литературных источников, российские исследователи в целом разделяют данный подход, однако фокусируют внимание на институциональных и организационных аспектах цифровой трансформации. Например, Г.Б. Клейнер в своих работах подчёркивает, что цифровая трансформация предполагает изменение системы управления предприятием, включая трансформацию окружающей институциональной среды, реализуемых механизмов координации и принятия управленческих решений⁷⁷.

Здесь процесс цифровизации рассматривается в качестве рычага, оказывающего влияние не только технологическую составляющую, но и на ар-

⁷⁵ Соловенко И.С., Рожков А.А. Основные этапы цифрового перехода в топливно-энергетическом комплексе России (рубеж XX-XXI вв.) // Уголь. 2023. № 10. С. 72-78. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-72-78>; Бодрунов, С. Д. Знание, творчество, креативные технологии и знаниеёмкость современной индустрии / С. Д. Бодрунов, А. Фриман, Е. А. Ткаченко, Н. Д. Дмитриев, А. А. Золотарёв // Новое индустриальное общество: истоки, реальность, грядущее. Ноономика. IX-й том (Избранные материалы семинаров, публикаций и мероприятий Института нового индустриального развития (ИНИР) им. С. Ю. Витте по тематике концепции нового индустриального общества второго поколения и нооиндустриального развития общества) / Под общ. ред. С. Д. Бодрунова. Сб. науч. трудов. – СПб.: ИНИР им. С. Ю. Витте, 2025. – Т. IX. – С. 381–403.

⁷⁶ Lyandau U.V., Solovyeva U.V. Needs and features of the digital transformation of the organization // *Ekonomika stroitel'stva* [Economics of Construction], 2020, no 5(65), pp.40-47 (in Russ.).

⁷⁷ Клейнер Г.Б. Системная экономика: шаги развития: Монография / Г.Б. Клейнер. Предисловие академика В.Л. Макарова. – Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА», 2021. – 746 с.

хитектуру управления внутри организации. Это, несомненно, является существенным фактором для крупных и иерархически сложных компаний, в том числе предприятия в структуре ТЭК.

Значительное внимание в экономических исследованиях отводится разграничению понятий «оцифровка», «цифровизация» и «цифровая трансформация». В зарубежной литературе эти понятия обычно используются для описания эволюции внедрения цифровых технологий на всех стадиях технологического развития (рис.1.5).



Рис.1.5. Структура модели цифровой трансформации компаний топливно-энергетического комплекса⁷⁸

Понятие «оцифровка» в литературе трактуется как перевод имеющейся информации в цифровую форму, термин «цифровизация» — как использование цифровых технологий для повышения эффективности процессов. Понятие «цифровая трансформация» рассматривается в виде проведения кардинальных изменений в организационных и управленческих структурах⁷⁹. В случае применения данных понятий в разрезе функционирования энергетических компаний, можно говорить о том, что цифровая трансформация ком-

⁷⁸ Разработано автором на основе результатов исследования.

⁷⁹ Куклина Е. А. Инновационное развитие предприятий нефтегазового комплекса на основе реализации модели максимизации добавленной стоимости//Управленческое консультирование. 2018. № 4 (112). С. 39–52.

пании начинается там, где цифровые технологии перестают выступать в качестве всего лишь вспомогательного инструмента, а становятся основой для пересмотра стратегии развития компании, структуры управления и бизнес-процессов внутри данной компании⁸⁰. Представленная на рисунке 1. 5 схема процесса комплексной цифровизации компании ТЭК представляет собой некую модель управления ее цифровизацией на каждой последующей стадии. Считаем, что такая трактовка и понимание модели позволит инициаторам проведения цифровой трансформации на предприятиях ТЭК формировать программы предполагаемых изменений поэтапно и избегать принятия ошибочных решений.

Проводимые в настоящее время исследования в направлении совершенствования управления цифровизацией в нефтегазовом секторе говорят о том, что представленная на рисунке 1. 5 модель уже получила свое дальнейшее развитие. Например, О.В. Байкова и Е.О. Громько в своей статье предлагают рассматривать цифровую трансформацию в виде «потокowego процесса», который включает в себя последовательные этапы оцифровки, цифровизации и трансформации, каждый из которых требует использования специфических инструментов управления и усовершенствованных методов оценки эффективности⁸¹.

По мнению автора диссертации, данный подход имеет принципиальное значение для управления сложными производственно-экономическими системами, каковыми и являются предприятия ТЭК.

Сложности в проведении цифровой трансформации компаний ТЭК обусловлены рядом факторов, связанных, как неоднократно отмечалось, с отраслевой спецификой предприятий в структуре ТЭК. Прежде всего, для компаний данного сектора экономики характерны высокая капиталоемкость и энергоемкость, а также, присущий ей долгий лаг освоения, тяжелые условия

⁸⁰ Сулоева С.Б., Мартынатов В.С. Особенности цифровой трансформации предприятий нефтегазового комплекса // Организатор производства. 2019. Т.27. № 2. С. 27-36. DOI: 10.25987/VSTU.2019.26.70.003

⁸¹ Байкова О.В., Громько Е.О. Эффекты цифровой трансформации в нефтегазовом комплексе // Вестник университета. 2021. № 6. С. 77–81.

труда и пр. Все это, безусловно, накладывает ограничения на скорость и масштаб проведения технологических и управленческих трансформаций. Кроме того, для топливно-энергетических компаний характерны наличие затрудненных условий труда, использование сложных технологий добычи полезного ископаемого и, соответственно, наличие жёстких требований к промышленной безопасности, что также ограничивает возможность ускоренного внедрения цифровых решений⁸². В этой связи цифровая трансформация в ТЭК рассматривается не столько как технологический процесс, а сколько как организационно-экономический и процесс и в виде иерархии управления предприятием (рис. 1.6).

Ученые Н.М. Абдикеев и О.В. Кожевина в своих трудах отмечают, что проведение цифровой трансформации топливно-энергетических компаний в целом предполагает изменение механизмов управления активами, процессов планирования, контроля и принятия решений, а также формирование новых компетенций у менеджеров всех уровней⁸³. Отдельного внимания заслуживает вопрос обеспечения *устойчивости самих компаний и их внутренних бизнес-процессов* в процессе цифровой трансформации в условиях турбулентности внешнего окружения.

В отличие от ряда других отраслей, на предприятиях ТЭК любые нарушения в технологической либо производственной цепочки могут приводить к масштабным экономическим, экологическим и социальным последствиям. М.А. Максимова в своей статье подчёркивает, что цифровизация и цифровая трансформация несут в себе неявные угрозы нормальному протеканию бизнес-процессов. Это может быть связано как с технологическими рисками, так и с организационными сбоями, возникающими на предприятиях в процессе изменений⁸⁴.

⁸² Мельников О.Н., Зотова Е.В. Цифровая трансформация энергетики: сущность, направления, эффекты // Энергетическая политика. 2020. № 6. С. 32-41.

⁸³ Абдикеев Н.М., Кожевина О.В. Оценка готовности российских промышленных предприятий к цифровой интеграции в новых экономических условиях. *Мир новой экономики*. 2022;16(4):45-53.

⁸⁴ Максимова М. А. Цифровая трансформация нефтегазовой отрасли и экология // Молодой ученый. – 2023. – № 12 (459). – С. 45-47.

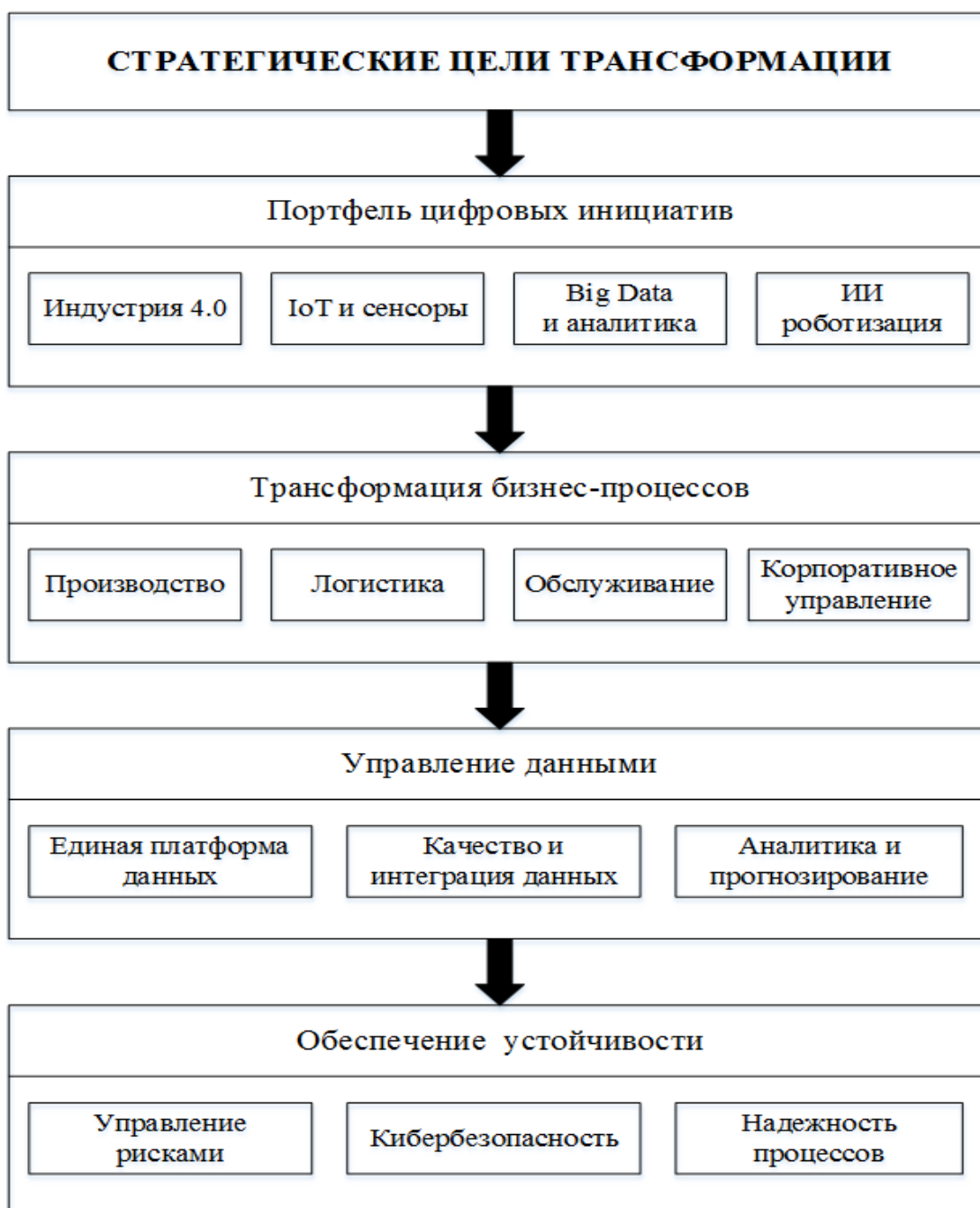


Рисунок 1.6. Архитектура управления процессами цифровой трансформации компаний топливно-энергетического комплекса⁸⁵

Это позволяет сделать вывод о необходимости интеграции процессов управления группами рисков и управления устойчивостью в рассматриваемую систему управления цифровой трансформацией. Зарубежные ученые в своих исследованиях также отмечают, что в рамках формирования и реализации стратегии развития любой компании цифровая трансформация является

⁸⁵ Разработано автором на основе результатов исследования.

непрерывным процессом, требующим совершенствования у руководства навыков управления. Ученые К. Уорнер и М. Вагер рассматривают цифровую трансформацию как процесс формирования необходимых компетенций у руководителей организаций, что будет обеспечивать скорейшую адаптацию организации к изменениям внешней среды⁸⁶.

Для компаний ТЭК это означает необходимость плавного перехода от использования рефлекторных иерархических моделей управления к более гибким формам руководства предприятиями при сохранении требований к надёжности и безопасности производственной деятельности внутри анализируемых предприятий. Говоря иначе, управление процессами цифровой трансформации должно быть интегрировано в систему стратегического управления компанией. При этом сама стратегия цифровой трансформации компании ТЭК должна рассматриваться как инструмент реализации корпоративной стратегии предприятия⁸⁷, что даст возможность увязать предлагаемые цифровые инициативы с долгосрочными целями компании и избежать фрагментарности трансформационных процессов.

С позиции процессного подхода *цифровая трансформация представляет собой совокупность взаимосвязанных изменений в ключевых бизнес-процессах; другими словами, это управляемая система цифровых решений, направленных на повышение эффективности и адаптивности организации к условиям внешнего окружения*⁸⁸.

Для компаний ТЭК (особенно нефтегазодобычи) это принципиально важно, так как их деятельность -это сквозные процессы (добыча, переработка, транспортировка и сбыт) и данный подход позволяет перейти от фрагментарных ИТ-инициатив к управлению сквозными процессами создания стои-

⁸⁶ Karl Warner M. Wager. Building dynamic capabilities for digital transformation //Loong Range Planning/ 2018/ No 52 3/ <https://www.researchgate.net/publication/329788859>

⁸⁷ Kuklina E.A. https://www.researchgate.net/publication/354121670_Digital_Transformation_Strategy_as_a_Tool_for_Implementing_the_Business_Strategy_of_a_Company_in_the_Oil_and_Gas_Sector_of_Modern_Russia

⁸⁸ Патрусова А.М. Цифровизация процессного управления организацией. Issues of social-economic development of Siberia. А.М. Patrusova. Digitalization of process ... 2022 № 3 р. 50-56; Наугольнова, И. А. Процессный подход к управлению: эволюция, современные вызовы, инновации / И. А. Наугольнова // Креативная экономика. – 2023. – Т. 17, № 6. – С. 2143-2164.

мости. В зарубежных публикациях подчёркивается, что цифровая трансформация по своей природе носит межфункциональный характер и затрагивает одновременно стратегический, операционный и организационный уровни управления⁸⁹. Это означает, что традиционные иерархические модели управления оказываются недостаточно эффективными для управления трансформационными процессами, требующими координации между различными подразделениями и уровнями управления. Для компаний ТЭК данная проблема усугубляется высокой сложностью производственных и управленческих систем: ТЭК - это совокупность взаимосвязанных технологических и организационных систем (рис.1.7), в которых изменения в одном элементе неизбежно отражаются на функционировании других элементов⁹⁰. В этих условиях управление цифровой трансформацией требует особого внимания к процессной координации и согласованию изменений.

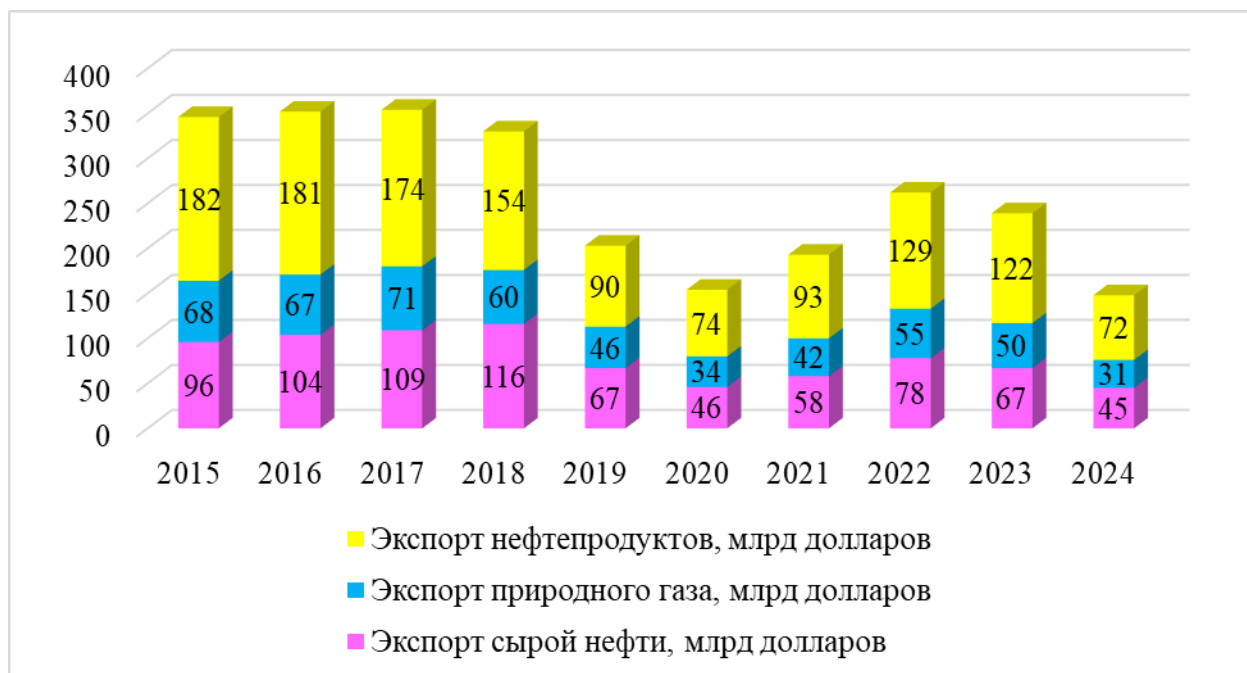


Рисунок 1.7. Динамика отраслевой структуры экспорта предприятий ТЭК в 2015- 2024 гг.⁹¹

⁸⁹ Verhoef P.C., Broekhuizen T., Bart Y. et al. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda // Journal of Business Research. 2021. Vol. 122. P. 889-901.

⁹⁰ Печаткин В.В., Ялалова А.И. Цифровая зрелость промышленных предприятий: понятийный аппарат и методические подходы к оценке // Креативная экономика. – 2025. – Том 19. – № 7. – С. 1869–1890.

⁹¹ Российская нефтепереработка на современном этапе развития. Нефтегазовая вертикаль. URL: <https://ngv.ru/articles/rossiyskayaneftepererabotka-na-sovremennom-etape-razvitiya/> (дата обращения: 29.05.2025)

Одной из основных проблем, возникающих при управлении процессами цифровой трансформации в компаниях ТЭК является необходимость согласования стратегических целей и операционных изменений, поскольку отсутствие чёткой стратегии у предприятия приводит к некоторому «рассредоточиванию» внедряемых цифровых инициатив и, в конечном итоге, к снижению величины их интегрального эффекта⁹². Исходя из этого, стратегию цифровой трансформации следует воспринимать как неотъемлемую часть общей корпоративной стратегии — она задаёт ключевые направления, распределяет ресурсы и формирует целевые ориентиры преобразований.

Не менее значимой составляющей управления цифровизацией является создание гибкой организационной структуры. Как показывает практика, преобразования такого рода чаще всего вводят для этого новые управленческие должности либо структурные подразделения, функцией которых будут выступать обеспечение согласования проектов по цифровизации и другие стратегически важные документы. При этом, как уже было сказано выше, в компаниях топливно-энергетического комплекса такие структурные изменения необходимо проводить с учётом отраслевых особенностей, а также повышенных требований к надёжности и безопасности производства.

Таким образом, *эмпирическое исследование теоретических и методологических подходов к цифровой трансформации позволяет сделать вывод о том, что управление данными процессами в компаниях ТЭК должно базироваться на интеграции системного, процессного и риск-ориентированного подходов*. Говоря иными словами, цифровая трансформация должна выступать не разовым проектом, а быть агрегирована в долгосрочную стратегию управления и развития предприятия и использоваться на всех этапах управления в целях обеспечения устойчивости функционирования компании.

На практике доказано, что в энергетических компаниях цифровая трансформация часто предлагается к реализации в виде программно-целевых

⁹² Мозохин А.Е., Шведенко В.Н. Анализ направлений развития цифровизации отечественных и зарубежных энергетических систем // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. Т. 19. № 4. С. 657–672. doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-4-657-672

проектов, что показано на рисунке 1.8. Такой подход позволяет обеспечить контроль за использованием имеющихся ресурсов и сроками выполнения, но одновременно создаёт условия для возникновения риска избыточной формализации и снижения гибкости управления процессами⁹³. В связи с этой проблемой становится актуальной задача поиска некоего баланса между проектным и процессным управлением цифровой трансформацией.



Рисунок 1.8. Структура обеспечения устойчивости бизнес-процессов в управлении цифровой трансформацией в компаниях ТЭК⁹⁴

Особое место при этом занимает также *управление информацией* - ключевым ресурсом, определяющим возможные варианты для решения задачи оптимизации процессов и получения необходимых эффектов в управлении компанией. Отсутствие системного подхода к управлению информацией является одним из основных ограничений при проведении цифровой трансформации предприятий⁹⁵. Для компаний ТЭК данная проблема приобретает особую остроту из-за того, что информация фрагментирована и различается в существующих стандартах данных у различных подразделений.

Управление процессами цифровой трансформации также неразрывно связано с возникающими при этом рисками, таких как киберриски, риски

⁹³ Доржиева, В. В. Цифровая трансформация как национальный приоритет развития Российской Федерации и драйвер экономической интеграции в ЕАЭС / В. В. Доржиева // Вопросы инновационной экономики. 2021. Т. 11, № 4. С. 1371-1382. – DOI 10.18334/vinec.11.4.113742

⁹⁴ Разработано автором на основе результатов исследования.

⁹⁵ Юдин С.С. Повышение экономической устойчивости промышленных нефтегазовых комплексов в Арктике. Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II - Санкт-Петербург, 2024. — 29 с.

технологических сбоев и риски организационных нарушений⁹⁶. Для компаний ТЭК вышеописанным рискам присущ системный характер и это требует интеграции риск-менеджмента в процесс управления цифровой трансформацией ТЭК⁹⁷. На рисунке 1.б представлена структура обеспечения устойчивости бизнес-процессов в управлении цифровой трансформацией в ТЭК.

Такой вывод подтверждается исследованиями, проводимыми в области управления устойчивостью бизнес-процессов. Так, Р.Д. Гимранов отмечает, что в условиях цифровизации устойчивость бизнес-процессов должна рассматриваться не как побочный эффект при проведении трансформационных процессов, а в виде как одной из целевых функций управления. Это предполагает необходимость разработки усовершенствованных методов оценки устойчивости и адаптивности процессов, возникающей в ходе цифровой трансформации. Зарубежные ученые также указывают на необходимость формирования гибкой структуры управления, характеризующейся «новой цифровой культурой организации», обеспечивающей способность организации к постоянному обновлению и адаптации к меняющимся внешним условиям⁹⁸. Для компаний ТЭК данное утверждение означает, что управление процессами цифровой трансформации должно быть ориентировано не только на получение краткосрочных эффектов, но и на долгосрочные цели.

Таким образом, управление процессами цифровой трансформации в компаниях топливно-энергетического комплекса представляет собой сложную задачу, требующую интеграции стратегического управления, процессного подхода, управления данными и риск-менеджмента. Это будет способствовать исключению фрагментации цифровых инициатив и росту их эффективности, когда цифровая трансформация становится фактором устойчивого

⁹⁶ Каблашова И.В., Логунова И.В., Саликов Ю.А. Инновационное развитие системы управления предприятием в условиях цифровой трансформации // Организатор производства. 2019. Vol. 27, № 2.

⁹⁷ Татаркина, Л. А. Вопросы управления рисками на предприятиях нефтегазовой отрасли / Л. А. Татаркина, В. Д. Комиссаров // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). - 2023. - Т. 30, № 4. - С. 95-104. DOI: 10.54220/v.rsue.1991-0533.2024.85.10.013

⁹⁸ Гимранов Р.Д. Ситуационное управление устойчивостью бизнес-процессов при цифровой трансформации предприятия (на примере нефтегазовой отрасли) автореферат дис. ... кандидата экономических наук : 08.00.05/ Гимранов Р.Д. [Место защиты: ФГБОУ Центральный экономико-математический институт Российской Академии наук;— Москва, 2022. — 23 с

развития и повышения конкурентоспособности компаний ТЭК. В то же время в условиях новой нормальности управление процессами цифровой трансформации компаний ТЭК сопряжено с множеством проблем как объективного, так и институционального характера. Эти проблемы обусловлены не только технологической сложностью отрасли, но и особенностями сложившихся моделей управления, регуляторной среды и корпоративной культуры. Именно управленческие ограничения, а не дефицит технологий чаще всего становятся основным барьером цифровой трансформации крупных промышленных компаний⁹⁹. Кроме того, одной из проблем является подмена стратегической трансформации локальной цифровизацией. В российских компаниях ТЭК цифровые инициативы нередко реализуются в виде отдельных проектов автоматизации или внедрения информационных систем, не связанных между собой единой логикой изменений. В результате формируется фрагментированная цифровая среда, не обеспечивающая трансформационного эффекта на уровне всей организации¹⁰⁰. Подобная ситуация во многом объясняется отсутствием чётко сформулированной стратегии цифровой трансформации, встроенной в корпоративную стратегию компании.

Существенным ограничением управления процессами цифровой трансформации является также инерционность организационных структур. Традиционные иерархические модели управления, характерные для энергетических и нефтегазовых компаний, плохо адаптированы к условиям, в которых требуется межфункциональная координация и быстрое принятие решений. Поэтому цифровая трансформация требует перехода от жёстко функционального управления к более гибким формам процессной и проектной координации¹⁰¹. Однако в компаниях ТЭК подобные изменения часто встречают сопротивление со стороны управленческого персонала среднего звена и дру-

⁹⁹ Иваненко, О. Б. Цифровая трансформация российской электроэнергетики: перспективы и ограничения / О. Б. Иваненко, Е. В. Головкина // Экономика, предпринимательство и право. 2023. Т. 13, № 11. С. 5063-5076. 63

¹⁰⁰ Флакман А.С., Любимова Н.Г. Перспективы и направления цифровой трансформации российских нефтегазовых компаний // Вестник университета. 2023. № 4. С. 91–97.

¹⁰¹ Бодронов С.Д., Демиденко Д.С., Плотников В.А. Реиндустриализация и становление «цифровой экономики»: гармонизация тенденций через процесс инновационного развития 2021. № 1. С. 5-14.

гих работников. В данной связи отдельного внимания заслуживает проблема управления человеческими ресурсами в условиях цифровой трансформации. Считаем, что дефицит цифровых и управленческих компетенций является одним из ключевых факторов, ограничивающих эффективность цифровой трансформации¹⁰². Для компаний ТЭК данная проблема усугубляется наличием высокой доли персонала, занятого в производственных подразделениях, где доминируют традиционные профессиональные компетенции и практики. Персонал предприятия воспринимает цифровую трансформацию не в качестве инструмента повышения эффективности, а как источник высокой неопределённости и угрозы сложившемуся порядку.

Цифровая трансформация на предприятиях ТЭК осложняется и институциональными ограничениями, связанными со стандартами, предусмотренными технологическим регламентом и требованиями к промышленной безопасности. Существующее нормативное регулирование, с одной стороны, обеспечивает стабильность и надёжность функционирования компаний ТЭК, а с другой — ограничивает возможности для эксперимента и внедрения инновационных подходов к управлению¹⁰³. Чрезмерная ориентация на регламенты и нормативы может создать условия, тормозящие формирование способностей к рефлексивному управлению, необходимых для успеха цифровой трансформации¹⁰⁴. В результате для компаний ТЭК возникает противоречие между необходимостью обеспечения надёжности и безопасности их функционирования и потребностью в повышении адаптивности управления. Разрешение данного противоречия является одним из ключевых вопросов, возникающих в ходе управления процессами цифровой трансформации¹⁰⁵.

¹⁰² Наумов, И. В. Цифровизация промышленного производства в регионах России: пространственные взаимосвязи // Экономика региона. 2020. Т. 16, № 3. С. 896–910.

¹⁰³ Гришина И. В. Цифровая трансформация в энергетическом секторе // Инновационная экономика: информация, аналитика, прогнозы. 2023. № S2. С. 64–70.

¹⁰⁴ Яковлева, М. В. Цифровая трансформация промышленных компаний в условиях зелёной экономики / М. В. Яковлева, Д. Е. Морохотова // Экономика и социум: современные модели развития. 2024. Т. 14, № 3. С. 271–280. – DOI 10.18334/eecsoc.14.3.121184

¹⁰⁵ Приходько Р.В. Зинченко М.В. Петров А.А. Риски предпринимательства в условиях цифровой трансформации и искусственного интеллекта // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2025. № 4. С. 165-173. DOI: 10.17586/2310-1172-2025-18-4-165-173.

Одним из способов решения указанных ограничений является переход от проектного подхода к *процессно-продуктовой модели управления*. В условиях, когда цифровые инициативы затрагивают сквозные бизнес-процессы, наиболее устойчивые результаты достигаются в тех компаниях, где ответственность за цифровые решения закрепляется за владельцами процессов или продуктов, а не за временными проектными командами¹⁰⁶. Российские ученые отмечают необходимость конвергенции процессного и экосистемного подходов, поскольку цифровая трансформация ТЭК всё в большей степени выходит за рамки отдельных компаний и формирует отраслевые экосистемы, объединяющие производителей, подрядчиков, поставщиков технологий и потребителей¹⁰⁷. Управление цифровой трансформацией должно учитывать межорганизационные взаимодействия и согласование интересов участников.

Также одним из основных направлений повышения эффективности управления цифровой трансформацией является институционализация управления данными. Поскольку формирование систем управления данными, включая стандартизацию, обеспечение качества и информационной безопасности, является необходимым условием для масштабирования цифровых решений и внедрения продуктов искусственного интеллекта¹⁰⁸. Для компаний ТЭК это особенно актуально в связи с высокой степенью фрагментации информационных систем и территориальным расположением предприятий.

В ряде рассмотренных публикаций подчёркивается, что без модернизации традиционных подходов к управлению цифровая трансформация носит поверхностный характер и не приводит к желаемым результатам¹⁰⁹. Для компаний ТЭК, где много лет доминируют иерархические модели управления и строгое выполнение регламента, внедрение технологических новшеств и

¹⁰⁶ Еронкевич, Н. Н. Цифровая трансформация инструментов управления в системе менеджмента предприятия / Н. Н. Еронкевич // Экономика, предпринимательство и право. – 2024. – Т. 14, № 1. – С. 53-68

¹⁰⁷ Доржиева, В. В. Цифровая трансформация топливно-энергетического комплекса России: приоритеты и целевые ориентиры развития // Креативная экономика. – 2021. – Т. 15, № 11. – С. 4079-4094.

¹⁰⁸ Бекетова О. Н. Стратегирование цифровой трансформации нефтегазовых предприятий // Стратегирование: теория и практика. 2023. Т. 3. № 4. С. 428–440. <https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-4-428-440>

¹⁰⁹ Кузьмина Е. В., Шевченко С. А., Морозова И.А., Кузьмина М. И., Дорждеева В. А. Устойчивое развитие регионов на основе цифровой трансформации экономики // Экономика и предпринимательство. - 2022 - № 1 - С. 350-352.

управляемых экспериментов становится важным условием повышения их устойчивого развития. Все это получает должно быть реализовано в формировании способностей управленцев в организации не только адаптироваться к изменениям, но и формировать новые источники конкурентных преимуществ компании на внешних и внутренних рынках¹¹⁰.

Обобщая результаты проведенного эмпирического анализа, можно сделать обоснованный вывод о том, что *управление процессами цифровой трансформации компаний ТЭК представляет собой сложную многомерную задачу, требующую интеграции стратегического управления, процессного подхода, управления данными, рисками и человеческим капиталом.*

Цифровая трансформация в ТЭК не может быть сведена к внедрению отдельных цифровых технологий, а должна рассматриваться как долгосрочный управляемый процесс изменения логики функционирования организации.

Таким образом, перспективы развития управления процессами цифровой трансформации российских компаний ТЭК связаны с переходом к системным моделям управления, ориентированным на сквозные процессы, взаимодействие и устойчивое развитие.

В основе данных моделей – важнейших структурных элементов разрабатываемого в данном исследовании *организационно-экономического механизма управления цифровой трансформацией компаний ТЭК* - лежит конвергенция общесистемных и специфических подходов, в числе которых проектно-процессный, проектно-продуктовый, риск-ориентированный и ключевой – ресурсно-комплементарный. Реализация данных подходов позволяет рассматривать цифровую трансформацию не как источник дополнительных рисков, а как инструмент повышения конкурентоспособности, устойчивости и адаптивности компаний в условиях цифровой экономики.

¹¹⁰ Matt C., Hess T., Benlian A. Digital transformation strategies // *Business & Information Systems Engineering*. - 2015. - Vol. 57. - P. 339-343.

2. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ И РЕСУРСНО-ИНСТРУМЕНТАРНОЕ НАПОЛНЕНИЕ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЭК

2.1. Концептуализация подходов к анализу ресурсного портфеля цифровых трансформаций на предприятиях ТЭК

Сформированная в первой главе диссертации теоретико-методологическая платформа исследования служит основой для разработки *концепции механизма* управления цифровой трансформацией на предприятиях ТЭК, а также реализующего его инструментария. Для этого следует провести ряд дополнительных исследований, которые позволят определить, по каким причинам переход от управления функциями и технологиями к управлению согласованной конфигурацией ресурсов в процессе цифровой трансформации позволяет одним предприятиям ТЭК получать устойчивые долгосрочные эффекты (снижение потерь, рост надежности, управляемость затрат и рисков), тогда как другие ограничиваются точечной автоматизацией без конкурентного результата.

Ответ на данный вопрос непосредственно связан с тем, что современная внешняя среда для ТЭК характеризуется высокой турбулентностью: колебания цен и спроса на энергоресурсы, ускорение технологических изменений, усиление требований к промышленной безопасности и киберустойчивости, рост санкционных и логистических ограничений, «энергетический переход» и давление ESG-повестки, а также изменение институциональных условий и механизмов регулирования (включая требования к инвестиционным программам, надежности и качеству услуг). Автором диссертации турбулентность трактуется как сочетание высокой скорости изменений, роста неопределенности и увеличения вариативности факторов, влияющих на результаты деятельности предприятия. С практической точки зрения это означает снижение прогностичности внешних параметров при одновременном росте требо-

ваний к устойчивости операционных режимов. Поэтому ключевым становится не адаптация компаний к этим условиям с использованием “разовых решений”, а воспроизводимая на протяжении длительного времени способность предприятия ТЭК перенастраивать управленческие контуры и ресурсные связки под новые ограничения и возможности без потери надежности и эффективности

В отечественной литературе ресурсная концепция выступает в качестве одного из ключевых направлений стратегического менеджмента, когда устойчивые преимущества объясняются свойствами ресурсной базы и ограниченной воспроизводимостью ее элементов¹¹¹. Дальнейшее развитие привело к методологически важному уточнению: конкурентный эффект определяется не столько «наличием» отдельного ресурса, сколько конфигурацией ресурсного портфеля и качеством связей между его компонентами. То есть в рамках принятого автором *ресурсно-комплементарного подхода*, который остается основным в разрабатываемой концепции формирования механизма управления.

С данным подходом солидаризируются многие ученые, подчеркивая необходимость типологизации ресурсов и учета их взаимозависимости и комплементарности как условия формирования требуемого результата¹¹². В ряде прикладных исследований предлагается инструментарий «перевода» комплементарности в управляемые параметры. Так, А.А. Алабугин и И.Б. Береговая¹¹³ предлагают метод оценки качества управления использованием диверсифицированных ресурсов, где акцент делается на том, что эффект проявляется при согласовании ресурсов в единой логике формирования и развития производственной системы; тем самым комплементарность выступает измеримым критерием результативности управленческих решений. В работах,

¹¹¹ Катякало В. С. Ресурсная концепция стратегического управления: генезис основных идей и понятий // *Вестник Санкт-Петербургского университета*. Сер. 8. Менеджмент. 2002. Вып. 4 (№ 32). С. 20–42.

¹¹² Орехова, С. В. Эволюция подходов к стратегическому управлению ресурсами предприятия // *Стратегическое и проектное управление: Сборник научных статей. Выпуск VIII*. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2016. – С. 182-190.

¹¹³ Алабугин, А. А. и др. Метод оценки качества управления использованием диверсифицированных ресурсов формирования и развития высокотехнологичного промышленного производства // *Лидерство и менеджмент*. – 2019. – Т. 6, № 3. – С. 189-200.

ориентированных на организационные и институциональные аспекты, комплементарность раскрывается через согласование ресурсов разных акторов и групп влияния: Е.А. Хорошун и Л.Е. Никифорова показывают, что устойчивые преимущества могут формироваться на основе комплементарности ресурсов стейкхолдеров и трансформации этой комплементарности в ключевые организационные компетенции¹¹⁴.

В работе Г. М. Лохоновой подчеркивается, что максимальное достижение экономического результата возможно при межорганизационном доступе к комплементарным ресурсам партнеров, который не может быть получен участниками по отдельности¹¹⁵. Следует подчеркнуть, что комплементарность ресурсов часто формируется «на стыке» взаимодействия ключевых компонентов цепи создания добавленной стоимости. И для максимизации комплементарности требуется строгая регламентация взаимодействия между составляющими.

Таким образом, обзор научных работ по тематике исследования позволяет определить *концептуальную позицию, существенную для данного исследования: ресурсно-комплементарный подход развивает классическую ресурсную логику, смещая внимание с отдельных ресурсов на управление их взаимосвязанными сочетаниями — активами, данными, компетенциями, а также на способность предприятия сохранять и обновлять эти связи в условиях турбулентной среды.*

Таким образом, ресурсно-комплементарный подход выступает инструментом диагностики так называемых «узлов комплементарности», и определяет методологические основы для оценки синергетичности различных конфигураций ресурсов в управленческих контурах компании.

¹¹⁴ Хорошун, Е. А. Стейкхолдер-менеджмент как фактор формирования ключевых организационных компетенций / Е. А. Хорошун, Л. Е. Никифорова // Вопросы инновационной экономики. – 2017. – Т. 7, № 4. – С. 457-470. – DOI 10.18334/vines.7.4.38692. – EDN YMJLSS.

¹¹⁵ Лохонова, Г. М. Роль ресурсного подхода к стратегическому управлению организацией в условиях межорганизационного взаимодействия / Г. М. Лохонова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. – 2024. – № 1. – С. 35-42. – DOI 10.24143/2073-5537-2024-1-35-42. – EDN EENGPR.

Это создает теоретическую основу для выявления типовых комплементарных конфигураций ресурсов предприятий и последующей разработки инструментария их диагностики и оценки эффекта.

С учетом сказанного, конкурентное преимущество предприятия ТЭК в турбулентной среде следует рассматривать как результат управляемой адаптации ресурсной конфигурации. В рамках исследования для предприятий ТЭК оно операционализируется через совокупность измеримых эффектов:

- снижение совокупной стоимости владения активами,
- рост показателей надежности/готовности и снижение аварийности,
- сокращение потерь и простоев,
- повышение устойчивости цепочек поставок и киберустойчивости,
- соблюдение регуляторных и ESG-требований без ухудшения экономической эффективности.

В таких условиях конкурентоспособность предприятий ТЭК все меньше определяется масштабом активов и доступом к сырью и все больше — способностью быстро перенастраивать *портфель ресурсов*, выстраивать их взаимное усиление и переводить это усиление в измеримый экономический эффект.

Турбулентность для предприятий ТЭК имеет «двойную» природу. С одной стороны, отрасль остается инфраструктурной и регулируемой, с высокой капиталоемкостью и длительными жизненными циклами активов; это требует стабильности, предсказуемости режимов и надежности. С другой стороны, возрастает скорость изменений: технологические решения (цифровые платформы управления, интеллектуальные системы мониторинга, предиктивная аналитика, цифровые двойники) и институциональные требования (в т.ч. экологические и стандартизационные) обновляются быстрее, чем традиционный инвестиционный цикл в ТЭК. Поэтому конкурентные преимущества смещаются от «преимущества владения» (активами) к «преимуществу

управления» (архитектурой ресурсов, знаний и способностей). Таким образом, объяснение конкурентных преимуществ проходит эволюцию от внешне-позиционных трактовок к ресурсной логике, где устойчивость результата обеспечивается внутренними основаниями фирмы — ресурсами и способностями, а не только отраслевой структурой и позиционированием. При этом *для турбулентной среды ключевым становится не «наличие» ресурса, а способность компании обновлять и пересобирать ресурсную базу, что отражено в концепции динамических способностей.*¹¹⁶

Для ТЭК это означает: конкурентное преимущество формируется как функция: надежности и управляемости технологического режима, эффективности жизненного цикла активов, гибкости цепочек поставок и проектно-ремонтных контуров, киберустойчивости и качества данных, способности соответствовать регуляторным и ESG-требованиям без потери экономической эффективности. Таким образом, развитие инфраструктуры для интеллектуальных энергетических систем выступает базовым условием повышения качества управленческих решений и согласования уровней управления.

В нефтегазовой сфере цифровая модернизация трактуется как фактор повышения результативности отрасли при усложнении внешних условий. В работах А.Н. Дмитриевского и др. цифровая модернизация нефтегазового комплекса рассматривается как ответ на усложнение внешних условий и как фактор повышения результативности за счет системного внедрения цифровых решений. И далее - как создание связанной системы технологий и управленческих контуров, обеспечивающей устойчивость и эффективность отраслевых процессов в условиях неопределенности¹¹⁷.

Для формализованного представления авторской концепции используются следующие обозначения: КРІ — ключевые показатели результативно-

¹¹⁶ Динамические способности промышленного предприятия как элемент институциональной среды: эмпирическая оценка / И. К. Шевченко, Ю. В. Развадовская, Е. В. Каплюк, В. В. Сериков // Terra Economicus. – 2024. – Т. 22, № 4. – С. 62-74. – DOI 10.18522/2073-6606-2024-22-4-62-74. – EDN EFOBSI.

¹¹⁷ Развитие цифровой газовой экосистемы на основе комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла / А. Н. Дмитриевский, и др. // Известия Тульского государственного университета. Научки о Земле. – 2023. – № 1-1. – С. 173-189. – DOI 10.46689/2218-5194-2023-1-1-173-189. – EDN ISXNOY.

сти, применяемые для верификации экономического эффекта; ESG — требования и практики устойчивого развития (экологические, социальные и управленческие аспекты), влияющие на доступ к рынкам и финансированию; VRIN — характеристики ресурсов (ценность, редкость, трудная имитация, незаменимость), позволяющие оценивать потенциал устойчивого конкурентного преимущества.

Представленная на рисунке 2.1 тепловая карта может быть использована как инструмент визуализации основных используемых терминов.

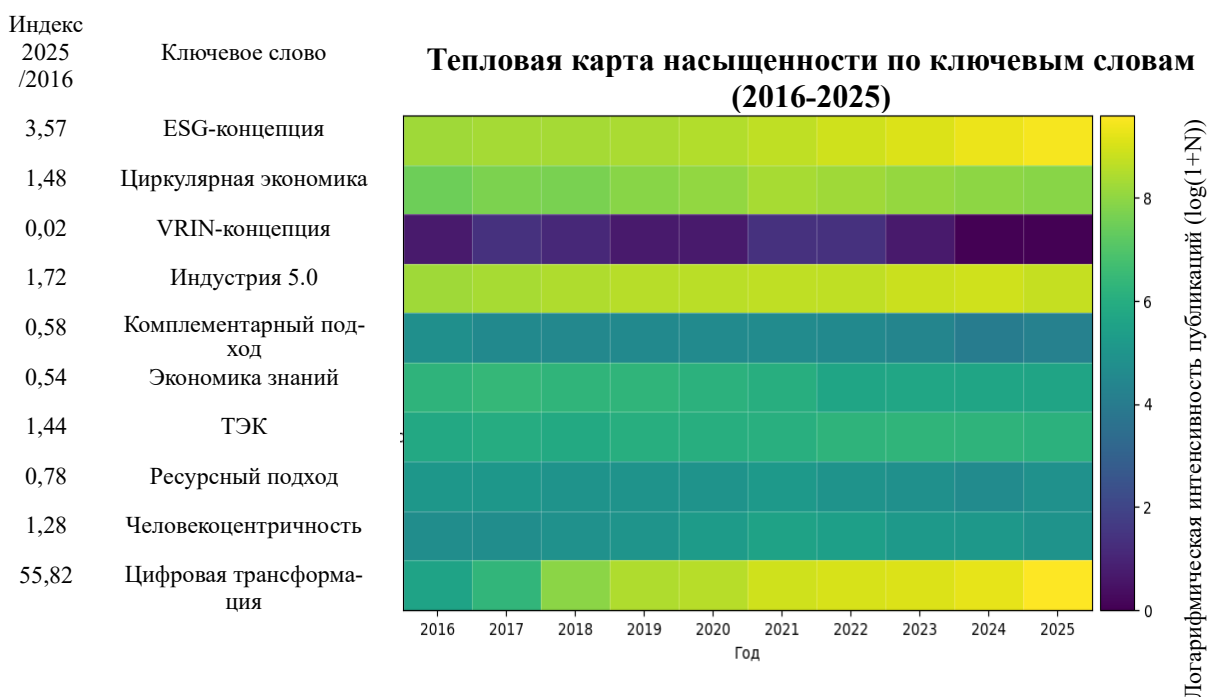


Рисунок 2.1. Тепловая карта ключевых терминов авторской концепции¹¹⁸

Визуализация решает сразу несколько методических задач:

1) демонстрирует *насыщенность исследовательского поля* по ключевым словам во временном разрезе 2016–2025 гг.: цветовая интенсивность отражает логарифмическую интенсивность публикаций ($\log(1+N)$), что позволяет сопоставлять темы разного масштаба без искажения из-за доминирования «массовых» направлений.

2) Индекс 2025/2016, с одной стороны, фиксирует текущий уровень интереса к теме исследования по ключевому слову, с другой - *темп роста* ин-

¹¹⁸ Составлена автором на основе проведенных исследований

тереса к данному термину в перспективе всего горизонта наблюдения. Таким образом, на основании тепловой карты (рис. 2.1) возможно диагностировать терминологию, которая вызывает наибольший интерес научной общественности, что, в свою очередь, формирует репрезентативный взгляд на выбор фокуса исследования.

Как отмечалось ранее, ресурсно-комплементарный подход, предполагает усиление управленческого эффекта от *взаимодополняемости различных ресурсов, используемых в операционной деятельности предприятия ТЭК, в том числе* технологических, организационных, кадровых, инфраструктурных и цифровых ресурсов. Данный факт также идентифицируется на основе тепловой карты (рис. 2.1), которая визуализирует развитие современной научной повестки в сторону *усиления межконтурных связей*. Таким образом, в едином контуре управления функционируют разнородные типы ресурсов: совместно с классическими типами ресурсов присутствуют направления, связанные с цифровыми изменениями, человекоцентричностью и устойчивым развитием. Таким образом, подтверждается логика, что система управления для предприятий ТЭК должна включать в себя *контуры согласования ресурсов и комплементарных эффектов*. Например, речь идет о таких взаимосвязанных сочетаниях, как цифровые инструменты, производственная инфраструктура и компетенции персонала, либо ESG-ограничения, технологическая модернизация и управление надежностью, а не о наборе отдельных, не связанных между собой мер.

Выводы по тепловой карте можно сформулировать следующим образом:

1) *Тематическое поле неоднородно*: часть ключевых слов демонстрирует устойчиво высокую насыщенность по всем годам, что свидетельствует о сформированном «ядре» исследований и наличии базы для построения механизма управления ТЭК на ресурсной основе.

2) Колонка индекса показывает, что для ряда направлений наблюдается *существенный рост* к 2025 г. относительно 2016 г., то есть научный интерес

смещается в сторону тем, способных дать новые управленческие решения; следовательно, при совершенствовании механизма управления цифровой трансформацией предприятий ТЭК целесообразно опираться не только на традиционные ресурсные оценки, но и включать в методику элементы, раскрывающие комплементарность ресурсов в современных условиях (цифровизация, устойчивость, человеческий капитал).

3) Наличие тем со снижением/умеренным ростом указывает на возможное *насыщение* отдельных направлений или смену терминологии; это важно для корректного формирования тезауруса и выбора поисковых дескрипторов в обзоре литературы.

4) В целом тепловая карта подтверждает необходимость *интегрированного механизма управления*, который одновременно учитывает ресурсную обеспеченность, конфигурацию комплементарных связей и внешние контуры требований (эффективность, надежность, устойчивость), что соответствует цели диссертации — предложить адаптивный и результативный механизм управления компаниями ТЭК на основе ресурсно-комплементарного подхода.

В рамках дальнейшей аналитической работы целесообразно провести детализацию выводов по ключевым словам:

ESG-концепция (индекс 3,57). Существенный рост публикационной активности по данному термину свидетельствует о приоритезации данного направления в управленческой деятельности предприятия. Таким образом, при оценке эффективности управления помимо финансовой результативности делается упор на экологические и социальные ограничения.

Циркулярная экономика (индекс 1,48). Можно сделать вывод об умеренном, но достаточно устойчивом возрастании интереса к технологиям ресурсосбережения, переработки и реверсивного использования ресурсов в промышленности. Тем самым подтверждается актуальность включения принципов циркулярности в структуру управления и стратегические программы модернизации на предприятиях ТЭК.

VRIN-концепция (индекс 0,02). Согласно информации, представленной на рис. 2.1., данный термин обладает относительно низкой динамикой популярности в научной литературе. VRIN-концепция в большинстве случаев носит характер фундаментальной теоретической основы в ресурсной теории, и достаточно редко принимает обособленное значение. Тем не менее, этот термин и формирует фундаментальную основу при разработке методологии оценки стратегической ценности ресурсов предприятия.

Индустрия 5.0 (индекс 1,72). Рост публикационной активности символизирует активное движение научной и управленческой повестки от чисто технологической автоматизации (Индустрия 4.0) к созданию человекоцентричных производственных систем. В том числе, устойчивое продвижение предприятий ТЭК, в большей степени, определяется эффективностью взаимодействия человека и технологий.

Комплементарный подход (индекс 0,58). Умеренная публикационная насыщенность данного термина подтверждает концептуальную значимость данного научного термина. Незначительная разработанность в практике управления формирует научную область исследования для разработки ресурсно-комплементарного подхода в системе управления предприятиями ТЭК.

Экономика знаний (индекс 0,54). Данный термин стабильно используется в научных исследованиях, что актуализирует нарастающую значимость интеллектуальной составляющей производственной системы, заключенной как в трудовых ресурсах, так и искусственном интеллекте производственной системы. В условиях становления Индустрии 5.0 значение знаний как интеграционного ресурса возрастает.

Топливо-энергетический комплекс (индекс 1,44). По данному научному термину наблюдается рост публикационной активности, который подтверждает стабильность интереса исследователей к предприятиям ТЭК.

Ресурсный подход (индекс 0,78). Данный научный термин достаточно стабильно присутствует в научных публикациях за последние десять лет, что

свидетельствует о зрелости концепции и ее фундаментальном закреплении как базовой методологической платформы стратегического управления. Ресурсный подход является перспективным плацдармом, на методологической основе которого могут развиваться более сложные модели, включая ресурсно-комплементарные.

Человекоцентричность (индекс 1,28). Усиление роли человеческого капитала в условиях становления Индустрии 5.0 увеличивает интерес к человеко-центричности, компетенциям и корпоративной культуре как основных факторов для развития устойчивости и адаптивности предприятий в условиях турбулентных изменений.

Цифровая трансформация (индекс 55,82). Чрезвычайно высокий интерес к данному термину обусловлен доминацией цифровой повестки в современном сообществе. Всеобщая цифровизация выступает ключевым драйвером повышения эффективности производственных систем, в том числе и предприятий ТЭК, но ее эффективность проявляется только при внутренней согласованности данных и комплементарными связями внутри предприятия.

На основании результатов анализа публикационной активности в части терминологии исследования возможно сделать вывод, что *исследовательское поле формируется на пересечении нескольких взаимодополняющих направлений — теории ресурсов, цифровой трансформации, человеко-центризма и ESG- концепции, отраслевых исследований предприятий ТЭК.* Стоит отметить повышенный интерес к направлениям, связанным с комплементарностью ресурсов при управлении предприятием. Тем самым, целесообразным направлением настоящего исследования является переход от анализа разрозненных факторов эффективности управления к моделям, включающим комплексный анализ ресурсов, технологий и организационных возможностей предприятия.

Таким образом, для повышения эффективности системы управления предприятиями ТЭК актуальным направлением является разработка интегрированного механизма, позволяющего учитывать не только уровень обес-

печения необходимыми ресурсами, но и конфигурацию взаимодействия данных ресурсов, обеспечивающую различный экономический эффект при одинаковом наборе ресурсов в производственной среде в условиях цифровой трансформации и становления концепции Индустрии 5.0.

Рассмотрим пузырьковую диаграмму публикационной активности (рис. 2.2), которая будет использована как инструмент обоснования актуальности и постановки исследовательской рамки в части проработки вопросов управления предприятиями ТЭК на основе ресурсно-комплементарного подхода.

На диаграмме (рис. 2.2) выполнена визуализация абсолютного числа публикаций, динамика по годам и структура тематики.

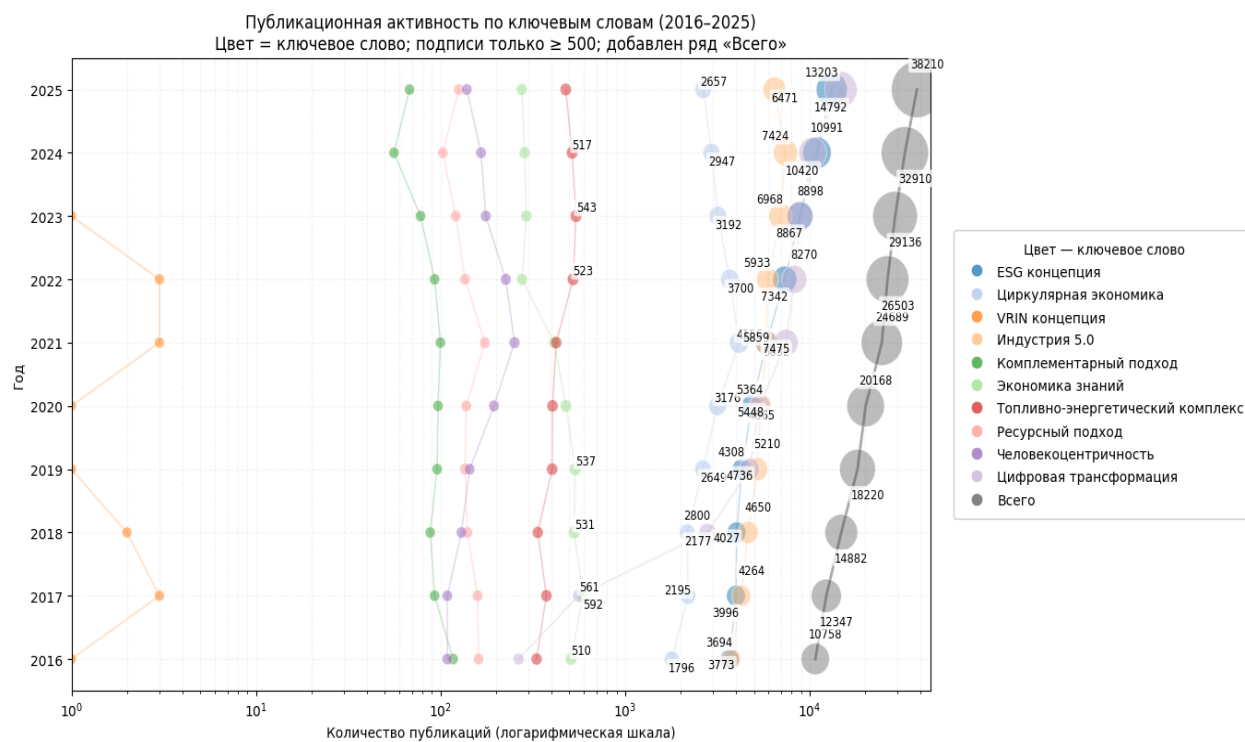


Рисунок 2.2. Пузырьковая диаграмма публикационной активности (лог-ось X, цвет = ключевое слово, ряд «Всего»)¹¹⁹

Применение логарифмической шкалы по оси X методически важно: оно позволяет корректно сравнивать темы разного масштаба — от узких концептуальных терминов (например, VRIN) до массовых направлений (цифровая трансформация, индустриальные концепции). Иными словами, изучаемая

¹¹⁹ Сформирована автором по результатам исследования

проблематика находится на пересечении нескольких быстро развивающихся научных повесток (ресурсный подход, комплементарность, цифровизация, ESG-контур).

Практическая ценность рисунка 2.2 для исследования заключается в том, что он помогает *выделить «ядро» и «периферию» терминологического поля*. Для построения механизма управления предприятиями ТЭК на ресурсно-комплементарной основе важно опираться не только на устойчивые направления, но и на те области, где наблюдается рост интереса и накопление новых управленческих практик (цифровая трансформация, человекоцентричность, ESG). Ряд «Всего» позволяет оценить общий тренд: увеличение совокупной публикационной активности по выбранным ключевым словам к концу периода интерпретируется как расширение исследовательского поля и повышение значимости рассматриваемых управленческих задач. Для ТЭК это принципиально, поскольку отрасль переживает технологические и институциональные изменения: энергопереход, усиление требований к устойчивости, цифровизацию контуров управления, рост значимости эффективности использования ресурсов.

Обобщая изложенное, формулируем выводы по рисунку 2.2:

- тематическое поле неоднородно по масштабу, что подтверждает необходимость *методологической интеграции* подходов (ресурсный, комплементарный, цифровой и ESG) внутри единого механизма управления ТЭК;
- наличие “высокочастотных” тем показывает, какие направления формируют внешний контекст и требования к управлению (цифровая трансформация, индустриальные концепции);
- динамика “среднего сегмента” (ресурсный и комплементарный подходы) служит аргументом в пользу разработки *концептуально ясного механизма*, который объясняет, как именно ресурсы предприятия ТЭК становятся взаимодополняющими и дают управленческий эффект (устойчивость, надежность, эффективность, адаптивность). Тем самым рисунок 2.2 поддерживает следующую логику: механизм управления цифровой трансформацией

на предприятиях ТЭК должен строиться как система согласования ресурсных возможностей и комплементарных связей между ними в условиях меняющейся технологической повестки.

Рассмотрим типологию ресурсов предприятий ТЭК и зоны комплементарности. Для структурирования ресурсной базы предприятия ТЭК и выделения зон комплементарности в таблице 2.1 представлена типология ресурсов. Как видно из таблицы 2.1, предметом управленческого воздействия выступает не наличие ресурса как такового, а *комплементарность ресурсного портфеля* и способность предприятия поддерживать ее в условиях турбулентности.

Таблица 2.1. Группы ресурсов предприятий ТЭК и типовые зоны комплементарности¹²⁰

Группа ресурсов	Содержание (примеры)	Где проявляется комплементарность (с чем интегрируется)
Материально-технические ресурсы (активы)	генерирующее оборудование, сети, добычные /перерабатывающие мощности, транспортная инфраструктура, ремонтная база, ЗИП	с данными /диагностикой, управлением активами (ЕАМ/ТОиР), компетенциями эксплуатации и ремонта
Человеческий капитал и компетенции	инженерные, диспетчерские, проектные, ИТ-компетенции, компетенции по промышленной безопасности и надежности	с регламентами и рутинными, цифровыми инструментами, базами знаний и стандартами работ
Организационные способности	управление активами, ремонтная и инвестиционная программы, проектное управление, риск-менеджмент, культура безопасности, управление изменениями	с КРІ эффекта, процессной координацией, платформенными контурами, ответственностью за данные
Цифровые ресурсы и данные	качество первичных данных, мастер-данные /справочники, модели /алгоритмы, платформы интеграции, цифровые двойники, киберустойчивость	с процессами принятия решений, стандартами качества данных, компетенциями аналитики и ИБ, управлением активами
Реляционные ресурсы и партнерства	поставщики оборудования /сервиса, научные центры, ИТ-партнеры, кооперация в цепочках ценности	со стандартизацией интерфейсов /данных, контрактами сервиса, совместным планированием поставок и ремонтов
Институциональные ресурсы	регуляторные режимы, участие в программах развития, стандартизация, соответствие отраслевым регламентам	с инвестиционным и ремонтным контуром, управлением рисками, технологическим суверенитетом и надежностью

¹²⁰ Составлено автором на основании обобщения подходов ресурсной теории стратегического управления

Таблица 2.1 фиксирует *состав ресурсного портфеля* и зоны потенциального взаимного усиления. Следующий шаг — показать типовые комплементарные связки, которые дают конкретный управленческий результат и формируют конкурентные эффекты. Комплементарность возникает в «узлах» пересечения этих групп. Например, цифровизация распределительных сетей дает эффект не сама по себе, а когда интегрирована с процессами управления надежностью, ремонтом и качеством обслуживания¹²¹. Аналогично цифровая модернизация нефтегазового комплекса трактуется как развитие экосистемы «технологические объекты — цифровые системы управления — сервисы», то есть как построение связанной ресурсной архитектуры.

Для перехода от общей типологии ресурсов (табл. 2.1) к практической интерпретации ресурсно-комплементарного подхода целесообразно показать, какие именно сочетания ресурсов формируют управленческий результат. В условиях турбулентности решающим становится не наличие отдельных активов, компетенций или цифровых решений, а их *интеграция в устойчивые связки, создающие синергетический эффект*. В этой логике ниже представлено обобщение типовых комплементарных конфигураций ресурсов предприятий ТЭК и соответствующих конкурентных эффектов (табл. 2.2).

Как видно из таблицы 2.2, конкурентные преимущества предприятий ТЭК в турбулентной среде формируются через *комплементарность ресурсного портфеля*: эффект возникает на стыке активов, данных, компетенций, стандартов, партнерств и институциональных механизмов.

Следовательно, *объектом управления выступает не отдельный ресурс или технология, а целостная конфигурация ресурсов и качество их взаимного усиления в ключевых управленческих контурах*. Это создает основу для механизма «оркестрации» ресурсов и инструментов оценки результатов комплементарности в управлении предприятием ТЭК

¹²¹ Управление цифровизованной распределительной электрической сетью по критерию минимума потерь передачи электроэнергии / В. К. Хлебников, Н. И. Цыгулев, К. А. Смагин [и др.] // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2021. – Т. 64, № 2. – С. 71-77. – DOI 10.17213/0136-3360-2021-2-71-77. – EDN UUQING.

Для концептуализации логики формирования конкурентных преимуществ компании в турбулентной среде представим концептуальное видение разработки механизма управления комплементарностью как последовательность взаимосвязанных шагов.

Таблица 2.2. Комплементарные «связки» ресурсов предприятий ТЭК и результирующие конкурентные эффекты¹²²

Комплементарная связка ресурсов	Что именно интегрируется	Типовой управленческий результат	Конкурентный эффект в турбулентной среде
Активы + данные + управление активами	Телеметрия /диагностика + единые справочники + регламент качества данных + ЕАМ /ТОиР-контур	предиктивность ремонтов, снижение аварийности, рост КИУМ /готовности	надежность и снижение совокупной стоимости владения
Компетенции + стандарты + знания	обучение/передача опыта + базы знаний + стандарты работ + культура безопасности	сокращение ошибок, рост производственной дисциплины и безопасности	устойчивость показателей качества и управляемость рисков
Цифровая платформа + процессная координация	интеграция производственных /ремонтных /снабженческих контуров + КРІ эффекта	уменьшение потерь, сокращение простоев и запасов	скорость реакции и управляемость затрат
Партнерства + стандартизация	единые стандарты данных/интерфейсов + сервисные контракты + контроль качества	снижение транзакционных потерь, повышение надежности поставок	устойчивость цепочек поставок и импортонезависимость
ESG-контур + технологии учета и мониторинга	мониторинг выбросов /энергоэффективности + отчетность + управленческие решения	снижение экологических рисков без потери эффективности	доступ к рынкам/финансированию, имидж компании

На рисунке 2.3 показано, как согласование ресурсного портфеля и развитие динамических способностей переводятся в измеримый экономический эффект и показатели требуемой надежности компании.

Для предприятий ТЭК эта схема означает переход от оценки отдельных технологических внедрений к управлению конфигурацией ресурсов и последующей проверке эффекта через показатели надежности и затрат жизненного цикла. Эта концептуальная схема имеет принципиальное, действительно концептуальное, значение для планируемого к разработке организационно-

¹²² Составлено автором на основе обобщения подходов ресурсной теории стратегического управления

управленческого механизма, выполняющего регуляторные функции в процессе цифровой трансформации предприятия ТЭК. Это объясняется ее способностью аккумулировать все этапы перевода турбулентных факторов (на «входе») в измеримый эффект (на «выходе») с использованием потенциала всех сопряженных функций и процессов, которые объединяет и синхронизирует ключевой элемент данной системы - «ядро» - комплементарная конфигурация ресурсов.



Рисунок 2.3 Концептуальная схема формирования конкурентных преимуществ предприятий ТЭК в турбулентной среде на основе ресурсной комплементарности¹²³

Разрабатываемый в дальнейшем согласно данной концептуальной схеме механизм раскрывается как последовательность управленческих шагов, что делает его более практико-ориентированным. При этом в число реализующего его инструментария, помимо данной концептуальной схемы будет включаться разрабатываемая в разделе 2.2 модель управления цифровой трансформацией.

¹²³ Разработано на основе обобщения результатов собственных исследований автора

2.2. Модель управления цифровой трансформацией на предприятиях ТЭК на основе ресурсно-комплементарного подхода

В современной добывающей промышленности формирование устойчивых конкурентных преимуществ все реже основывается исключительно на обладании богатыми запасами полезных ископаемых. Как показывает практика ведущих отраслевых компаний, ключевое значение приобретает *синергия* между материальными ресурсами и комплементарными (дополняющими) активами, к числу которых относятся технологии, уникальные компетенции, организационные процессы, репутация и стратегические партнерства.

Такой подход, представленный автором как *ресурсно-комплементарный*, позволяет трансформировать природные ресурсы в долгосрочное рыночное преимущество через повышение эффективности их преобразования в денежный поток.

Одним из наиболее показательных примеров реализации данного подхода является опыт компаний ВНР и Rio Tinto по внедрению концепции «интеллектуального карьера» (Intelligent Mine)¹²⁴. Обладая высококачественными месторождениями железной руды, меди и угля с благоприятными геологическими характеристиками, данные компании осуществили масштабную цифровую трансформацию своих активов. Внедрение автономных самосвалов и буровых установок, оснащение оборудования IoT-датчиками, создание цифровых двойников карьеров в сочетании с применением прогнозной аналитики и искусственного интеллекта для оптимизации маршрутов транспортировки и планирования добычи позволили превратить традиционные карьеры в высокоэффективные, безопасные и предсказуемые «фабрики»¹²⁵. Цифровые активы выступили здесь в роли комплементарного дополнения к физическим, что

¹²⁴ Шахта будущего» подразумевает технологию по добыче угля без присутствия людей в опасной зоне//Уголь Кузбасса. 2018 №2. <https://uk42.ru/index.php?id=7368>.

¹²⁵ Simola, Heli., Solanko, Laura Russia's oil & gas sector in global energy transition // BOFIT Policy Brief No. 7/2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://publications.bof.fi/bitstream/handle/10024/44895/bpb0721.pdf?sequence=1>.

обеспечило резкое снижение операционных затрат и увеличение срока экономически эффективной эксплуатации месторождений. Конкурентное преимущество в данном случае создается не столько за счет объема запасов, сколько за счет минимальной себестоимости добычи, достигнутой через уникальный набор технологических компетенций.

Схожие принципы легли в основу стратегии компании «Норникель»¹²⁶ при освоении уникальных полиметаллических месторождений Норильского района. Высокое содержание никеля, меди, платиноидов и других ценных компонентов в руде само по себе представляет значительную ценность, однако полная реализация этого потенциала стала возможной благодаря наличию комплементарных активов. Передовые металлургические технологии, позволяющие эффективно извлекать и разделять комплексные руды с многочисленными попутными элементами, представляют собой уникальную химико-металлургическую экспертизу, накопленную компанией. Дополнительным комплементарным активом выступает развитая логистическая инфраструктура в Арктике, включающая собственный флот и порты, а также компетенции по обеспечению жизнедеятельности в экстремальных условиях, которые практически невозможно скопировать. Крупные инвестиции в экологическую модернизацию, такие как «Серный проект», становятся комплементарным активом, снижающим репутационные и регуляторные риски и обеспечивающим так называемую «социальную лицензию» на ведение деятельности. Именно уникальное сочетание природного ресурса, технологий его глубокой переработки и арктической логистики создает высокий барьер для входа конкурентов и позволяет извлекать максимальную ценность из каждой тонны руды.

В нефтегазовом секторе яркой иллюстрацией синергии ресурсного и комплементарного подходов служит деятельность Exxon Mobil¹²⁷ по разра-

¹²⁶ Стратегия устойчивого роста.2024..<https://sr2024.nornickel.ru/ru/sustainable-development/strategy.html>

¹²⁷ Exxon Mobil . Отчет по устойчивому развитию. Основные положения <https://rspp.ru/upload/uf/e3f/00nxgymg8i37aa7ae7nhitcx7fok65fj/Корпорация%20«ЭксонМобил»%20ОУР%202019.pdf>

ботке сложных шельфовых месторождений в Мексиканском заливе и у берегов Гайаны. Права на добычу на этих участках являются ценным ресурсом, однако их эффективное и безопасное освоение требует уникальных глубоководных инженерных компетенций. Глобальный характер операций позволяет компании тиражировать лучшие практики, отработанные в одном регионе, на новые проекты, создавая сетевой эффект. В результате конкурентное преимущество ExxonMobil заключается не просто в наличии лицензий на шельфовые блоки, а в способности реализовывать проекты, которые для других компаний остаются экономически недоступными или технически невыполнимыми.

Принципиально иную модель интеграции демонстрирует саудовская компания Saudi Aramco¹²⁸, которая трансформировала преимущество в обладании крупнейшими в мире запасами нефти с крайне низкой себестоимостью добычи в преимущество во всей цепочке создания стоимости. Стратегическим комплементарным активом здесь выступает крупнейшая в мире интегрированная сеть нефтеперерабатывающих заводов и нефтехимических производств, созданная в том числе через совместные предприятия с Sinopec и Motiva в США¹²⁹. Собственный флот танкеров, развитая система логистики, долгосрочные отношения с покупателями и статус «поставщика последней инстанции» на мировом рынке закрепляют рыночные позиции. Такая вертикальная интеграция обеспечивает гарантированное направление добытой нефти в собственные каналы сбыта с добавленной стоимостью, что стабилизирует доходы и снижает зависимость от волатильности цен на сырую нефть.

Особого внимания заслуживает вопрос о том, как описанные принципы синергии реализуются в сфере цифровизации, которая сама по себе является идеальной средой для создания комплементарностей. В добывающих

¹²⁸ Медленное «озеленение»: как нефтяной гигант делает свой бизнес безопасным для климата. <https://www.forbes.ru/sustainability/516920-medlennoe-ozelenenie-kak-neftanoj-gigant-delaet-svoj-biznes-bezopasnym-dla-klimata>

¹²⁹ Molnar G. Economics of Gas Transportation by Pipeline and LNG. In: Hafner, M., Luciani, G. (eds) // The Palgrave Handbook of International Energy Economics. Palgrave Macmillan, Cham. 2022. Pp. 23–57. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-86884-0_2.

отраслях цифровые технологии раскрывают свою ценность именно во взаимодействии с физическими активами, процессами и человеческим капиталом. Наиболее наглядно это проявляется в концепции цифровых двойников месторождений, где ключевым ресурсом выступают данные геологоразведки, телеметрии и исторических наблюдений. Сами по себе эти данные имеют ограниченную ценность, однако в сочетании с платформами для их интеграции, физическими и статистическими моделями, алгоритмами искусственного интеллекта и компетенциями специалистов нового типа они превращаются в уникальный актив. Цифровой двойник позволяет оптимизировать добычу в реальном времени, проводить безрисковые эксперименты и увеличивать коэффициент извлечения полезного ископаемого. Это приводит к результатам, демонстрирующим, что компании с примерно сопоставимыми запасами ресурсов, но разным уровнем зрелости цифровых двойников могут показывать сильно отличающиеся индексы ценности активов и операционной эффективности. Без учета этого объективного факта анализ цифровой трансформации предприятия ТЭК будет упускать реально существующую многослойность современного промышленного производства, его принципиальную взаимосвязанность¹³⁰.

Подобным образом парк дорогостоящей техники под воздействием внедрения автономного и роботизированного оборудования превращается из обычного ресурса в части новой операционной модели. Так комплементарными активами становятся: Системы автономного управления, центры удаленного контроля и аналитики, сети связи с низкой задержкой, а также, трансформированные под воздействием цифровизации, бизнес-процессы и компетенции персонала. Именно эти активы в сочетании с использованием физической техники становятся основой обеспечения непрерывной круглосуточной работы оборудования, снижения затрат на его амортизацию и топли-

¹³⁰Lazzarini S. G., Chaddad F. R., Cook M. L. Integrating supply chain and network analyses: The study of netchains // Journal on Chain and Network Science. 2001. Vol. 1(1). Pp.7–22

во, повышения безопасности вследствие минимизации человеческого присутствия в опасных зонах¹³¹.

Основанная на машинном обучении, предиктивная аналитика, используя потоки данных от тысяч датчиков вибрации, температуры и давления становится инструментом прогнозирования отказов оборудования за недели до их наступления¹³². Однако ценность этого инструмента раскрывается только при наличии комплементарных организационных изменений: перестройки процессов с реактивного на предиктивный подход и интеграции систем, обеспечивающей автоматический заказ запчастей через ERP-систему при получении сигнала от датчика. Это важно поскольку неопределенность в сегодняшней мировой экономике, достигшая очень высоких уровней, оказывает пагубное влияние и на промышленность российских регионов¹³³. В данном контексте все более очевидно, что именно цифровые технологии меняют возможности коллективного действия, политической коммуникации, социального активизма¹³⁴.

Результатом их применения в компаниях ТЭК становится резкое снижение незапланированных простоев и переход к точно-в-срок поставке комплектующих, что формирует конкурентное преимущество через более высокий коэффициент использования оборудования и снижение капитальных затрат на ремонтный фонд.

Системы интеллектуального управления энергопотреблением демонстрируют, как себестоимость электроэнергии может стать источником преимущества. Энергоемкие активы, такие как обогатительные фабрики и насосные станции, в сочетании с программными комплексами для оптимизации энергосистем, возможностью участия в рынке гибкости энергопотребле-

¹³¹ Особенности рынка буровых услуг России. Нефтегазовая вертикаль, Март 2025 (Выпуск №3)

¹³² Гриднев, Д. С. Использование методов машинного обучения для выявления факторов рецессии африканских экономик / Д. С. Гриднев // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. – 2023. – Т. 16, № 5. – С. 126-136. – DOI 10.17213/2075-2067-2023-5-126-136. K2.

¹³³ Макареня Т.А. др. Устойчивое развитие промышленности в условиях цифровой трансформации. Севастополь, 2022. 242 с.

¹³⁴ Koc-Michalska K., Lilleker D. Digital Politics: Mobilization, Engagement, and Participation // Political Communication. 2016. Vol. 34. Pp. 1-5

ния и другие позволяют автоматически переключать нагрузки на часы с минимальными тарифами и снижать пиковое потребление. В условиях высоких цен на энергию эта комплементарность напрямую влияет на операционные расходы.

Обобщая рассмотренные примеры, можно сделать вывод, что в современной добывающей промышленности *конкуренция смещается с обладания запасами на эффективность их преобразования в денежный поток. Устойчивое конкурентное преимущество создается не отдельными ресурсами, а их уникальными, трудно копируемыми комбинациями.*

К числу ключевых комплементарных активов, определяющих успех в отрасли, относятся цифровизация и анализ данных, экологические технологии и ESG-репутация, глубокие передельные и инжиниринговые компетенции, способность управлять сложными проектами и инфраструктурой, а также интеграция вниз по цепочке создания стоимости в переработку и логистику. В цифровую эпоху материальные и цифровые активы становятся неразрывно связанными: цифровые технологии увеличивают отдачу от физических активов, а физические активы предоставляют контекст и ценность цифровым данным, формируя барьер для конкурентов.

Нефтегазовые компании давно используют цифровые технологии для моделирования объектов разведки и добычи, включая резервуары и трубопроводы. Интеллектуальные транспортные системы используют цифровые технологии на всех видах транспорта для повышения эффективности.

Объем нефтегазовых ресурсов, которые могут быть добыты, является критическим фактором для понимания будущей траектории цен на нефть и газ. Остающиеся технически извлекаемые ресурсы нефти и газа во всем мире в настоящее время оцениваются примерно в 1,4 триллиона тонн нефтяного эквивалента (тнэ)¹³⁵. По оценкам МЭА, благодаря широкому использованию существующих и новых цифровых технологий в глобальной ресурсной базе

¹³⁵ Азиева, Р. Х. Экономические исследования и анализ развития нефтегазового комплекса / Р. Х. Азиева, З. Х. Таймасханов, К. В. Хлебников // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 1. — URL: <https://esj.today/PDF/66ECVN123.pdf>

она может быть увеличена до 75 миллиардов тнэ, или примерно на 5%, что соответствует более чем 10-летнему текущему мировому потреблению нефти и газа (рис.2.4).



Рисунок 2.4. Динамика добычи газа и нефти в Российской Федерации в период 1991-2024 гг.¹³⁶

Влияние цифровизации на объемы нефти и газа, которые могут быть извлечены, варьируется в зависимости от рассматриваемого ресурса, и его потенциал увеличения извлекаемых ресурсов, вероятно, будет самым большим для трудноизвлекаемых запасов нефти и сланцевого газа. Для них обоим широкое использование цифровых технологий может увеличить извлечение примерно на 15%¹³⁷. Это связано с тем, что текущие коэффициенты извлечения для нетрадиционных коллекторов намного ниже, чем для традиционных коллекторов. Например, в то время как до 90% газа, захваченного в обычном резервуаре, обычно может быть извлечено с помощью существующих технологий, коэффициент извлечения для нетрадиционного резервуара сланцевого газа часто составляет всего от 15% до 35%¹³⁸.

¹³⁶ Составлено автором по данным из официальных источников.

¹³⁷ Стратегия энергетического развития лр 2035 года. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru> (дата обращения: 02.09.2024 г.)

¹³⁸ Сопилко Н.Ю., Шамсутдинова М.Р. Современные проблемы развития нефтегазового комплекса России // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. – 2023. – Т. 3. – № 4. – С. 440-448.

Существуют разнообразные цифровые технологии, повышающие коэффициент извлечения, в том числе те, что способны производить расширенную обработку сейсмических данных для получения значительно более надежных цифровых изображений пласта с высоким разрешением, осуществлять улучшенное моделирование с отслеживанием флюидов в пласте, а также обеспечивать автоматизированную добычу и лучший контроль скважин. Используя цифровые технологии, позволяющие улучшить моделирование коллектора, операторы могут добиться оптимизации расчёта расстояний между скважинами, боковой длины их горизонтальной поверхности и т.д. Все эти усилия направлены на поддержание максимальной производительности при наименьших капитальных вложениях в работу скважин и технические сооружения.

Помимо расширения извлекаемой ресурсной базы, оптимизация производственных процессов может осуществляться за счёт улучшения возможностей подключения и мониторинга, что приводит к снижению как капитальных, так и эксплуатационных расходов¹³⁹. Однако на данный момент существует недостаточно подробных оценок потенциальной объёма уменьшения затрат, поскольку широкий спектр новых цифровых технологий адаптирован лишь к конкретным и узкопрофильным приложениям либо всё ещё находится на ранних стадиях разработки, тогда как их широкое использование может способствовать снижению необходимых капитальных вложений примерно на 10-20%. Возможно даже большее сокращение затрат, если новые технологии окажутся успешными и получат широкое распространение, что имеет особое значение в аспекте высокого износа основных фондов в анализируемой сфере (табл. 2.3).

Еще одна важная область, в которой цифровизация может улучшить нефтегазовые операции, - это обнаружение, измерение и предотвращение выбросов метана. Нефтегазовый сектор является основным источником ан-

¹³⁹ Клементьева Ю. О. Анализ влияния санкций на инвестиционную деятельность нефтегазовых предприятий. – 2024.

тропогенных выбросов метана с непрерывными или спорадическими выбросы, потенциально возникающие на любом этапе добычи, переработки и транспортировки нефти и газа¹⁴⁰.

Таблица 2.3– Степень износа основных фондов по видам экономической деятельности, %¹⁴¹

№ п/п	Вид деятельности	2019 год	2020 год	2021 год
1.	Добыча полезных ископаемых	55,9	58,4	60,9
2.	Обрабатывающие производства	51,5	51,8	52,2
3.	Обеспечение электрической энергией, газом и паром	45,7	47,6	48,4

Срочно необходимы системы, которые могут обеспечить эффективный мониторинг и количественную оценку уровней выбросов при низких затратах. Цифровизация может помочь либо за счет снижения прямых затрат на обнаружение (использование дронов на локализованных объектах), либо за счет лучшего понимания данных, которые собираются для разработки систем параметрического и прогнозного мониторинга. Как только источник выбросов определен, их относительно просто остановить или сократить.

Операции по переработке нефти и газа также могут повысить эффективность работы от более широкого использования цифровых технологий.

Одним из примеров сервитизации в ТЭК является заправка автомобилей дома или на работе благодаря автоматической передаче данных о количестве топлива в баке транспортного средства, на местную заправочную станцию¹⁴². Другой пример - использование интеллектуальных счетчиков газа, которые могут помочь согласовать спрос и предложение на газ¹⁴³.

¹⁴⁰ Клименко А. В. Анализ и исследование современного состояния ТЭК в РФ //Вестник науки. – 2024. – Т. 3. – №. 3 (72). – С. 76-82.

¹⁴¹ Составлено автором по данным Росстата.

¹⁴² Кобозева Е.М., Сидоров Р.В. К вопросу о повышении эффективности деятельности нефтесервисных компаний // Наука и современное общество: актуальные вопросы, достижения и инновации. Материалы Международной студенческой научно-практической конференции в рамках Дней студенческой науки ФГБОУ ВО КубГТУ. Краснодар, 2022. С. 264-268.

¹⁴³ Назарова Ю.А., Лышко А.А., Горюнов И.О. Современное состояние и перспективы развития нефтегазовой отрасли в контексте обеспечения экономической безопасности // Вестник РГГУ. Серия «Экономика. Управление. Право». 2022. № 3. С. 75–87.

В отношении нефтегазового сектора следует отметить, то до настоящего времени внедрение цифровых технологий здесь было неравномерным. Это объясняется несколькими факторами:

- Сроки: нефтегазовая отрасль очень капиталоемкая, на разработку крупных проектов обычно уходит много лет, что вызывает ее отставание от динамики развития высокоскоростных цифровых технологий.

- Возраст инфраструктуры: многие нефтегазовые объекты по всему миру были установлены определенное время назад и не обязательно имеют соответствующую инфраструктуру для размещения новых цифровых технологий. Модернизация этих объектов повлечет за собой дополнительные расходы, что делает применение цифровых технологий менее привлекательным.

- Внутренняя направленность: поскольку нефть и газ являются товарами, компаниям трудно различать продукты и услуги для потребителей. В результате цифровые технологии все чаще используются для повышения безопасности, эксплуатационной надежности и снижения затрат.

- Небольшие ошибки имеют большие последствия: нефтегазовая отрасль разработала подход к управлению, который относительно избегает рисков, что может замедлить темпы внедрения новых технологий, независимо от их потенциала. Развертывание нового оборудования, в том числе новых цифровых опций, часто требует одобрения руководства высокого уровня, что может привести к задержкам и увеличению затрат.

- Фрагментация: нефтегазовая промышленность сильно фрагментирована по всей цепочке поставок. Кроме международных нефтяных компаний, немногие компании вертикально интегрированы с долей участия в добыче, переработке, транспортировке и розничной торговле.

Цифровизация в значительной степени приспособлена к потребностям отдельных подсекторов, поэтому компании, возможно, не смогут в полной мере воспользоваться потенциальными сквозными преимуществами. Но крупные поставщики нефтесервисных услуг, являющиеся ключевым источ-

ником технологических инновации, продолжают расширять свои цифровые услуги.

- Долгосрочные тенденции спроса: ресурсы нефти и газа могут превышать общий объем, который будет потреблен с учетом текущих тенденций в развертывании низкоуглеродных технологий и энергоэффективности..

- Инфраструктура поддержки информационных технологий (ИТ). Хотя определенные цифровые технологии уже доступны, многие операторы не имеют возможности использовать их, поскольку для этого требуется хорошо развитая ИТ-инфраструктура, а также высококвалифицированные работники.

- Консервативная культура управления: капиталоемкость нефтегазовой отрасли и операционные риски исторически сформировали относительно консервативную культуру управления. Нефтегазовые компании могут рассчитывать на сервисные компании и сторонних поставщиков для разработки цифровых технологий, вместо того, чтобы нести риски и расходы, связанные с крупномасштабными внутренними программами исследований и разработок.

Оценка потенциальных возможностей предприятий ТЭК в реализации цифровых технологий, а также их восприимчивость к нововведениям, являются объектом внимания многих ученых, специалистов и практиков. Прогноз технологического развития нефтегазовых компаний подтверждает наличие инновационных приоритетов внедрения цифровых решений на всех уровнях¹⁴⁴.

На основе обобщения всего изложенного, в данном исследовании разработана модель управления цифровой трансформацией на предприятиях ТЭК с позиций ресурсно-комплементарного подхода, которая позиционируется вторым в качестве важного инструментального блока в организационно-управленческом механизме. Концептуальное представление и структурное наполнение данной модели приведено на рисунке 2.5.

¹⁴⁴ Афанасьев М.М. Формирование модели управления стратегическим развитием предприятиями Ростовской области и использованием форсайта. / Афанасьев М.М.// Гуманитарий юга России. Том 6. № 6. 2017 г.

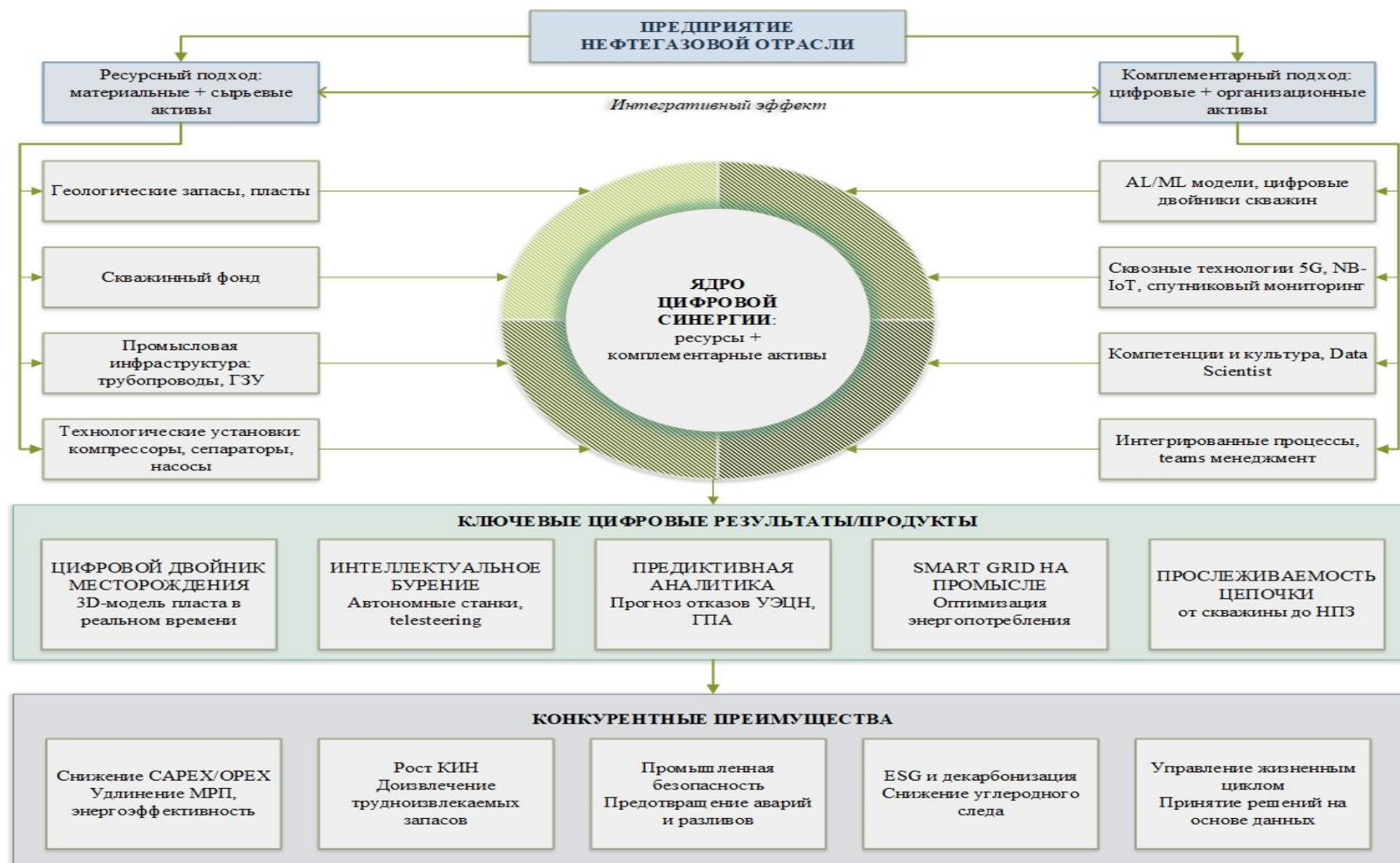


Рисунок 2. 5. Концептуально-логическая модель управления цифровой трансформацией на предприятиях ТЭК с позиций ресурсно-комплементарного подхода (авторская разработка)

В процессе формирования архитектуры модели было проведено системное описание всех ее основных элементов и интеграция их в общий блок (*ядро цифровой синергии*), который способствует целенаправленной деятельности руководства компании с позиций ресурсно-комплементарного подхода. Это позволяет ему стремиться к достижению ключевых результатов в условиях цифровой трансформации в краткосрочном контексте, а также обеспечения устойчивой работы в будущем с сохранением конкурентоспособности.

Следует специально отметить, что представленная на рисунке 2.б модель отличается набором критериев, которые могут быть использованы применительно к любой компании промышленного сектора отечественной экономики, что представляет интерес для исследования управления процессами цифровой трансформации на предприятии с учетом выбранной управленческой модели. То есть с данных методологических позиций ее можно характеризовать как *универсальный инструментарий, не зависящий от специфики отрасли*. В то же время наличие в модели описанных ранее в данной работе специфических характеристик компаний ТЭК придает ей статус важного инструментария поддержки принятия эффективных управленческих решений в составе механизма управления цифровыми трансформациями именно на предприятиях ТЭК.

В качестве цифровых эффектов реализации *базового* для этой модели ресурсно-комплементарного подхода к управлению предприятием нефтегазовой отрасли выступают следующие элементы:

- создание цифрового двойника месторождения;
- внедрение технологии интеллектуального бурения;
- использование предиктивных инструментов аналитики;
- оптимизация энергопотребления;
- мониторинг всей технологической цепочки от скважины до НПЗ.

Это позволит компании достичь ключевых конкурентных преимуществ:

- снижение CAPEX/OPEX, повышение энергоэффективности;

- добыча трудноизвлекаемых запасов;
- обеспечение промышленной безопасности, предотвращение аварий и разливов;
- использование ESG – концепции, декорбонизация, снижение углеродного следа;
- управление жизненным циклом разработки полезного ископаемого.

Объединенные общей концепцией ресурсно-комплементарного подхода, эти элементы образуют единую систему в рамках процесса управления.

2.3 Организационно-экономический механизм управления цифровой трансформацией на предприятиях нефтегазовой отрасли с использованием VRIN-концепции

Проведенный с позиции ресурсно-комплементарного подхода полиаспектный анализ конкурентоспособности предприятий ТЭК и выделение основных направлений управления процессами их цифровой трансформации в ближайшие несколько, как представляется, лет позволят реализовать дорожную карту отрасли с учетом указанных направлений по конкретным мероприятиям поквартально. Данная дорожная карта определяет отдельные продукты, совокупность смежных технологий, предприятия, отраслевые холдинги или региональные промышленные кластеры сферы ТЭК. Подобные карты позволяют интегрировать прогнозирование и стратегическое планирование, связывая временные горизонты развития объекта в непрерывной логике.

На рисунке 2.6 представлена авторская версия дорожной карты управления процессами цифровой трансформации в компаниях ТЭК.

В процессе ее формирования был запущен процесс анализа ресурсов компании, дополненный применением ресурсно-комплементарного подхода, позволяющего выделить те из них, что способны в будущем стать основой для создания конкурентного преимущества предприятий ТЭК и обеспечения их устойчивого развития.

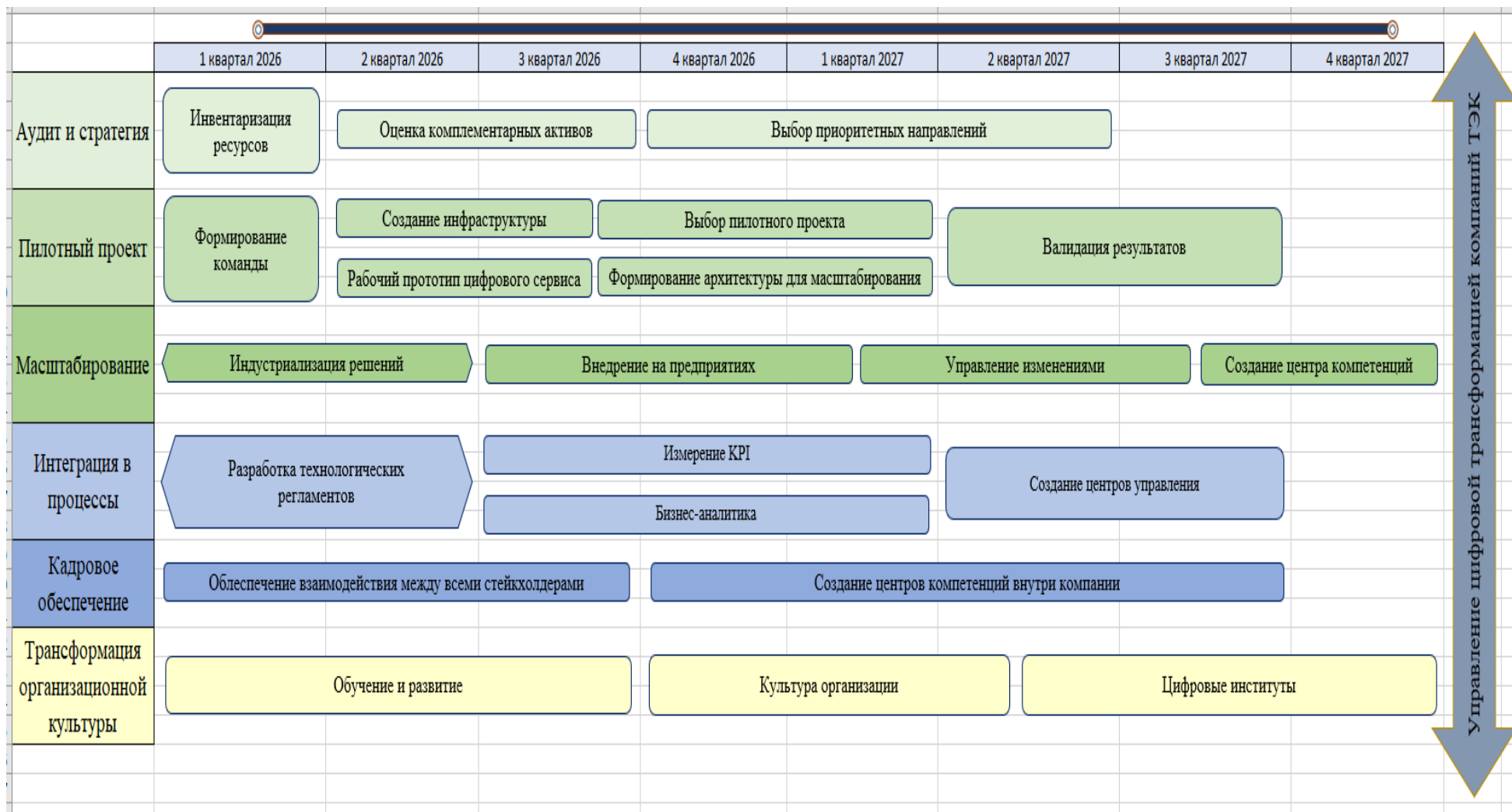


Рисунок. 2.6. Дорожная карта управления цифровой трансформацией компаний ТЭК (авторская разработка)

Ресурсно-комплементарный подход в процессе построения дорожной карты цифровой трансформации компании исходит из предпосылки, что ее устойчивое конкурентное преимущество формируется на основе внутренних, уникальных и трудно копируемых ресурсов, а не только благодаря удачному позиционированию компании на внешнем рынке. Но практическая значимость данного подхода возникает лишь при наличии конкретного инструмента объективной и комплексной оценки качества этих ресурсов, вовлекаемых в процесс создания ценности.

Этим инструментом и выступает представленная ранее *VRIN-концепция* (в современной литературе часто расширенная до *VRIO*), которая выполняет функцию аналитического фильтра и служит операционализацией идей ресурсного подхода. Взаимосвязь между ресурсным подходом и аналитической моделью *VRIN* можно определить, как отношение общей теории и её диагностического инструмента: ресурсный подход ставит фундаментальный вопрос о том, что именно внутри фирмы определяет её успех, тогда как *VRIN-концепция* предлагает строгие критерии для ответа, что позволяет оценить, является ли конкретный ресурс источником устойчивого преимущества.

Таким образом, *VRIN* выступает в роли линзы, через которую менеджеры могут системно оценивать внутренний потенциал организации, выявляя стратегически значимые активы, соответствующие критериям ценности, редкости, незаменимости и, что критически важно, устойчивости к копированию. Без подобного инструментария разговор об уникальных ресурсах оставался бы субъективным и умозрительным.

В свою очередь, сама *VRIN-концепция* лишилась бы теоретического фундамента и стратегического контекста, сведясь к простому перечню характеристик. Их связь носит диалектический характер: ресурсный подход объясняет, почему внутренние ресурсы важны, а *VRIN-концепция* показывает, как их идентифицировать и защитить, образуя тем самым замкнутый логический цикл формирования устойчивой конкурентной позиции компании на рынке.

Существует также глубокая и значимая связь между ресурсным и комплементарным подходами в стратегическом управлении, которые можно рассматривать как взаимодополняющие и эволюционно развивающие друг друга концепции. Ресурсный подход, акцентирующий внимание на внутренних уникальных активах фирмы, не в полной мере отвечает на вопрос, почему одни компании успешно извлекают выгоду из своих ресурсов, а другие нет. Ответ на этот вопрос во многом дал комплементарный подход, который сместил акцент с изолированных ресурсов на системы взаимосвязанных и взаимно усиливающих элементов. Ключевая связь между подходами заключается в том, что ценность и незаменимость ресурса, являющиеся основными критериями VRIN, часто определяются не сами по себе, а во взаимодействии этого ресурса с другими ресурсами компании. Так комплементарность становится механизмом, превращающим обычные ресурсы в стратегически ценные комбинации, создающие устойчивое преимущество компании. Примером может стать ситуация, когда уникальная технология как ресурс сама по себе может быть скопирована конкурентами, но если её ценность максимально раскрывается лишь при наличии особой организационной культуры, специфических процессов обучения сотрудников и отлаженной системы обслуживания клиентов, то есть комплементарных практик, то копирование одной лишь технологии не даст существенных результатов, в то время как попытка копировать систему целиком становится чрезвычайно сложной и дорогой. Именно здесь комплементарный подход усиливает критерий неповторимости из VRIN-концепции, поскольку конкурент перенимая изолированный актив, столкнётся с задачей воспроизведения целостной, сложной и часто скрытой системы взаимосвязей. Более того, комплементарность объясняет, почему синергия между ресурсами создаёт эффект целого, превосходящего сумму отдельно складываемых частей, что напрямую увеличивает их общую ценность для компании.

Следовательно, можно сделать вывод, что комплементарный подход является логическим развитием и углублением ресурсного подхода, переводя

анализ с уровня отдельных ресурсов на уровень архитектуры и комбинаций, которые выступают настоящим источником устойчивости конкурентного преимущества. Объединение этих подходов формируют более полную картину где ресурсный подход объясняет, из чего строится преимущество, а комплементарный — как именно эти части соединены в устойчивую, трудно имитируемую структуру.

В нефтегазовой компании эти подходы в своем взаимодействии образуют *двухуровневую систему стратегического управления*, где ресурсный подход через VRIN-фильтр помогает определить ключевые активы, а комплементарный подход показывает, как их грамотно связать для создания крайне устойчивого конкурентного преимущества. *На первом (ресурсном) уровне*, с помощью VRIN-анализа компания выявляет свои стратегические активы: ценные запасы углеводородов и инфраструктуру, неповторимые сложные технологии бурения и ноу-хау в области сейсмической разведки, редкие месторождения с особой геологией и эксклюзивные лицензии, а также организованные системы управления крупными проектами и квалифицированные кадры.

Однако наличие такого набора сильных ресурсов еще не гарантирует успех, поскольку скважину можно пробурить дорого, а трубопровод построить с огромными издержками.

На втором (комплементарном) уровне устойчивое преимущество и сверхприбыль рождаются, когда ресурсы организованы в уникальные, взаимно усиливающие системы. Примером такой комплементарности выступает связка геологии, технологий и кадров, где ценность месторождения реализуется в полной мере только при наличии специфических технологий и специалистов, способных их применить, создавая синергию, которую конкурентам крайне сложно повторить целиком. Другой пример — комплементарность добычи, логистики и торговли, когда наличие собственной транспортной сети снижает риски и издержки сбыта, увеличивая ценность добывающих активов, а мощный трейдинговый аппарат позволяет гибко продавать доставленную

нефть, создавая интегрированную цепочку от скважины до потребителя, недоступную независимым добывающим компаниям. Третий пример — комплементарность науки, производства и экологического менеджмента, где новые технологии повышения нефтеотдачи, разработанные в исследовательских центрах, быстро внедряются на собственных месторождениях, а интеграция жёстких экологических стандартов в процессы добычи становится ценным активом, снижающим репутационные и регуляторные риски.

Практический результат взаимодействия этих подходов проявляется в нескольких аспектах. Так руководство компании, понимая логику комплементарности, инвестирует не в изолированные ресурсы, а в их связки, например, приобретая месторождение в новой северной стране, при этом параллельно оценивая необходимость построения там своей логистики или партнёрства с локальным торговым домом. В этой ситуации конкурент может выкупить ту же платформу для арктического шельфа, скопировав ресурс, но не сможет быстро воспроизвести всю систему добычи — уникальный опыт работы в ледовых условиях, подготовленные экипажи, специальные цепочки снабжения и аварийного реагирования и отлаженные связи с государственными структурами, что усиливает неповторимость.

Кроме того, анализ комплементарных систем помогает найти слабые звенья: если в связке технология-месторождение-кадры вследствие нехватки специалистов выпадает элемент «кадры», то вся система теряет эффективность, снижая общую ценность дорогостоящих активов.

В нефтегазовой отрасли, где большинство отдельных ресурсов могут быть куплены на рынке, истинное конкурентное преимущество формируется на стыке этих подходов: ресурсный подход указывает на ключевые точки приложения сил, в то время как комплементарный — на то, как объединить эти точки в уникальную, целостную и трудновоспроизводимую для конкурентов операционную модель. Успех таких компаний, как Schlumberger с её технологиями, сервисом и анализом данных, или ExxonMobil с глобальной интеграцией, управлением проектами и исследованиями, является прямым

следствием мастерского построения и управления комплементарными системами на основе своих ключевых ресурсов.

На рисунке 2.8 представлен разработанная автором модель организационно-экономического механизма управления цифровой трансформацией промышленных предприятий в структуре ТЭК.

Основные блоки разрабатываемого *механизма управления цифровой трансформацией* предприятий ТЭК сформированы на основе комплексного рассмотрения в рамках *целеполагания* совокупности структурных элементов, объединенных в систему управления предприятиями ТЭК.

В их числе: объекты и субъекты управления, процессы и инструментарий, функции и ресурсы. Базирующийся на системно-синергетическом, ресурсно-комплементарном, человеко-центричном и кибернетическом подходах, процесс моделирования данного механизма создает условия, необходимые для выявления, систематизации и аккумуляции всех его составляющих в концепте целеполагания. При этом появляется возможность их группировки в таком порядке: принципы, функции управления и управленческие ресурсы в их взаимосвязи, что способствует достижению целей высокой конкурентоспособности компании

Реализация представленной на рисунке 2. 7 модели, как видно из ее наполнения, будет способствовать достижению необходимого уровня конкурентоспособности на внешнем и внутреннем рынках энергоресурсов и в структуре ТЭК. К основным принципам управления в данной модели относятся: цифровая трансформация, платформизация, внедрение элементов концепции ESG, элементов искусственного интеллекта в качестве помощника, а также разработанная автором VRIN – концепция управления ресурсами.

С позиции применяемого ресурсно-комплементарного подхода механизм управления цифровой трансформацией предприятий ТЭК может быть представлен как последовательность следующих управленческих шагов:

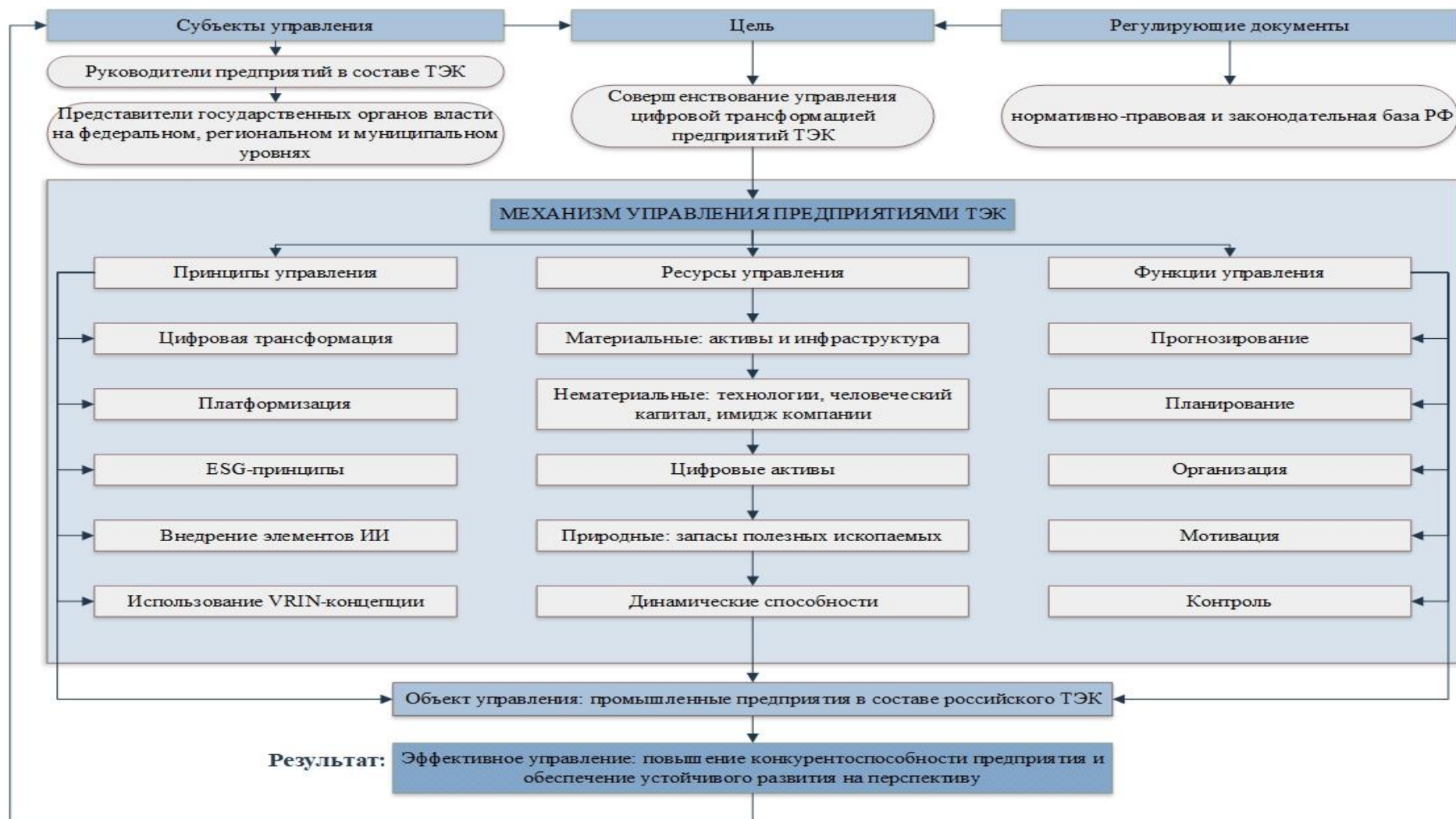


Рисунок. 2.7. Концептуальная модель организационно-экономического механизма управления цифровой трансформацией предприятия в структуре ТЭК (авторская разработка)

1. Идентификация «критических результатов» в условиях турбулентности. Для ТЭК это, как правило: надежность и безопасность, управляемость затрат жизненного цикла активов, устойчивость цепочек поставок, киберустойчивость, систематизация и принципы устойчивого развития. На государственном уровне декларируется важность согласования целей и инструментов развития в условиях структурных изменений экономики, где ТЭК выполняет системообразующие функции.

В условиях структурных сдвигов и технологических преобразований согласование целей, инструментов и институтов промышленной политики становится ключевым условием, а для ТЭК это означает необходимость увязки стратегических приоритетов с механизмами ресурсного обеспечения и модернизации. Эффективность промышленной политики в период нестабильности определяется согласованностью инструментов регулирования и инвестиционных решений, при этом предприятия сферы ТЭК требуют комплексного управления рисками, технологическими изменениями и долгосрочными программами развития¹⁴⁵.

2. Аудит ресурсного портфеля и «провалов комплементарности». Диагностируется не только наличие ресурса, но и разрывы между элементами: например, данные есть, но отсутствуют правила качества и ответственность; ИТ-платформа есть, но процессы и КРІ не изменены; компетенции есть, но не закреплены в рутинах и стандартах.

3. Проектирование комплементарных связок (целевой архитектуры). Здесь ключевое — перейти от перечня проектов к архитектуре взаимного усиления ресурсов: «что с чем должно работать вместе», в каком управленческом контуре и с какими показателями эффекта.

¹⁴⁵ Глазьев С. Ю. О задачах структурной политики в условиях глобальных технологических сдвигов. Часть 2// Экономическая наука современной России. 2007. № 4(39). С. 31-44; Сильвестров С. Н. и др. Определение и реализация национальных целей развития в российском стратегическом планировании //Российский экономический журнал. 2021. № 1. С. 32-44.

4. Развитие динамических способностей (механизм изменения). В условиях турбулентности конкурентное преимущество требует связку процессов «обнаружения — захвата — трансформации» (через уточнение сущности динамических способностей и их роли в достижении устойчивых преимуществ)¹⁴⁶. Для предприятий ТЭК это выражается в институционализации управления изменениями: проектные офисы трансформации, портфель цифровых инициатив, стандарты данных, обновление регламентов и компетенций.

5. Закрепление результата через знания, стандарты и KPI. Управление знаниями важно не как «корпоративный портал», а как механизм превращения опыта эксплуатации, ремонтов и аварийных ситуаций в стандарты, модели и обучающие контуры. Параллельно обеспечивается измеримость стратегии и эффективности через систему показателей и процедуры оценки¹⁴⁷.

6. Оценка и верификация эффекта комплементарности. На данном этапе рассчитывается экономический эффект и «эффект надежности» (снижение простоев, потерь, аварийности и др.), проверяется устойчивость результата при изменении внешних ограничений. Это позволяет отличить разовый “проектный успех” от воспроизводимого конкурентного преимущества и сформировать обоснование управленческих решений для портфеля трансформации.

С целью усиления исследовательского акцента на *практико-прикладном значении ресурсно-комплементарного подхода* важно увязать ключевые проявления турбулентности внешней среды с тем, какие именно управленческие способности и интеграция ресурсов должны быть развиты на предприятиях ТЭК. Поскольку источники неопределённости различаются по своей природе (геополитической, технологической, институциональной, рыночной и др.), требуется

¹⁴⁶ Андреева, Т. Е. К дискуссии о сущности динамических способностей / Т. Е. Андреева, В. А. Чайка // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. – 2006. – № 4. – С. 163-174. – EDN HVGQLD.

¹⁴⁷ Ходоровский, М. Я. Подходы к оценке эффективности стратегии организации / М. Я. Ходоровский, Е. В. Алексенко // Вестник УГТУ-УПИ. Серия: Экономика и управление. – 2009. – № 3. – С. 4-21. – EDN KIZXCV.

сопоставить их с типовыми управленческими рисками и комплементарными ответами.

Перечень факторов и «ответных» конфигураций сформирован автором методом тематического обобщения результатов работ, посвящённых цифровой трансформации, надёжности и устойчивости предприятий ТЭК, а также исследованиям по промышленной политике и институциональным ограничениям. Это позволило провести сопряжение факторов внешней турбулентности с требуемыми для их учета (сглаживания) динамическими способностями и ресурсными связками в рамках механизма управления предприятия ТЭК (табл. 2.3).

Таблица 2.3. Турбулентные факторы внешней среды и требуемые комплементарные ответы предприятий ТЭК¹⁴⁸

Турбулентный фактор	Управленческий риск для ТЭК	Требуемая динамическая способность	Комплементарная «ответная» конфигурация ресурсов предприятия ТЭК
Технологическое ускорение и цифровизация	«точечные» ИТ-решения без эффекта; рост киберрисков	перестройка процессов и архитектуры данных	данные + стандарты качества + интеграционная платформа + компетенции + контур киберустойчивости
Энергетический переход/ESG-давление	ограничение рынков и финансирования; рост регуляторных требований	интеграция ESG в управление	мониторинг/учет + управленческие регламенты + инвестиционная программа + отчетность
Санкции и разрывы цепочек поставок	недоступность технологий/ЗИП; рост стоимости ремонтов	реорганизация закупок и кооперации	партнерства + стандартизация + локализация компетенций/производства
Волатильность рынков и спроса	неустойчивость денежных потоков	адаптация портфеля проектов и затрат	сценарное планирование + управление портфелем + KPI эффективности

Данные таблицы 2.3 показывают, что адаптация предприятий ТЭК к внешней турбулентности требует не отдельных мер, а согласованной конфигурации ресурсов и развития динамических способностей, обеспечивающих перестройку процессов и контуров управления. Следовательно, устойчивость и кон-

¹⁴⁸ Составлено автором на основании обобщения исследований по цифровой трансформации, надёжности и устойчивости предприятий ТЭК в условиях внешней турбулентности, а также работ по промышленной политике и институциональным ограничениям.

курентоспособность в нестабильной среде определяются качеством интеграции активов, данных, компетенций, партнерств и институциональных механизмов под конкретные источники рисков. Это позволяет перейти к более детальному рассмотрению инструментов управления комплементарностью и показателям оценки эффекта таких конфигураций.

Далее требуется показать, как именно такие конфигурации реализуются в практиках цифровых трансформаций компаний различных сегментов ТЭК и какие контуры оказываются «узкими местами» (данные, компетенции, регламенты, партнерства). Поэтому в следующем подразделе целесообразно перейти к анализу эмпирического профиля цифровых трансформаций и типовых моделей управления ими в российской и зарубежной практике.

«Комплементарность» как критерий качества управленческих решений может служить практической интерпретацией для предприятий ТЭК. В прикладном измерении ресурсно-комплементарный подход определяет критерии качества управленческих решений: *решение считается эффективным, если оно повышает не только один показатель (например, автоматизирует участок), а усиливает общую производительность ресурсной системы (данные ↔ процессы ↔ компетенции ↔ активы ↔ партнерства) и тем самым устойчиво улучшает экономические результаты.* Например, цифровая модернизация нефтегазовой отрасли является развитием экосистемного взаимодействия объектов, систем управления и сервисов — то есть движением к комплементарной архитектуре, а не набором разрозненных внедрений.

Отсюда следует важная методологическая позиция для дальнейшего исследования: оценка эффективности управления цифровой трансформацией в ТЭК должна строиться как оценка портфеля VRIN-ресурсов и их комплементарности, а также как оценка способности предприятия обновлять этот портфель в условиях турбулентности (через динамические способности и управление знаниями).

VRIN-логика в данном случае задаёт критерии выделения ресурсов, потенциально способных стать источником устойчивого преимущества, тогда как ресурсно-комплементарный подход объясняет механизм получения эффекта через их взаимное усиление. Тем самым методологическая связка «VRIN → комплементарность → измеримый эффект» формирует основу для разработки инструментария анализа ресурсного портфеля цифровых трансформаций.

Таким образом, ресурсно-комплементарный подход позволяет объяснить формирование конкурентных преимуществ предприятий ТЭК в турбулентной среде как результат управляемой комплементарности ресурсов: материальных активов, компетенций, цифровых данных и платформ, партнерских связей и институциональных условий. В отличие от научных трактовок, где преимущества связываются с отдельными ресурсами или технологиями, данный подход фиксирует, что устойчивый эффект возникает при интеграции ресурсов в функциональные «связки» и при наличии динамических способностей к их обновлению.

Наличие в разработанной модели механизма управления цифровой трансформацией на предприятии ТЭК *контура обратной связи* (кибернетический подход к управлению) усиливает его эвристический потенциал как действенного инструментария поддержки принятия эффективных и обоснованных управленческих решений.

Кроме того, в рамках представленной на рисунке 2.8 концептуальной модели организационно-экономического механизма управления цифровой трансформацией предприятия в структуре ТЭК очевидно наличие теоретико-методологической основы для последующей разработки в составе данного механизма адаптивного модельного обеспечения диагностики ресурсного портфеля, а также алгоритма разработки и использования расчетно-аналитического инструментария оценки эффективности управления цифровизацией на предприятиях нефтегазовой отрасли.

Как отмечалось в отношении встроенной в механизм модели управления цифровизацией на предприятиях ТЭК, разработанной с позиций ресурсно-комплементарного подхода (рис.2.б), она, с одной стороны, является достаточно универсальной и инвариантной в отношении отраслевой специфики компаний, с другой стороны, позволяет в максимальной степени учитывать их специфику, когда необходимо выделить характерные для компаний ТЭК ресурсные компоненты, их комплементарности и продуцируемые ими эффекты и так далее, что подчеркивает большую практическую направленность данного механизма. При этом очевидно значение дополнительного наполнения механизма инструментарием оценки эффективности принимаемых управленческих решений в парадигме цифровой трансформации.

Именно этим вопросам посвящена третья глава данного диссертационного исследования.

3. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ VRIN – КОНЦЕПЦИИ

3.1. Алгоритм разработки инструментария оценки эффективности цифровых преобразований на предприятиях нефтегазовой отрасли

Результаты проведенного глубокого эмпирического анализа существующих подходов и разработок в предметной области настоящего исследования позволили сделать обоснованный вывод о том, что цифровизация нефтегазового комплекса Российской Федерации в последние годы существенно эволюционировала от набора разрозненных ИТ-проектов к управляемому преобразованию производственных и обеспечивающих процессов. Такие преобразования затрагивают одновременно контуры информационных технологий и промышленной автоматизации, организационные регламенты, компетенции персонала, требования промышленной безопасности и охраны труда, экологические ограничения, а также устойчивость компаний к киберугрозам.

Практика внедрения цифровых инструментов наглядно демонстрирует, что даже при значительных инвестициях и формально утвержденных программах цифрового развития предприятия сталкиваются с типовыми управленческими сбоями: пилотные решения дают локальные улучшения, но не закрепляются в операционной дисциплине; экономический эффект «растворяется» в сезонности, ремонтных кампаниях и изменениях производственных планов; цифровые сервисы остаются в статусе демонстрационных витрин и не переходят в режим промышленной эксплуатации; в портфеле параллельно применяются различные подходы к расчету эффектов и рисков, что приводит к несопоставимости отчетности и снижает управленческую ценность данных.

В этих условиях критичным становится не уровень «цифровой насыщенности» предприятия, а *эффективность управления цифровизацией*, то есть способность управленческого контура выбирать приоритеты, доводить инициативы до промышленной эксплуатации в заданных ограничениях, подтверждать достижение эффектов, снижать сопутствующие риски и обеспечивать тиражирование успешных практик. Следовательно, предметом оценки выступает *управляемость цифровой трансформации*, а не количество внедренных моделей.

Целью настоящего раздела является разработка прикладного алгоритма формирования инструментария оценки эффективности управления цифровой трансформацией на предприятиях нефтегазовой отрасли.

Для достижения данной цели последовательно решаются задачи концептуализации объекта оценки, построения интегральной модели «результативность – зрелость – риск», унификации показателей и процедур подтверждения эффекта и проектирования информационно-управленческого контура регулярного применения результатов оценки.

Нефтегазовая отрасль предъявляет повышенные требования к построению оценки эффективности управления цифровой трансформацией компаний ТЭК вследствие капиталоемкости активов, высокой стоимости часа простоя, жестких требований промышленной безопасности, распределенности объектов и неоднородности уровней автоматизации по видам деятельности. В результате эффекты цифровизации часто проявляются не как прямой прирост выручки, а как снижение потерь, предотвращение аварий, повышение устойчивости режимов, сокращение незапланированных простоев и улучшение качества планирования.

Обобщенная связь отраслевых особенностей, определяющих требования к инструментарию оценки эффективности управления цифровизацией, приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Отраслевые особенности нефтегазовых предприятий и требования к инструментарию оценки эффективности цифровизации предприятия ТЭК¹⁴⁹

Отраслевой контекст, влияющий на оценку	Как проявляется в реальной деятельности предприятия	Риск методических ошибок при отсутствии специальных решений	Методический ответ в предлагаемом инструментарию, увязанный с рисунками 3.1-3.3
Длительный жизненный цикл активов и высокая капиталоемкость	Значительная доля затрат и эффектов относится к жизненному циклу оборудования, капитальным ремонтам, устойчивости режимов и надежности	Сведение оценки к краткосрочной экономике OPEX и игнорирование эффектов надежности и предотвращенных потерь	Использование модели «результат-зрелость-риск» (рис.3.3), где результативность дополняется зрелостью управления и риском-контуром; обязательная привязка эффектов к цепочке изменения процесса и к модели потерь
Распределенность объектов и неоднородность автоматизации	Одни объекты имеют развитый ОТ-контур, другие работают с фрагментарными данными и ручным вводом	Несопоставимость показателей по объектам, субъективные выводы из «разной базы»	Нормирование показателей и использование контрольных объектов; фиксирование уровня агрегации в паспортах KPI (табл. 3.) и построение витрины KPI по модульной архитектуре (рис. 3.1)
Высокая стоимость простоя и сложная причинность потерь	Простой может быть вызван оборудованием, режимом, логистикой, энергоснабжением, качеством сырья	Присвоение эффекта цифровизации внешним факторам или скрытым ремонтным воздействиям	Верификация эффекта через «до/после» и через разность-разностей при наличии контрольного объекта; включение регламентов подтверждения эффекта в управленческий модуль (рисунок 3.1)
Повышенные требования HSE и экологические ограничения	Эффекты выражаются в снижении инцидентности, утечек, нарушений, предписаний, росте культуры безопасности	Оценка цифровизации только по экономике и производительности; недоучет социально значимых и регуляторных эффектов	Включение HSE-результатов в компоненту результативности и HSE-рисков в компоненту риск-профиля (рисунок 3.3); унификация показателей через словарь KPI
Киберриски и требования к КИИ	Сегментация сетей, строгий контроль доступа, требования к журналированию, ограничение интеграций	Игнорирование затрат на ИБ и рисков, что приводит к «эффекту на бумаге» и уязвимостям в эксплуатации	Выделение риск-компоненты и ее влияния на интегральный индекс (рисунок 3.3), включение ИБ-метрик и требований в паспорта инициатив и KPI
Внешняя волатильность и зависимость от макрофакторов	Изменения цен, логистических ограничений, доступности оборудования и ПО	Подмена эффекта цифровизации внешними трендами, несопоставимость периодов	Принцип базовой линии и контрольных объектов, ограничение «ручных поправок», применение сценарных допущений и чувствительности при расчете портфеля
Необходимость тиражирования и стандартизации	Эффект пилота не повторяется на других активах из-за различий данных	«Витрина пилотов» вместо системы; рост сопровождения	Встроенный в алгоритм шаг стандартизации, архитектурных требований и эксплуатационного контура отражен на рис. 3.2

¹⁴⁹ Разработано автором по материалам исследования.

Архитектура инструментария представлена на рис. 3.1, последовательность разработки – на рис. 3.2, интегральная модель оценки – на рис. 3.3.

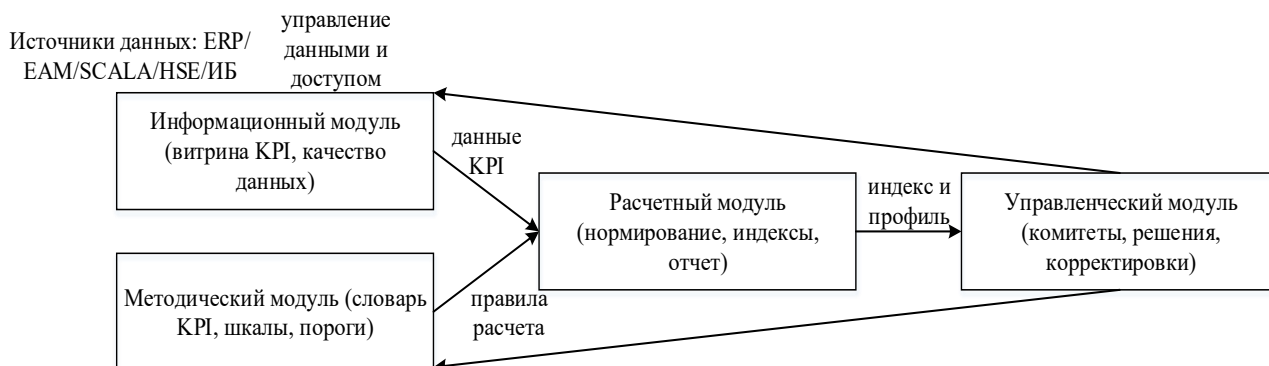


Рисунок 3.1 – Архитектура инструментария оценки эффективности процесса цифровой трансформации предприятия ТЭК (модульный принцип)¹⁵⁰

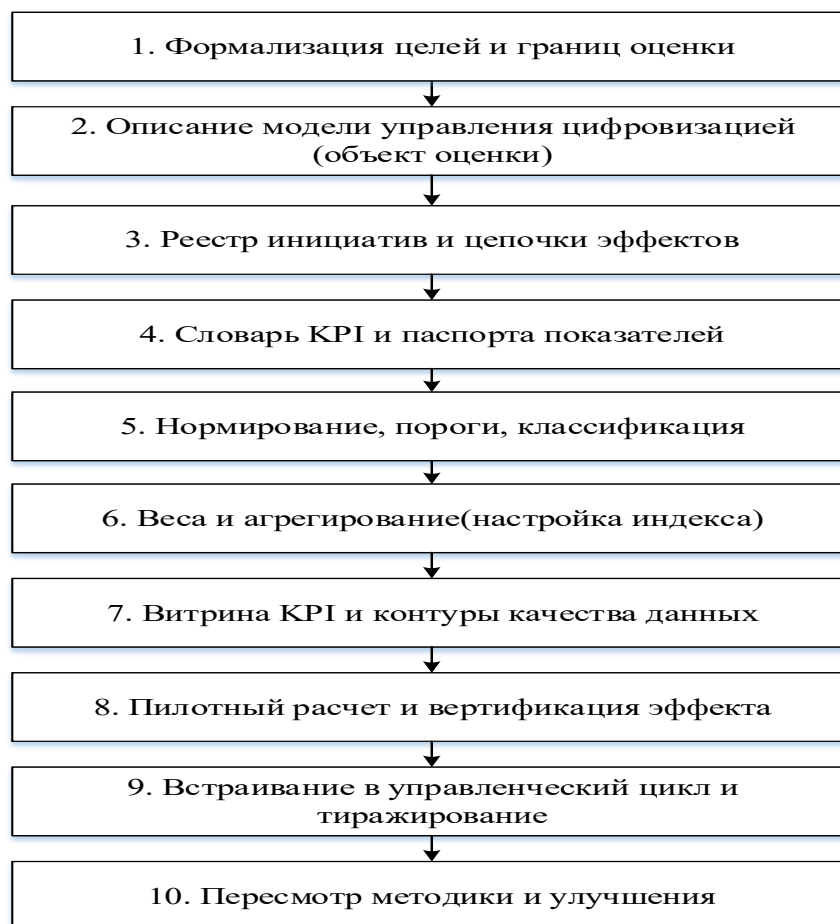


Рисунок 3.2. Итерационный алгоритм разработки инструментария оценки эффективности цифровой трансформации предприятия¹⁵¹

¹⁵⁰ Разработано автором.

Для обеспечения управленческой интерпретируемости оценку эффективности управления цифровой трансформацией целесообразно строить как композицию трех взаимосвязанных измерений.

1. *Результативность (R)* отражает степень достижения подтвержденных эффектов портфеля цифровых инициатив, выражаемых экономическими, производственными, надежностными, энергетическими и *HSE*-показателями.

2. *Зрелость управления (M)* характеризует состояние процессов целеполагания, портфельного управления, управления данными, архитектурного контроля, управления изменениями и эксплуатации цифровых решений.

3. *Риск-профиль (K)* отражает управляемость киберрисков и рисков критической информационной инфраструктуры (КИИ), рисков промышленной безопасности при цифровых вмешательствах, проектных рисков поставки и сопровождения, а также рисков технологической зависимости и устойчивости.

Взаимосвязь указанных измерений и принцип их интеграции в единый индекс представлена на рисунке 3.3, а детализация содержания и типовых управленческих вопросов приведена в таблице 3.2.



Рисунок 3.3. Интегральная модель оценки эффективности цифровой трансформации: «результативность (R) – зрелость (M) – риск-профиль (K)»¹⁵²

¹⁵¹ Разработан автором.

¹⁵² Разработано автором в соответствии с концепцией работы.

Переход от концепции к прикладной оценке требует фиксации объекта оценивания как управляемой системы. В настоящем разделе под *управлением цифровой трансформацией* понимается совокупность процессов и решений, обеспечивающих выбор и реализацию цифровых инициатив, управление их жизненным циклом, управление данными и архитектурой, управление изменениями в процессах и компетенциях, а также эксплуатацию цифровых решений с контролем результативности и рисков.

Такая трактовка позволяет устранить методическую ошибку отождествления цифровизации с технологической насыщенностью: предприятие может иметь развитый ИТ/ОТ-ландшафт при низкой эффективности управления, если отсутствуют единые правила портфеля, подтверждения эффектов и промышленной эксплуатации.

Таблица 3.2. Содержание трех измерений эффективности цифровой трансформации предприятия ТЭК и типовые управленческие вопросы¹⁵³

Измерение интегральной оценки	Содержательное наполнение измерения в контексте нефтегаза	Какие управленческие вопросы закрывает	Как подтверждается в данных и документах
Результативность портфеля цифровизации	Подтвержденные эффекты цифровых инициатив, выраженные в экономике, надежности, энергоэффективности, качестве планирования, HSE-результатах	Достигается ли обещанный эффект и где он локализован; какие решения дают наибольшую ценность; какие инициативы следует тиражировать или остановить	Реестр инициатив с базовой линией, методикой расчета и актом подтверждения; витрина KPI; расчеты «до/после» и при возможности сравнение с контрольным объектом
Зрелость управления цифровизацией	Качество процессов управления программой цифровизации, включая целеполагание, портфель, данные, архитектуру, компетенции, эксплуатацию	Почему эффекты не достигаются даже при инвестициях; насколько предприятие готово к масштабированию; где узкое место управления	Аудит зрелости по шкале и подтверждение артефактами; регламенты, протоколы, стандарты, политика данных, SLA эксплуатации
Риск-профиль и соответствие	Уровень управляемости рисков ИБ и КИИ, рисков промышленной безопасности при цифровых вмешательствах, проектных рисков поставки и рисков устойчивости решений	Не приводит ли цифровизация к росту уязвимости и аварийности; что ограничивает интеграции; какова цена риска в портфеле	Метрики ИБ и КИИ, результаты аудитов, журналы инцидентов, доступность сервисов, сведения о зависимости от поставщиков протоколы оценки рисков

¹⁵³ Разработано автором в соответствии с концепцией работы.

Архитектура инструментария (рис. 3.1) реализует принцип разделения ответственности между четырьмя модулями. *Информационный модуль* обеспечивает доступность исходных данных, формирование витрины *KPI* и контроль качества данных. *Методический модуль* закрепляет определения показателей, формулы расчета, правила нормирования и пороговые значения. *Расчетный модуль* выполняет регулярное вычисление нормированных показателей и агрегированных индексов, формирует аналитические отчеты и профили отклонений. *Управленческий модуль* задает порядок использования результатов оценки в портфельных решениях, финансировании, распределении ответственности и корректирующих мероприятиях. Модульность имеет прикладное значение, поскольку позволяет внедрять методику поэтапно без радикального изменения ИТ/ОТ-ландшафта и с учетом ограничений по информационной безопасности.

Разработка инструментария организуется как *итерационный цикл* (Приложение 1), в котором фиксация целей и границ оценки предшествует унификации инициатив и показателей, построению витрины данных и пилотному расчету; результаты пилота используются для калибровки шкал, весов и процедур подтверждения эффектов. Прикладной алгоритм с указанием типовых входов, выходов и ролей сведен в таблицу 3.3 и может быть использован как основа локального плана внедрения инструментария управления цифровой трансформацией на предприятиях добычи, переработки и транспорта углеводородов.

Фиксация целей и границ оценки является методически определяющим шагом, поскольку именно на этом этапе задаются адресаты отчетности, уровни агрегации, периодичность расчетов и перечень решений, которые будут приниматься на основании индекса.

Для корпоративного уровня требуется сопоставимость активов и дочерних обществ, тогда как для производственной площадки ключевыми становятся разборы отклонений по конкретным инициативам и *KPI*. Недостаточная опреде-

ленность границ приводит либо к избыточной сложности, либо к набору показателей, не пригодных для портфельного управления.

Далее формализуется *модель управления цифровой трансформацией* как объект оценки, что предполагает определение доменов зрелости и перечня проверяемых артефактов. В целях обеспечения аудито-пригодности зрелость оценивается не по самооценке, а по наличию и качеству подтверждающих документов и практик, включая регламенты комитетов и *stage-gates*, стандарты архитектуры и интеграции, политику управления данными, договоренности по *SLA* эксплуатации и механизмы управления изменениями. Такой подход обеспечивает *причинную интерпретацию результатов*: снижение индексной оценки может быть объяснено не только динамикой *KPI* результата, но и управленческими ограничениями, препятствующими устойчивой реализации эффектов.

Ключевым элементом оценки является стандартизированный реестр цифровых инициатив и построение причинно-следственных цепочек эффекта «инициатива – изменение процесса – *KPI* результат». Устойчивый эффект цифровой трансформации в нефтегазовой сфере проявляется, как правило, через изменение управленческих решений в производственных и обеспечивающих процессах, поэтому цифровое решение рассматривается как компонент изменения процесса, а не как самостоятельный ИТ-продукт.

Для каждой инициативы фиксируются базовая линия, период сравнения и правило подтверждения эффекта; при необходимости используется стоимостная модель перевода показателей надежности и простоя в денежную оценку.

Структура паспортов инициативы и эффекта приведена в Приложении 2.

После формирования реестра инициатив методика должна обеспечить единообразие показателей для возможности сопоставления результатов. Центральным элементом методического модуля является словарь *KPI* и паспорта показателей, которые задают определение, формулу, источники данных, уровень агрегации и ответственность за качество. Для нефтегазовых компаний проблема

сопоставимости часто возникает из-за различий в системах учета и правилах агрегации, например, при расчете простоев, классификации видов ремонтов или границ учета энергоресурсов. Структура паспорта *KPI*, рекомендуемая к закреплению в локальном стандарте предприятия, приведена в таблице 3.3.

Таблица 3.3. Паспорт показателя *KPI* в инструментарии оценки¹⁵⁴

Поле паспорта KPI	Содержательный смысл поля	Типичный источник или владелец на нефтегазовом предприятии	Как используется в расчетном модуле
Код и наименование KPI	Обеспечивает однозначность ссылок в отчетах, в реестре инициатив и в дашбордах	Методологическая группа совместно с контроллингом	Используется как ключ в витрине KPI и при расчете индексов
Управленческая интерпретация KPI	Показывает, какое решение поддерживает показатель	Владельцы процесса, руководители производства, ТОиР, HSE	Используется для выбора порогов и для интерпретации отклонений
Формула расчета и правила включения/исключения	Исключает расхождения между подразделениями	Контроллинг совместно с ИТ и владельцами данных	Определяет вычисление KPI в витрине и в расчетах эффекта
Единица измерения и уровень агрегации	Обеспечивает сопоставимость и корректную агрегацию	Владельцы данных и архитектура данных	Используется при нормировании и при сравнении объектов
Периодичность и лаг доступности данных	Учитывает реальную операционную периодичность и сроки закрытия	ИТ/аналитика; владельцы систем	Влияет на календарь расчета индекса и на управленческий цикл
Источник данных и качество данных	Фиксирует «истину» и ответственность за качество	Владельцы систем ERP/EAM/SCADA/MES; data owner	Используется для контрольных проверок
Базовая линия, целевое значение и допустимый коридор	Задаёт ориентиры и пороги интерпретации	Владельцы процесса и стратегия; технологические нормативы	Используется в нормировании, в классификации и в планировании
Тип KPI в модели оценки	Относит показатель к результату, зрелости или риску	Методологическая группа	Определяет, в какую компоненту индекса включается показатель
Правило подтверждения и аудитопригодность	Устанавливает, какие документы подтверждают факт эффекта и корректность расчета	Контроллинг, внутренний аудит, владельцы бизнеса	Влияет на статус «подтвержденный эффект» и на расчет портфеля

¹⁵⁴ Разработано автором в соответствии с концепцией работы.

На базе паспортов *KPI* формируется минимально достаточный набор показателей для расчета компонент результативности, зрелости и риска. Практическая цель минимального набора состоит в том, чтобы, с одной стороны, охватить ключевые источники эффекта цифровой трансформации в нефтегазовой сфере, а с другой – не зависеть от недоступных данных и «идеальной» архитектуры. В составе набора предпочтение отдается показателям, которые уже рассчитываются в существующих системах учета и автоматизации; показатели зрелости и рисков подтверждаются документально и (при наличии возможности) дополняются измеримыми метриками качества данных и устойчивости.

Рекомендуемая структура минимального набора показателей приведена в Приложении 3.

После определения *KPI* ключевым методическим вопросом становится *сопоставимость показателей между объектами и периодами*. Для нефтегаза это особенно важно вследствие различий по мощности установок, фонду скважин, режимам эксплуатации, качеству сырья и структуре ремонтов. В инструкции указанная сопоставимость обеспечивается нормированием исходных показателей на единую безразмерную шкалу $r \in [0; 1]$ с последующим агрегированием. При этом используются устойчивые границы шкал (x_{\min} , x_{\max}), сформированные на основе исторических рядов, технологических ограничений и согласованных целевых значений; при внедрении методики границы уточняются по итогам пилота, а их пересмотр фиксируется регламентно.

Для показателей-стимуляторов, где рост значения соответствует улучшению (например, выполнение план-факт или доступность сервисов), нормированное значение рассчитывается по формуле (3.1). Для показателей-дестимуляторов, где снижение соответствует улучшению (например, незапланированный простой или удельное энергопотребление), применяется формула (3.2). Для показателей с оптимумом (например, технологический параметр в до-

пуске) используется отклонение от целевого значения по формуле (3.3). Во всех случаях применяется оператор ограничения $\text{clip}(\cdot)$, обеспечивающий отсечение значений за пределами $[0; 1]$ (табл.3.4).

$$r = \text{clip}((x - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}), 0, 1) \quad (3.1)$$

$$r = \text{clip}((x_{\max} - x) / (x_{\max} - x_{\min}), 0, 1) \quad (3.2)$$

$$r = 1 - \text{clip}(|x - x_{\text{opt}}| / d, 0, 1) \quad (3.3)$$

Таблица 3.4. Принципы нормирования показателей в шкалу 0...1 для сопоставимости объектов и периодов¹⁵⁵

Тип исходного показателя	Смысловая направленность	Формула/ссылка на формулу нормирования	Как задаются границы шкалы на предприятии	Методический комментарий для нефтегаза
Показатель, где рост означает улучшение	Например, выполнение план-факт при сопоставимых условиях, уровень доступности сервиса, доля плановых ремонтов.	См. формулу (3.1).	x_{\min} - нижний приемлемый порог по истории и нормативам; x_{\max} -целевой уровень или бенчмарк.	Границы и источник данных фиксируются в паспорте KPI (таблица 3.5), что снижает риск «накрутки» за счет изменения учета.
Показатель, где снижение означает улучшение	Например, часы незапланированного простоя, доля аварийных ремонтов, удельное энергопотребление.	См. формулу (3.2).	x_{\max} - уровень неблагоприятного состояния по; x_{\min} –целевой или достижимый уровень.	Для показателей простоя предварительно согласуется, включаются ли плановые останovy; что закрепляется в паспорте KPI.
Показатель, где есть оптимум и нежелательны отклонения в обе стороны	Например, технологический параметр режима или показатель качества продукта в пределах допусков.	См. формулу (3.3).	x_{opt} соответствует оптимуму (нормативу), d — допустимому отклонению (ширине коридора).	Для технологических параметров целесообразно задавать коридор, согласованный с технологами и HSE-службой.
Дискретная оценка зрелости по шкале	Например, зрелость домена управления данными или эксплуатации цифровых решений.	$r = \text{score} / \text{score}_{\max}$.	score формируется аудитом зрелости и подтверждается артефактами.	Применяется правило: оценка присваивается только при наличии доказательств и проверяемых практик.
Риск-показатель	частота критичных ИБ-инцидентов, доля систем без обязательных контролей, уровень невыполнения требований КИИ.	$r_{\text{risk}} = \text{clip}((x - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}), 0, 1)$; в индексе используется $(1 - r_{\text{risk}})$.	x_{\min} - низкий риск; x_{\max} – неприемлемый уровень	Для риск-показателей важна согласованность с ИБ-функцией и учет критичности объектов; допустимого уровня раскрытия.

¹⁵⁵ Рассчитано автором в соответствии с методикой.

Нормирование позволяет сформировать интегральный показатель эффективности процесса цифровой трансформации, агрегирующий разноразмерные показатели в единую шкалу при сохранении возможности расшифровки по компонентам и отдельным *KPI*. Однако управленческая полезность индекса зависит от корректной настройки весов и правил агрегирования: чрезмерная чувствительность к одному показателю создает риск манипуляций и ошибочных выводов, тогда как избыточное сглаживание лишает индекс функции раннего предупреждения. В настоящей инструментарии используется *гибридный подход*, при котором веса верхнего уровня между компонентами *R*, *M* и *K* задаются стратегическими приоритетами предприятия и профилем рисков, а затем уточняются по результатам пилотного расчета через анализ чувствительности и экспертную верификацию. Подход к весам и агрегированию приведен в таблице 3.5.

После методической настройки требуется регламентировать подтверждение результативности, чтобы эффект цифровизации не превращался в декларацию. Для нефтегазовой отрасли критична проблема атрибуции, поскольку *KPI* результата зависят от множества факторов, включая сезонность, ремонтные кампании, изменения режимов, качество сырья, логистические ограничения и внешние макроэкономические условия. В качестве минимально реалистичного подхода применяется сравнение «до/после» на объекте внедрения при прозрачных правилах исключения несопоставимых периодов. При наличии контрольного объекта предпочтительно использовать метод «разность-разностей».

Метод «разность-разностей» рассчитывается как разница изменений показателя на объекте внедрения и на контрольном объекте в одинаковые периоды до и после внедрения:

$$\Delta\Delta x = (x_{T,after} - x_{T,before}) - (x_{C,after} - x_{C,before}) \quad (3.4)$$

где x_T и x_C – значения показателя на объекте внедрения (Т) и на контрольном объекте (С) соответственно.

Таблица 3. 5. Подход к весам и агрегированию при расчете интегральной оценки эффективности процесса цифровой трансформации (см. рисунок 3.3)¹⁵⁶

Элемент настройки	Что именно настраивается	Как настраивается практично и с учетом ограничений	Как проверяется, что настройка корректна	Как влияет на решения по портфелю
Весы верхнего уровня между результативностью, зрелостью и рисками	Доли влияния компонент на интегральный индекс	Определяются комитетом по цифровизации исходя из стратегии предприятия и профиля рисков; фиксируются в методике	Проверяются на пилоте через чувствительность: насколько индекс меняется при изменении весов и при изменении отдельных KPI	Определяет баланс между «быстрым эффектом» и «устойчивостью управления», а также степень «штрафа» за риски
Весы внутри компонент результативности	Баланс между экономикой, надежностью, производством, энергией, HSE	Формируются на основе структуры ценности предприятия; согласуются между производством и экономикой	Проверяются на данных: сохраняется ли смысл при переходе между объектами; нет ли доминирования одного KPI	Влияет на приоритизацию инициатив и на тиражирование решений в доменах с наибольшей ценностью
Весы внутри зрелости	Баланс между целеполаганием, портфелем, данными, архитектурой, эксплуатацией, компетенциями	Определяются по текущим «узким местам» зрелости; уточняются после аудита	Проверяются через связь с устойчивостью эффекта: где эффект деградирует без эксплуатации или без данных	Указывает, какие управленческие реформы критичнее, чем запуск новых проектов
Весы внутри риск-профиля	Баланс между ИБ/КИИ, проектными рисками и устойчивостью поставок	Определяются ИБ и владельцами портфеля; учитывают критичность объектов	Проверяются через анализ инцидентов и через аудит соответствия	Ограничивает запуск или интеграцию инициатив, если риск-профиль выходит за допустимый уровень
Правило агрегирования	Выбор линейной суммы, порогов, штрафов за низкие значения	Чаще всего используется линейная модель с дополнительными порогами «красной зоны»; фиксируется в методике	Проверяется на пилоте через кейсы: соответствует ли индекс экспертному представлению о состоянии управления	Определяет, будет ли единичное критичное нарушение приводить к запрету тиражирования

Процедура подтверждения эффекта цифровой инициативы и способы компенсации внешних факторов приведены в таблице 3. 6.

¹⁵⁶ Рассчитано автором в соответствии с методикой.

Таблица 3. 6. Процедура подтверждения эффекта цифровой инициативы и минимально реалистичные способы компенсации внешних факторов¹⁵⁷

Элемент процедуры	Практический смысл элемента	Как применяется на нефтегазовом предприятии без «идеальных» данных	Как фиксируется и кем подтверждается	Как влияет на статус эффекта в расчете индекса
Выбор базовой линии	Определяет исходный уровень КРІ до внедрения	Берется период до внедрения, сопоставимый по сезонности и ремонтам; при невозможности берется среднее по нескольким периодам	Фиксируется в паспорте инициативы; подтверждается владельцем процесса и контроллингом	Без базовой линии эффект не считается подтвержденным и не включается в экономический результат
Сравнение «до/после»	Дает первичную оценку эффекта	Сравниваются значения КРІ в периодах до и после; проверяется отсутствие крупных внешних изменений	Подтверждается протоколом рабочей группы и актом эффекта	Присваивается статус «предварительно подтвержденный», если риск внешних факторов остается существенным
Контрольный объект	Повышает причинность и доверие	Выбирается сопоставимый объект без внедрения при близких условиях; фиксируется критерий сопоставимости	Подтверждается производством и методологической группой	При наличии контроля статус эффекта повышается, а доверие к расчету растет
Разность-разностей	Компенсирует общий тренд и внешние факторы	Рассчитывается разница изменений КРІ на объекте внедрения и на контрольном объекте	Фиксируется в расчетном отчете и подтверждается контроллингом	Эффект получает статус «подтвержденный», если соблюдены критерии качества данных
Стоимостная модель	Переводит технико-производственный эффект в рубли	Применяется согласованная модель потерь: стоимость простоя, стоимость энергии, стоимость аварийного ремонта, потери качества	Подтверждается экономикой и владельцем процесса; хранится как приложение к методике	Позволяет агрегировать портфель и сравнивать инициативы по экономике
Критерии исключения периодов	Предотвращает неверные выводы из несопоставимых периодов	Исключаются периоды капитальных ремонтов, аварий, резких изменений режима	Решение фиксируется протоколом; указывается причина исключения	Повышает корректность, но требует прозрачности, иначе возрастает риск манипуляций

На основе нормированных показателей и весов формируется *интегральный индекс эффективности процесса цифровой трансформации предприятия I*,

¹⁵⁷ Рассчитано автором в соответствии с методикой.

при расчете которого рост рисков должен снижать итоговую оценку даже при наличии экономического результата. Для предприятий нефтегазовой отрасли это принципиально, поскольку цифровая трансформация не может считаться успешной, если она увеличивает уязвимость критичных контуров или нарушает требования промышленной безопасности.

Интегральная оценка предлагается автором в виде линейной комбинации трех компонент:

$$I = w_R \cdot R + w_M \cdot M + w_K \cdot (1 - K), \quad w_R + w_M + w_K = 1 \quad (3.5)$$

Компоненты R , M и K рассчитываются как взвешенные суммы нормированных показателей соответствующих доменов:

$$R = \sum_{j=1}^{n_R} \alpha_j \cdot r_j, \quad \sum \alpha_j = 1 \quad (3.6)$$

$$M = \sum_{j=1}^{n_M} \beta_j \cdot r_j, \quad \sum \beta_j = 1 \quad (3.7)$$

$$K = \sum_{j=1}^{n_K} \gamma_j \cdot r_{risk,j}, \quad \sum \gamma_j = 1 \quad (3.8)$$

где r_j – нормированные показатели результата или зрелости, рассчитываемые по формулам (3.1) - (3.3);

$r_{risk,j}$ – нормированные риск-показатели.

В целях предотвращения «компенсации» критичных нарушений рекомендуется дополнительно применять пороговые правила, при которых попадание отдельных риск-метрик в «красную зону» ограничивает возможность тиражирования инициатив независимо от значения индекса I ; соответствующее правило фиксируется в методике и отражается в управленческом модуле (рис. 3.1).

Методика расчета требует наличие информационного модуля, обеспечивающего регулярность вычислений и воспроизводимость результатов. На практике распространенной проблемой является ручное сведение данных в электронных таблицах, что увеличивает вероятность ошибок, формирует зависимость от конкретных исполнителей и снижает доверие к оценке. Поэтому инструментарию необходима витрина KPI , которая извлекает данные из источни-

ков, применяет правила качества и расчета, формирует единые значения КРІ по паспортам и передает их в расчетный модуль.

При проектировании витрины *KPI* следует учитывать ограничения информационной безопасности и сегментации технологических сетей: данные из *OT*-контура не могут быть интегрированы в корпоративный контур без специализированных шлюзов, процедур журналирования и разграничения доступа.

В таблице 3.7 приведена типовая карта источников данных, пригодная для планирования реализации информационного модуля.

Таблица 3.7. Типовые источники данных для витрины *KPI* и особенности интеграции в нефтегазовом контуре (соответствует информационному модулю на рисунке 3.1)¹⁵⁸

Набор показателей	Типовые источники данных на предприятии	Какие данные реально извлекаются регулярно	Типовые ограничения и риски качества	Практический способ включения в витрину КРІ
Финансово-экономические показатели и эффекты	ERP, бюджетирование, управленческий учет, реестр проектов	Затраты по инициативам, экономия, финансовые факты по статьям, план-факт	Разные аналитики по подразделениям; лаг закрытия периода; риск двойного учета экономии	Единые аналитики проекта; регламент закрытия; связь с паспортом эффекта из таблицы 3.4
ТОиР и надежность	EAM/CMMS, журналы ремонтов, складские системы	Заказ-наряды, виды ремонтов, длительность, причины отказов, запасы	Неполнота причин отказов; различия в кодировках; ручные поля	Мастер-данные по оборудованию; справочники причин; правила валидации
Производственные показатели	Производственная отчетность, MES/APS при наличии	Объемы, режимы, выполнение планов, простой	Несогласованность определений; различия учета простоев	Паспорт КРІ с правилами учета; сверка с диспетчеризацией
Технологические параметры и режимы	SCADA, исторические базы АСУ ТП, лабораторные системы	Временные ряды параметров; события; показатели качества	Сегментация сети; ограничения доступа; разная частота дискретизации	Использование шлюзов данных; агрегирование на границе контуров; контроль качества временных рядов
Энергетика	Коммерческий и технологический учет, отчетность энергохозяйства	Потребление по объектам, пики, удельные показатели	Несопоставимость границ объектов; потери на сети	Нормирование по выпуску; согласование границ учета в паспортах КРІ
HSE и экология	Системы HSE, журналы происшествий, экология	Инциденты, нарушения, предписания, показатели утечек при наличии	Риск неполной регистрации; различия классификаторов	Унификация классификаторов; контроль полноты; привязка к объектам
ИБ и КИИ	SOC, журналы инцидентов, отчеты аудитов, CMDB	Инциденты, доступность критичных сервисов,	Конфиденциальность; разная критичность активов	Агрегирование до допустимого уровня;

¹⁵⁸ Разработана в соответствии с авторской методикой.

Управленческий модуль инструментария (рис. 3.1) обеспечивает «замыкание» расчетов на управленческие решения. Если индекс и профиль *KPI* публикуются без закрепленной процедуры рассмотрения и корректирующих действий, оценка быстро деградирует до формальной отчетности. Поэтому инструментарий предполагает регулярный цикл: расчет *KPI* и индекса, аудит зрелости по артефактам, рассмотрение результатов на комитете по цифровизации, утверждение решений по портфелю и формирование плана корректирующих мероприятий с назначением владельцев и сроков. С учетом межфункциональной природы цифровизации корректирующие мероприятия должны распределяться не только на цифровой офис, но и на владельцев процессов, ИТ, ИБ, *HSE*, экономический блок и службы эксплуатации.

Типовой регламент цикла и распределение ответственности представлены в Приложении 4.

Для практического применения важно задать правила классификации результата, чтобы значение индекса *I* приводило к однозначным управленческим действиям. Классификация должна оставаться устойчивой во времени, а границы классов следует калибровать на пилотных данных и пересматривать не чаще одного раза в 6–12 месяцев, чтобы сохранялась сопоставимость периодов. Типовой вариант порогов и связанных управленческих решений приведен в таблице 3.8.

Особое место в оценке занимает стоимостная модель эффекта, поскольку именно она переводит технические улучшения в язык управленческих решений и позволяет сопоставлять инициативы. При этом стоимостная модель должна быть, с одной стороны, достаточно простой для регулярного применения, а с другой – достаточно прозрачной, чтобы исключать завышение эффекта. В портфельный эффект включаются только те элементы, которые подтверждены данными и актом эффекта; качественные выгоды фиксируются отдельно и не влияют на финансовую часть компонент результативности.

Таблица 3.8. Классификация типовых управленческих решений по интегральной оценке эффективности цифровой трансформации¹⁵⁹

Класс состояния управления цифровизацией	Ориентировочный диапазон индекса I	Интерпретация сочетания результативности, зрелости и рисков	Типовые управленческие действия	Признак улучшения в следующем цикле
Уровень, допускающий масштабирование и тиражирование	$I \in [0,75; 1,00]$ при отсутствии критичных рисков	Подтвержденные эффекты закреплены в процессах, эксплуатация организована, риск-профиль управляем.	Тиражирование на сопоставимые объекты, расширение промышленной эксплуатации, увеличение доли инициатив с подтвержденным эффектом.	Рост доли подтвержденных эффектов при сохранении или улучшении риск-профиля и без снижения зрелости доменов управления.
Уровень, требующий точечной корректировки управления	$I \in [0,55; 0,75)$ либо неоднородность компонент	Эффекты достигаются частично; зрелость отдельных доменов ограничивает масштабирование; риски в норме или локально повышены.	Фокус на устранении узких мест (данные, эксплуатация, портфельная дисциплина), пересмотр части инициатив, уточнение регламентов подтверждения эффекта.	Устойчивый рост зрелости критичных доменов и снижение вариативности показателей по объектам при сохранении качества данных.
Зона риска и необходимость пересборки портфеля и контуров управления	$I < 0,55$ и/или превышение допустимого риск-профиля ($K > K_{crit}$)	Экономический эффект не подтверждается или нестабилен; зрелость низкая; риски превышают допустимый уровень, что делает эффект «хрупким».	Приостановка части инициатив, аудит данных и ИБ, пересмотр архитектуры и эксплуатационного контура, концентрация на ограниченном наборе инициатив с высоким потенциалом.	Снижение рисков до допустимого уровня, появление первых подтвержденных эффектов и рост зрелости по ключевым доменам.

Для типового эффекта снижения незапланированного простоя экономическая оценка может быть записана в виде:

$$E_{down} = \Delta t_{down} \cdot C_{hour}, \quad (3.9)$$

¹⁵⁹ Разработана в соответствии с авторской методикой.

где Δt_{down} – подтвержденное снижение длительности незапланированного простоя;

C_{hour} – согласованная стоимость часа простоя для данного вида актива.

Шаблон стоимостной модели эффекта, пригодный для закрепления в методике предприятия, приведен в таблице 3.9.

Таблица 3.9. Шаблон стоимостной модели эффекта цифровой инициативы для нефтегазового предприятия¹⁶⁰

Элемент стоимостной модели	Что именно оценивается в рублях	Какая исходная метрика требуется	Как избежать завышения эффекта	Как закрепить в методике и в паспорте инициативы (таблица 3.4)
Стоимость предотвращенного простоя	Снижение потерь от незапланированного простоя оборудования или установки	Часы незапланированного простоя и стоимость часа простоя, определяемая согласованно	Использование контрольного объекта или исключение несопоставимых периодов; прозрачная формула стоимости	Фиксация модели стоимости часа простоя как приложения к методике; указание источников и владельца
Сокращение затрат на аварийный ремонт	Разница между аварийным и плановым ремонтом с учетом материалов и работ	Доля аварийных ремонтов, стоимость работ и запасов	Исключение эффектов общих программ; контроль единиц учета и классификаторов ремонтов	Определение классификации видов ремонтов; контроль качества данных ЕАМ
Оптимизация энергопотребления	Экономия энергии и снижение удельного потребления	Потребление энергии и выпуск продукции, тарифы или стоимость энергии	Нормирование на выпуск; учет сезонности и режимов	Указание границ учета энергии и выпуска; согласование источников
Улучшение качества и снижение брака	Снижение потерь от несоответствия качества и переработки	Доля несоответствий, потери выхода, штрафы/переоценка	Привязка к лабораторным данным и к режимам; исключение смены сырья без компенсации	Регламент сопоставимости сырья и партий; фиксация методики в паспорте эффекта
Сокращение оборотного капитала в МТО	Снижение запасов без ухудшения доступности	Оборачиваемость, уровень запасов, частота дефицитов	Исключение «проедания» запасов ценой риска; учет сервисного уровня	Связка с риск-метриками дефицита; решение комитета по допустимому уровню

¹⁶⁰ Разработана в соответствии с авторской методикой.

Для демонстрации практической реализуемости инструментария целесообразно рассмотреть типовой сценарий применения методики к инициативе предиктивной диагностики оборудования. Данный класс решений распространен в нефтегазе, однако часто дает «хрупкий» эффект, если внедрение ограничено ИТ-проектом без управления изменениями, без интеграции в ТОиР и без регламента реагирования. Поэтому паспорт инициативы должен фиксировать не только наличие датчиков и модели, но и интеграцию с *EAM/CMMS*, правила приоритизации дефектов, метрики использования рекомендаций и контур эксплуатации модели.

Пример применения процедуры подтверждения эффекта с использованием контрольного объекта приведен в таблице 3.14 и иллюстрирует применение формулы (3.4) без усложненных эконометрических построений при сохранении причинной логики.

Таблица 3.10. Пример применения процедуры подтверждения эффекта к инициативе предиктивной диагностики с использованием контрольного объекта¹⁶¹

Элемент примера	Объект внедрения	Контрольный объект	Как интерпретируется результат в контуре эффекта и управления
КРІ для эффекта	Часы незапланированного простоя оборудования за квартал	Тот же КРІ за квартал	Выбор КРІ должен быть закреплён в словаре КРІ и в паспорте инициативы
Базовый период «до»	Значение КРІ в сопоставимом квартале до внедрения	Значение КРІ в тот же квартал	Период должен быть сопоставим по сезонности и ремонтам;
Период «после»	Значение КРІ после внедрения и ввода регламента реагирования	Значение КРІ в тот же период	Важно, чтобы «после» отражало не только установку датчиков, но и начало эксплуатационного режима
Изменение КРІ «до/после»	Разница показателя по объекту внедрения	Разница показателя по контролю	Это первичная оценка, которая может быть искажена
Разность-разностей	Разница изменений между объектом внедрения и контролем	То же значение как нулевая база	Чистый эффект цифровизации
Перевод в рубли	Чистое снижение простоя умножается на стоимость часа простоя	Не применяется	Стоимость часа простоя должна быть закреплена
Статус эффекта	Подтвержденный или предварительный	Не применимо	Статус определяется качеством данных, наличием контрольного объекта и соблюдением процедуры

¹⁶¹ Разработана в соответствии с авторской методикой.

Практическая применимость инструментария зависит от реализуемости сбора данных и уровня их качества. Для нефтегаза качество данных является самостоятельным фактором, поскольку цифровые решения опираются на мастер-данные оборудования, корректные журналы событий, стабильные временные ряды датчиков и согласованные классификаторы причин отказов. При низком качестве данных результативность цифровизации ограничена, а подтверждение эффекта становится спорным. По этой причине домен зрелости управления данными рекомендуется дополнять измеримыми метриками качества (полнота, согласованность, своевременность), которые могут рассчитываться в витрине *KPI*.

Пример включения метрик качества данных в оценку зрелости приведен в Приложении 5.

Отдельного внимания заслуживает *риск технологической устойчивости* и зависимости, который в условиях ограничений по поставкам и по обновлению программного обеспечения может стать существенным фактором не только ИТ-риска, но и производственного риска. В оценке эффективности управления цифровизацией данный аспект целесообразно включать в риск-профиль в виде проверяемых критериев, таких как наличие поддержки и обновлений, наличие планов миграции для критичных компонентов, уровень зависимости от уникальных компетенций и степень безопасной интеграции с *OT*-контуром.

Пример формализации риска устойчивости цифровых решений приведен в таблице 3.11.

Устойчивость внедрения инструментария определяется последовательностью работ и управлением изменениями. Типичной ошибкой является попытка одновременно охватить широкий набор *KPI*, построить сложную витрину данных и оценить весь портфель инициатив, что приводит к затягиванию сроков и снижению доверия. Более устойчивым является поэтапный подход: сначала со-

гласуются паспорта *KPI* и инициатив и выполняется пилотный расчет индекса на ограниченном контуре, затем расширяется витрина и автоматизируется расчет, после чего результаты встраиваются в комитеты и тиражируются на остальные активы.

Таблица 3.11 – Пример формализации риска устойчивости цифровых решений и зависимости от критичных компонентов в риск-профиле¹⁶²

Признак риска устойчивости	Что означает для предприятия	Как измеряется или фиксируется без сложных моделей	Как влияет на управленческое решение по портфелю	Как может быть снижен в рамках корректирующих мероприятий
Критичность компонента для процесса	Отказ или прекращение поддержки компонента ведет к простоям или к невозможности контроля режима	Классификация по критичности актива и процесса; фиксация в CMDB и в паспорте инициативы	Для высококритичных компонентов требуются более строгие требования к архитектуре и сопровождению	Переход на типовые архитектуры; резервирование; план миграции
Наличие официальной поддержки и обновлений	Риск уязвимостей и деградации функциональности	Сведения о договорах поддержки; график обновлений; статус патчей	Отсутствие поддержки может ограничивать масштабирование или требовать дополнительных мер	Контракты поддержки; импортонезависимые альтернативы; усиление ИБ-контролей
Зависимость от уникальных компетенций	Риск потери знаний и невозможности сопровождения	Наличие документации; наличие обученных сотрудников; доля «ключевых людей»	Высокая зависимость снижает устойчивость и повышает риск-балл	Программа обучения; стандартизация; центры компетенций
Уровень технологической интеграции с OT-контуром	Риск расширения поверхности атаки и усложнения сопровождения	Наличие сегментации, шлюзов, журналирования; архитектурное решение	При недостаточных мерах ИБ риск-балл растет и индекс снижается	Архитектурный контроль; сегментация; SOC-мониторинг

Пример поэтапного плана внедрения приведен в таблице 3.12.

¹⁶² Разработана в соответствии с авторской методикой.

Таблица 3.12. Пример поэтапного плана внедрения инструментария оценки эффективности цифровой трансформации (ориентирован на алгоритм рисунка 3.2)¹⁶³

Этап внедрения	Какой результат должен быть достигнут к концу этапа	Какой минимальный объем данных и работ требуется	Какой риск снимается на этом этапе	Какой критерий готовности к следующему этапу применим
Пилот методики на ограниченном контуре	Согласованные паспорта КРІ и инициатив; первичный расчет индекса на пилотных объектах	Данные КРІ по пилотным объектам; реестр инициатив; протоколы подтверждения	Снимается риск «методика не работает на реальных данных»	Индекс интерпретируем; выявлены узкие места; приняты первые управленческие решения
Расширение витрины КРІ и автоматизация расчета	Регулярный расчет КРІ и индекса без ручного сведения	Настройка извлечения данных из ключевых источников; правила качества	Снимается риск ошибок и зависимость от ручного труда	Данные обновляются по календарю; качество контролируется; отчет повторяем
Встраивание в комитеты и КРІ руководителей	Результаты оценки влияют на портфель и ответственность	Регламент комитета; связь с планированием и бюджетом	Снимается риск формальности оценки	Протоколы комитетов приводят к корректирующим мероприятиям и изменению портфеля
Тиражирование на остальные объекты и расширение набора инициатив	Сопоставимость между активами и устойчивое тиражирование	Расширение словаря КРІ; адаптация контрольных объектов	Снимается риск «витрины пилотов» и фрагментации	Рост доли инициатив с подтвержденным эффектом; снижение вариативности по объектам
Регулярный пересмотр и улучшение методики	Методика поддерживает актуальность и доверие	Цикл пересмотра весов, порогов, КРІ; аудит зрелости	Снимается риск устаревания и формализма	Методика признана стандартом; результаты используются в стратегическом управлении

Таким образом, в данном разделе 3.1 разработан и верифицирован алгоритм формирования инструментария оценки эффективности процесса цифро-

¹⁶³ Разработана в соответствии с авторской методикой.

вой трансформации предприятия, ориентированный на условия нефтегазовой отрасли и учитывающий капиталоемкость активов, высокую стоимость простоев, требования промышленной и информационной безопасности, а также необходимость тиражирования решений при неоднородности данных и автоматизации.

Ключевым методическим результатом является *интегральная модель* оценки, в которой результативность портфеля (R), зрелость управления (M) и риск-профиль (K) рассматриваются как взаимодополняющие измерения и агрегируются в единый индекс I при сохранении возможности расшифровки по доменам и KPI . Для обеспечения причинности результатов предложены стандартизированные паспорта инициатив и KPI , процедуры подтверждения эффекта с использованием сравнения «до/после» и метода разность-разностей, а также требования к витрине KPI и метрикам качества данных.

Практико-прикладной результат инструментария проявляется в формировании управленческого контура, который связывает расчет индекса с регулярными решениями по портфелю цифровизации, корректировками регламентов и ответственности. Тем самым обеспечивается переход от «отчетности о цифровизации» к управлению цифровизацией как портфелем изменений, ориентированным на подтвержденные эффекты, воспроизводимость и управляемый риск.

Оценка эффективности процесса *цифровой трансформации* на предприятии ТЭК рассматривается не как дополнительная отчетная нагрузка, а как инструмент экономии ресурсов и повышения устойчивости производственных систем за счет более точного выбора инициатив, дисциплины эксплуатации и управляемости рисков. То есть как важный инструмент поддержки принятия действенных управленческих решений на промышленных предприятиях в условиях энергетической нестабильности.

3.2 Система многокритериальной оценки эффективности цифровой трансформации на предприятиях нефтегазодобычи на основе VRIN-портфеля

Для разработки системы многокритериальной оценки эффективности цифровой трансформации в нефтегазодобыче (НГД) дополнительно уточним, что данная система представляет собой *совокупность взаимосвязанных инициатив, реализуемых в условиях ограниченности финансовых, кадровых и инфраструктурных ресурсов*, а также повышенных требований по промышленной и информационной безопасности.

Эффекты цифровой трансформации проявляются не только в виде прямых финансовых результатов (*NPV*, снижение *OPEX*), но и в виде операционных и нефинансовых эффектов: рост надежности и коэффициента использования фонда скважин, снижение незапланированных простоев, повышение *HSE* и *ESG*-показателей, укрепление киберустойчивости критической информационной инфраструктуры (КИИ).

По этой причине оценка эффективности управления цифровой трансформацией предприятия должна быть многокритериальной и «портфельной»: *объектом управления* является не отдельная ИТ-инициатива, а *портфель цифровых проектов и программ*, включающий платформенные, инфраструктурные и прикладные кейсы, связанных зависимостями предпосылок и комплементарностью ресурсов.

В данном разделе разработана система многокритериальной оценки эффективности управления цифровой трансформации на предприятиях НГД и показано, как агрегированная оценка используется как целевая функция при формировании оптимального портфеля цифровых инициатив. Методика базируется на ресурсно-комплементарном подходе (учет «бутылочных горлышек» по дан-

ным, компетенциям, кибер-мероприятиям и доступу к ОТ/АСУ ТП) и практическим алгоритме внедрения цифровых инициатив (рис. 3.3).

Далее используются обозначения: $I = \{1, \dots, n\}$ – множество инициатив цифровизации; K – множество критериев оценки; M – множество типов ресурсов (бюджет, компетенции, вычислительная мощность, зрелость данных и др.); $T = \{1, \dots, T\}$ – дискретные периоды планирования; $P \subseteq I$ – рассматриваемый портфель инициатив; x_i – бинарная переменная выбора инициативы i ; $y_k(P)$ – значение критерия k для портфеля P .

Управление цифровой трансформацией на предприятиях НГД целесообразно рассматривать через призму ресурсного подхода: конкурентные преимущества формируются не только за счет владения физическими активами, но и за счет уникальных нематериальных ресурсов (данные, компетенции, процессы, архитектура, киберустойчивость).

В логике *VRIN* (*valuable, rare, inimitable, non-substitutable*) цифровые ресурсы должны быть ценными, редкими/дефицитными, труднопроизводимыми и слабо заменяемыми для обеспечения устойчивого эффекта.

Ключевая особенность цифровых программ НГД – комплементарность: прикладной эффект (предиктивная диагностика оборудования) раскрывается только при наличии качественных данных, интеграции ОТ/ИТ, вычислительной и интеграционной платформы, компетенций *MLOps* и реализованных мер ОТ-кибербезопасности. Недостаток любого элемента становится «узким местом», ограничивающим суммарный эффект портфеля (рис. 3.5).

Типология ресурсов предприятия ТЭК приведена в Приложении б.

В задачах управления портфелем цифровизации используются различные подходы – от экспертного скрининга до математических моделей (*MILP*, многоцелевые постановки, сценарный анализ, робастная оптимизация).

Их применимость на предприятии НГД определяется балансом «скорость-точность-объяснимость». Сравнительная характеристика подходов и рисков внедрения представлена в таблице 3.13.

Таблица 3.13. Сопоставление подходов к формированию цифрового портфеля в компании нефтегазодобычи¹⁶⁴

Задача исследования в НГД	Подход	Плюсы	Минусы/риски внедрения
Быстрый скрининг инициатив	Экспертно-аналитическая модель (2-этапность) [4]	быстро, учитывает контекст	субъективность
Отбор состава портфеля при ресурсных лимитах	0-1 ИЛР, ветви-границы [3]	строгость, объяснимость	масштабируемость при $n \rightarrow$ большое
Неопределенность ранних оценок	нечеткие множества, трапециевидные числа [2]	сохраняет интервальность	сложнее для руководства
Многокритериальность	Парето-оптимальность, ε -ограничения [2]	баланс целей	нужен выбор из множества решений
Большие портфели (сотни инициатив)	SPEA II / муравьиный алгоритм [2]	работает на больших n	не всегда 100% оптимум, нужна настройка
Многопериодность, стохастика	многопериодные модели под риском [9]	реализм	сложность данных/калибровки
Гибкость «пилот \rightarrow масштаб»	реальные опционы [4, 8]	учитывает управленческую гибкость	сложность оценки волатильности
Обратные связи и реинвестирование	system dynamics / dynamic CBA [7]	отражает динамику	требует моделирования причинности
Оперативная адаптация	MAS для PPM энергокомпании [6]	адаптивность, распределенность	архитектурная и организационная сложность
Явный учет комплиментарности ресурсов и синергий инициатив (платформенность, «фундамент»)	Ресурсно-комплиментарная MILP: z_{ij} для синергий/конфликтов; u_i и $y_{\{i,m,t\}}$ для эффекта «бутылочного горлышка» (см. формулы (21)-(25))	Согласует оценку и оптимизацию: снижает недооценку инфраструктуры/данных/компетенций и риск двойного счета эффектов	Рост размерности и потребность в калибровке (выбор значимых пар s_{ij} , перечня критичных ресурсов); при большом n нужны эвристички/разреженная карта комплиментарности

¹⁶⁴ Разработано автором по материалам исследования.

Система критериев должна обеспечивать сопоставимость цифровых инициатив разных типов (платформенных и прикладных), учитывать нефинансовые эффекты и поддерживать последующую оптимизацию портфеля. На практике K формируется из блоков: экономический эффект (NPV , $OPEX$ -экономия), производственная результативность (прирост добычи, снижение потерь), надежность ($MTBF$, простои), HSE , ESG , киберустойчивость (ОТ/КИИ), а также архитектурно-организационная готовность (качество данных, наличие владельцев, зрелость процессов управления изменениями).

Так как критерии измеряются в разных шкалах, их значения нормируются в интервал $[0;1]$. Для «выгодных» критериев (max-критерии) используется линейное нормирование (3.10), для «затратных/риск-ориентированных» критериев (min-критерии) – нормирование (3.11) :

$$y_{kP} = \frac{y_{kP} - y_{kmin}}{y_{kmax} - y_{kmin}} \quad (3.10)$$

$$y_{kP} = \frac{y_{kmax} - y_{kP}}{y_{kmax} - y_{kmin}} \quad (3.11)$$

Интегральная многокритериальная оценка эффективности управления цифровой трансформацией для портфеля P определяется взвешенной сверткой нормированных критериев (3.12). Веса w_k задаются экспертно (например, методом парных сравнений АНР) либо как интервалы/нечеткие числа при низкой согласованности приоритетов:

$$P = \sum_{k \in K} w_k \cdot y_{kP}, k \in K, w_k = 1, w_k \geq 0 \quad (3.12)$$

Система оценки становится инструментом управления, когда $E(P)$ используется как целевая функция и/или ограничение при выборе состава портфеля. Формально оптимальный портфель определяется решением задачи (3.13) на допустимом множестве Ω , задаваемом ресурсными, календарными, технологическими и риск-ограничениями:

$$P^* = \operatorname{argmax}_{P \in \Omega} E(P) \quad (3.13)$$

Для практических задач управления цифровизацией в компаниях НГД необходимо явно фиксировать «ресурсный портфель» – набор ограниченных ресурсов, распределяемых по периодам и инициативам. Ресурс трактуется расширенно: кроме финансовых лимитов учитываются трудовые ресурсы и дефицитные компетенции, ограничения вычислительной и сетевой инфраструктуры, зрелость данных и практик *data governance*, организационные способности управления изменениями, а также обязательные меры безопасности и устойчивости (ОТ/КИИ-сегментация, соответствие требованиям регуляторов).

Динамический вектор доступных ресурсов на горизонте планирования задается формулой (3.14):

$$R_t = R_{1t}, R_{2t}, \dots, R_{Mt}, t = 1, \dots, T \quad (3.14)$$

В простейшей 0-1 постановке вводится бинарная переменная выбора инициативы (3.15). Ресурсные ограничения по типам ресурсов и периодам задаются соотношением (3.16), где a_{imt} – потребление ресурса m инициативой i в период t , R_{mt} – доступность ресурса m в период t :

$$x_i \in \{0, 1\}, i = 1, \dots, n \quad (3.15)$$

$$i = 1 \dots n \text{ а } i \text{ м } t \cdot x_i \leq R_{mt}, \forall m = 1, \dots, M; t = 1, \dots, T \quad (3.16)$$

Целевая функция в базовом виде – максимизация суммарного эффекта портфеля (3.17). На практике для предприятия НГД величина v_i формируется как многокомпонентная оценка инициативы, включающая финансовую компоненту и «переводимые» в денежную/балльную шкалу операционные эффекты (надежность, безопасность), чтобы избежать систематического недоучета нефинансовых результатов:

$$x_i = 1 \text{ н } v_i \cdot x_i \quad (3.17)$$

Важной особенностью портфеля цифровой трансформации являются зависимости: инициатива-«потребитель эффекта», которая не может быть реализована без инициатив-«предпосылок» (данные, ОТ-доступ, кибер-меры). Если

инициатива j требует обязательной реализации инициативы i , то ограничение задается формулой (3.18). Если допускается альтернатива -достаточно реализовать хотя бы одну, действует ограничение (3.19):

$$x_j \leq x_i, \forall i \rightarrow j \in G \quad (3.18)$$

$$x_j \leq i \in \text{Pred}(j) x_i, \quad \text{Pred } j \subseteq I \quad (3.19)$$

Если для предприятия принципиально важно не сворачивать критерии в одну функцию, используется многоцелевая постановка (3.20), где $f_k(x)$ – значение k -го критерия портфеля, выраженное через переменные выбора x :

$$x f_1 x, f_2 x, \dots, f_K x \quad (3.20)$$

Практически применяются два базовых подхода к получению единственного решения из множества Парето-оптимальных решений: (а) взвешенная свертка критериев (3.21) и (б) метод ε -ограничений (3.22). Вторым подходом удобен, когда риск-аппетит и требования по HSE/киберу задаются как жесткие пороги:

$$x F x = k = 1 K w_k \cdot f_k x \quad (3.21)$$

при условиях:

$$x f_1 x f_k x \geq \varepsilon_k, \quad k = 2, \dots, K \quad (3.22)$$

На ранних стадиях цифровой трансформации значительная часть исходных данных носит экспертный и интервальный характер. В этом случае параметры потребления ресурсов и/или эффектов можно задавать нечеткими величинами, а ограничения – в форме нечеткого неравенства (3.23) с последующей дефаззификацией (например, по уровню надежности α):

$$i = 1 n a i m t \cdot x_i \leq R m t \quad (3.23)$$

Цифровая трансформация на предприятиях НГД, как правило, имеет многопериодный характер (платформа → пилоты → масштабирование). В многопе-

риодной постановке используются переменные x_{it} (инициатива i реализуется/активируется в период t), а также бюджетные и ресурсные ограничения по периодам. Типовой вид ресурсного и бюджетного ограничений приведен в формулах (3.24)-(3.25):

$$i=1naimt \cdot x_{it} \leq Rmt, \forall m, t \quad (3.24)$$

$$i=1ncit \cdot x_{it} \leq Bt, t=1, \dots, T \quad (3.25)$$

Если эффекты и риски заданы сценариями (или распределениями), то целевая функция может также включать контроль риска, например, через CVaR. В рамках цифрового портфеля, таким образом, возможны альтернативные сценарии, предусматривающие возможность управления рисками (рис.3.4):

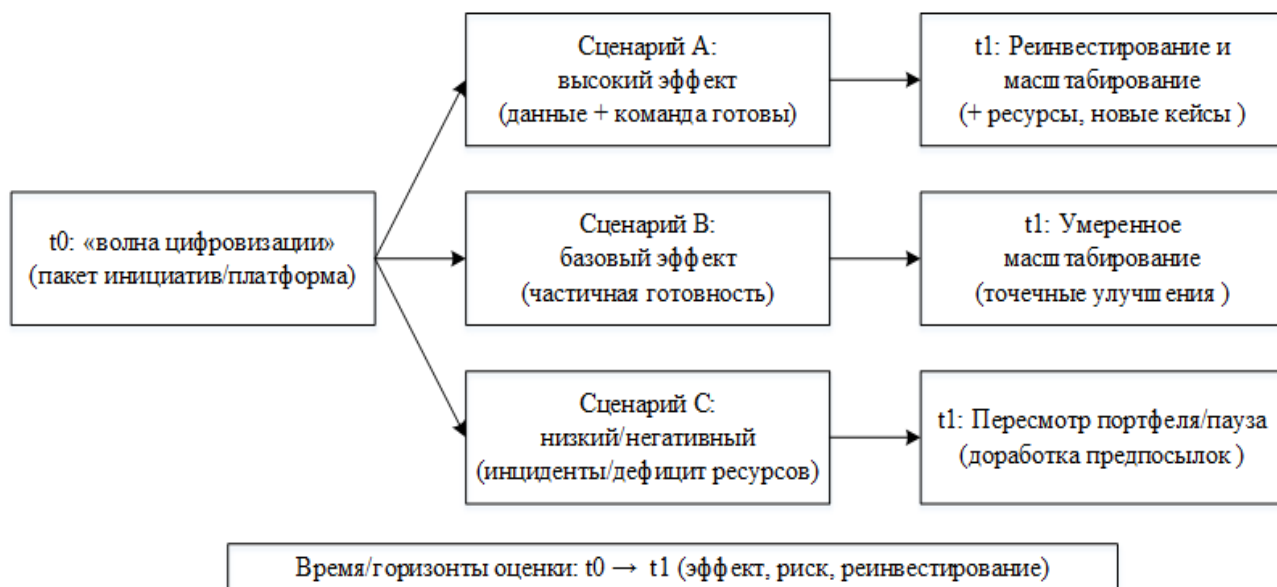


Рисунок 3.4. Примерная схема реализации сценарного подхода для определения вариантов управления рисками цифровизации на предприятии НГД¹⁶⁵

Следует отметить, что статическая оценка (однократное сравнение затрат и выгод) может систематически занижать результат, тогда как динамическая

¹⁶⁵ Составлено автором с использованием информации, содержащейся в публикациях: Кушнир П.А., Радаев А.Е., Ташенова Л.В. Модель обоснования характеристик портфеля проектов на основе средств бинарной оптимизации // π -Economy (СПбПУ). 2024; Rockafellar R.T., Uryasev S. Optimization of Conditional Value-at-Risk (CVaR); Uryasev S. Conditional Value-at-Risk: Optimization Algorithms and Applications.

cost-benefit логика позволяет учитывать накопление цифрового потенциала и реинвестирование.

Для формализации динамики введем агрегированную переменную S_t – «цифровой потенциал/зрелость» предприятия (качество данных, готовность процессов, зрелость платформы), а также I_t – объем инвестиций в период t . Простейший системно-динамический каркас может быть записан в виде (3.26)-(3.28), где (3.26) описывает накопление/амортизацию цифрового потенциала; (3.27) – зависимость эффекта от уровня потенциала; (3.28) – эволюцию бюджета при частичном реинвестировании эффекта:

$$S_{t+1} = S_t + \phi \cdot I_t - \psi \cdot S_t, 0 \leq S_t \leq 1 \quad (3.26)$$

$$f_t = f(S_t, x_t) \quad (3.27)$$

где $f(\cdot)$ нелинейна и содержит пороги раскрытия эффекта.

$$B_{t+1} = B_t - I_t + \rho \cdot Eff_t, 0 \leq \rho \leq 1 \quad (3.28)$$

Данный каркас не подменяет детальную портфельную оптимизацию, но задает корректную управленческую логику: недофинансирование нижних уровней «пирамиды цифровых эффектов» уменьшает S_t , тем самым снижая Eff_t и возможности реинвестирования.

Благодаря использованию ресурсно-комплементарного подхода появится возможность включать в оптимизацию платформенные и кибер-инициативы, чей прямой эффект v_i может быть мал или трудномонетизируемым, но которые повышают отдачу других проектов.

Пусть коэффициент s_{ij} отражает синергию ($s_{ij} > 0$) или конфликт ($s_{ij} < 0$) для пары инициатив (i, j) . Введем бинарную переменную z_{ij} , равную 1 тогда и только тогда, когда обе инициативы выбраны. Упрощенная целевая функция РКП имеет вид (3.29), где $u_i \in [0; 1]$ – доля раскрытия эффекта инициативы i :

$$i = 1 \cdot n \cdot v_i \cdot u_i + i < j \cdot s_{ij} \cdot z_{ij} \quad (3.29)$$

Чтобы сохранить линейность, произведение $x_i x_j$ заменяется стандартной линейной оболочкой (3.30):

$$z_{ij} \leq x_i, z_{ij} \leq x_j, z_{ij} \geq x_i x_j \quad (3.30)$$

Комплементарность ресурсов описывается через явное распределение ресурсов y_{imt} и ограничение их суммарной доступности (3.31). Для каждой инициативы вводится u_i – «коэффициент реализуемости/раскрытия эффекта», который ограничивается обеспечением каждого критического ресурса (3.32): если по какому-то ресурсу выделено меньше нормы, u_i снижается и эффект v_i раскрывается не полностью. Для предотвращения логической ошибки «эффект без предпосылок» дополнительно вводится ограничение (3.33), связывающее u_j с фактами выбора предпосылок):

$$\sum_{i=1}^n y_{imt} \leq R_{mt}, \forall m, t \quad (3.31)$$

$$a_{imt} u_i \leq y_{imt}, \quad \forall i, m, t, 0 \leq u_i \leq 1 \quad (3.32)$$

$$u_j \leq x_i, \forall i \rightarrow j \in G \quad (3.33)$$

Для крупных программ цифровизации важны не только итоговый состав портфеля, но и реализуемость по календарю: инициативы конкурируют за одни и те же производственные «окна», специалистов и инфраструктуру. В многопериодном *MILP* это учитывается через переменные старта s_{it} и активности a_{it} . С помощью формулы (3.34) задается так называемый «единичный старт», с использованием формулы (3.35) возможно увязка старта и цифровой активности на временном интервале d_i , а с применением формулы (3.36) распределяются ограничения на имеющиеся ресурсы по времени по активным цифровым инициативам):

$$\sum_{t=1}^T s_{it} = x_i, \forall i \quad (3.34)$$

$$a_{it} = \tau = \max(1, t - d_i + 1) s_{it}, \forall i, t \quad (3.35)$$

$$\sum_{i=1}^n r_{imt} \cdot a_{it} \leq R_{mt}, \forall m, t \quad (3.36)$$

Отметим, что *CVaR* рассматривается в дух нотациях: 1) как целевая функция минимизации сопряженного с цифровой инициативой риска с ориентацией на достижение минимальной величины эффекта; 2) либо как принимаемое исследователями ограничение на риск для достижения максимального размера эффекта. Соответствующие формы представлены в (3.37)-(3.38) :

$$x \text{ CVaR} \alpha Lx \quad (3.37)$$

при условии: $Effx \geq \varepsilon$

$$x \in \mathbb{E} Effx \quad (3.38)$$

при условии: $\alpha Lx \leq \gamma$

Следует учитывать, что сценарный подход эффективен при наличии адекватных сценариев. Если требуется гарантированная выполнимость при неизвестных реализациях параметров в заданном множестве неопределенности, применяются робастные ограничения ресурсов. Пусть потребление ресурса a_{imt} лежит в интервале (3.39) либо описывается номиналом и отклонением (3.40). Тогда «обычное» ограничение (3.41) преобразуется в робастную форму (3.42) :

$$a_{imt} \in [a_{imt}^{min}, a_{imt}^{max}] \quad (3.39)$$

$$a_{imt} = a_{imt}^{nom} + \Delta a_{imt} \cdot \xi_{imt}, \xi_{imt} \leq 1 \quad (3.40)$$

$$\sum_{i=1}^n a_{imt} \cdot x_i \leq R_{mt} \quad (3.41)$$

$$a \in \mathcal{U} \sum_{i=1}^n a_{imt} \cdot x_i \leq R_{mt} \quad (3.42)$$

Для практических задач удобно использовать «бюджет неопределенности» (*Bertsimas-Sim*): ограничение допускает, что одновременно «ухудшатся» не все параметры, а не более Γ_{mt} параметров. Робастный аналог ресурсного ограничения может быть записан в эквивалентной линейной форме (3.43)-(3.44), где π_{mt} и q_{imt} – вспомогательные переменные:

$$\sum_{i=1}^n a_{imt}^{nom} x_i + \Gamma_{mt} \cdot \pi_{mt} + \sum_{i=1}^n q_{imt} \leq R_{mt} \quad (3.43)$$

(3.44)

$$qimt \leq \Delta aimt_{xi,q}$$

Комбинированные модели ожидания и контроля хвостового риска могут быть построены как риск-скорректированная максимизация (3.45) или как «робастно-ограниченная» версия (3.46) при робастных ресурсных ограничениях.

$$x \in \text{Eff}x - \lambda \cdot \text{CVaR}\alpha Lx \quad (3.45)$$

$$x \in \text{Eff}x \quad (3.46)$$

при условиях: $\alpha Lx \leq \gamma$, и робастные ресурсные ограничения.

Для предприятий НГД дефицит компетенций (*Data Engineering*, ОТ-архитектура, промышленная сеть, *MLOps*, *IEC 62443* и др.) является одним из ключевых ограничителей реализуемости цифрового портфеля. Поэтому компетенции целесообразно включать в модель как отдельный тип ресурса, а также фиксировать их в виде матрицы навыков по ролям/пулу специалистов (табл. 3.14).

Таблица 3.14. Пример структуры матрицы компетенций (уровни 0-4)¹⁶⁶

Роль/пул	ОТ/SCADA	Промышленная сеть	Data Eng	ML/TS (time series)	MLOps	Цифровые двойники	IEC 62443/ОТ-кибер	Управление изменениями
ОТ-инженер АСУ ТП	4	3	1	1	0	2	2	1
Data Engineer	1	1	4	2	2	1	1	1
ML Engineer	1	1	2	4	3	2	1	1
ОТ-киберспециалист	3	3	1	1	0	0	4	1
Product Owner (производство)	2	1	1	1	0	1	1	3
Change Manager	0	0	0	0	0	0	0	4

¹⁶⁶ Рассчитано автором по методике оценки.

Пусть P – множество ролей/пулов специалистов, h_{pt} – доступные часы (или FTE) пула p в период t , $g_{pc} \in [0;1]$ – уровень владения компетенцией c для пула p . Тогда эффективная емкость компетенции c в период t задается формулой (3.47). Пусть инициатива i в период t требует d_{ict} человеко-часов компетенции c ; тогда совокупный спрос определяется формулой (3.48), а ограничение компетенций – формулой (3.49).

$$pct = p \in P h_{pt} \cdot g_{pc} \quad (3.47)$$

$$mct = i = 1 d_{ict} \cdot a_{it} \quad (3.48)$$

$$mct \leq Cap_{ct}, \forall c, t \quad (3.49)$$

Динамика компетенций может моделироваться через обучение и устаревание. Пусть $train_{pct}$ – часы обучения по компетенции c для пула p в период t , κ – коэффициент конверсии обучения в рост компетенции, μ_c – коэффициент устаревания компетенции. Тогда изменение уровня компетенции задается формулой (3.50), а доступные для проектов часы уменьшаются на объем обучения (3.51).

$$g_{pc, t+1} = 1 - \mu_c \cdot g_{pc, t} + \kappa \cdot train_{pct} \quad (3.50)$$

$$h_{ptproj} = h_{pt} - c \cdot train_{pct} \quad (3.51)$$

Чтобы встроить обучение в общий механизм управления, программы развития компетенций можно рассматривать как отдельные «инициативы» портфеля I^{train} со своими затратами и эффектами (рост Cap_{ct} , снижение рисков внедрения, ускорение масштабирования). Тогда общий портфель записывается как объединение цифровых и обучающих инициатив (3.52). Для оперативного выявления «узких компетенций» вводится показатель напряженности (3.53): при $\rho_{ct} > 1$ портфель невыполним по компетенциям или будет сорван по срокам.

$$I_{all} = I_{digital} \cup I_{train} \quad (3.52)$$

$$\rho_{ct} = Dem_{ct} \quad (3.53)$$

Практическая версия *методики внедрения* системы многокритериальной оценки эффективности цифровой трансформации на предприятии НГД включает два связанных контура: (а) контур постановки целей, KPI и подготовки исходных данных (скрининг и нормирование) и (б) контур оптимизации портфеля с учетом зависимостей, ресурсов, рисков и комплиментарности. Итоговый алгоритмизированный механизм внедрения системы многокритериальной оценки эффективности цифровой трансформации в НГД приведен на рисунке 3. 5.

Содержательно данный алгоритм включает следующие связанные действия, которые целесообразно описывать не как разрозненные операции, а как *единый управленческий цикл*:

- 1) формирование владельца и регламента портфеля;
- 2) фиксация целей и *KPI* цифровизации по ключевым блокам (добыча, *OPEX*, надежность, *HSE*, *ESG*, кибер);
- 3) формирование реестра инициатив и карты зависимостей;
- 4) сбор исходных данных по эффектам, затратам, рискам и потребностям в ресурсах;
- 5) нормирование показателей и согласование весов критериев;
- 6) скрининг инициатив на соответствие стратегии и готовность предпосылок;
- 7) оптимизация портфеля (*MILP/0-1*, многопериодность, *CVaR*/робастность);
- 8) анализ Парето и сценариев;
- 9) планирование внедрения;
- 10) контроллинг *KPI* и регулярный пересмотр портфеля.

Методологически и методически важно, что в данном алгоритме реализовано единство системного и ресурсно-комплементарного подходов, что обеспечивает корректность проведения данной процедуры в соответствии с изложенными выше методологическими и концептуальными принципами.

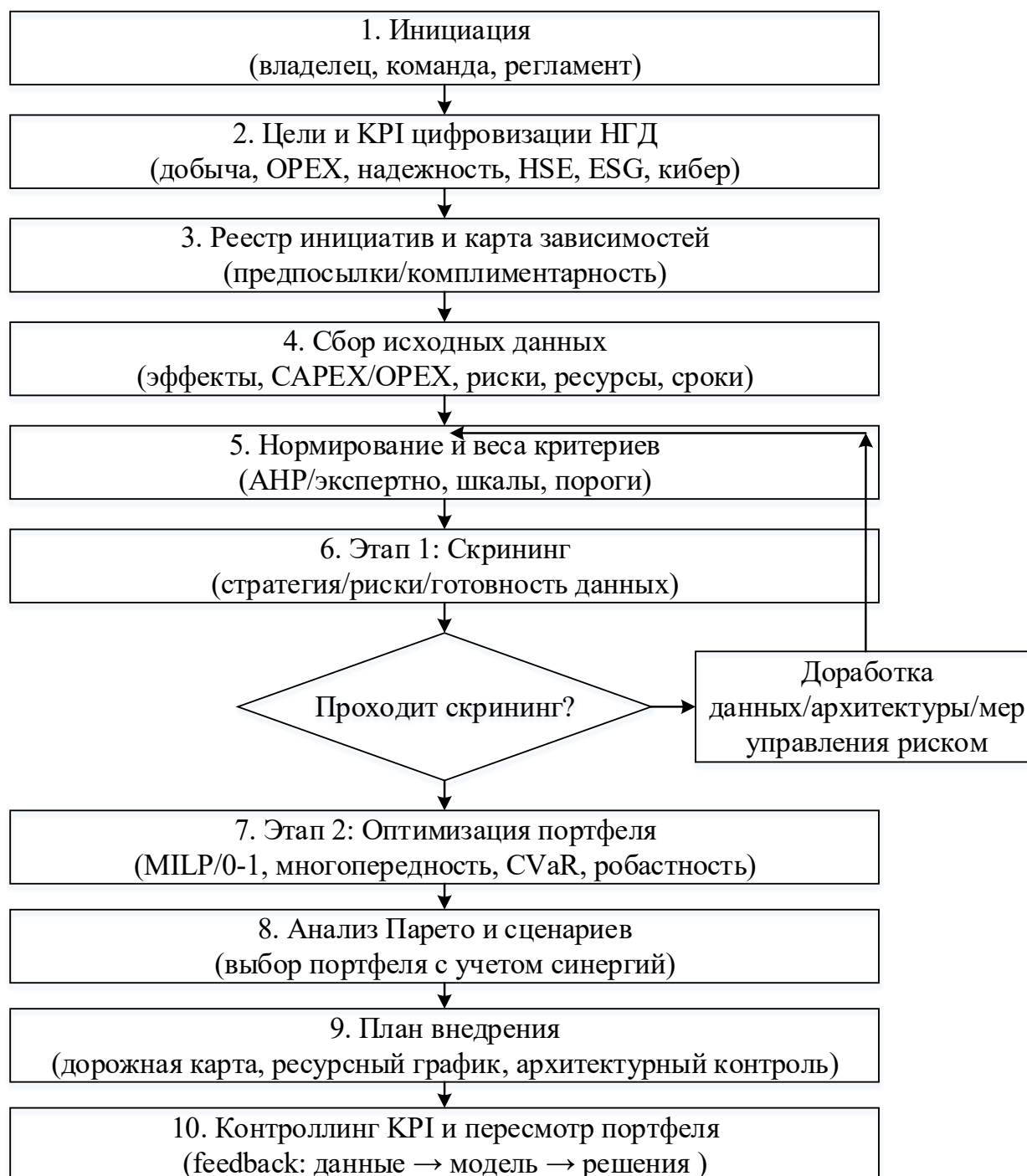


Рисунок 3.5. Алгоритмизированный механизм реализации методики внедрения системы многокритериальной оценки эффективности цифровой трансформации на предприятии нефтегазодобычи¹⁶⁷

¹⁶⁷ Алгоритм разработан автором.

Для обеспечения воспроизводимости оценки необходимо закрепить набор *KPI* по блокам и единые правила расчета. Ниже приведены примеры *KPI*, которые наиболее часто используются при оценке цифровых инициатив НГД и хорошо стыкуются с многокритериальными моделями: показатели надежности и простоя оборудования (табл. 3.15), *HSE* (табл. 3.16), *ESG* (табл. 3.17) и киберустойчивости/КИИ (табл. 3.18).

Таблица 3. 15. Блок «Надежность и эффективность эксплуатации»
(пример *KPI*)¹⁶⁸

Блок	<i>KPI</i>	Формула/смысл	Уровень применения
Надежность оборудования	MTBF	средняя наработка между отказами	насосы/компрессоры/турбины
Ремонтопригодность	MTTR	среднее время восстановления	оборудование/цех
Доступность	Availability	установка/актив	
Производственная устойчивость	Unplanned downtime	часы незапланированного простоя	актив/филиал
Эффективность активов	OEE (если применимо)	доступность×производительность×качество	переработка/производство

Таблица 3.16. Блок «HSE» (пример *KPI*)¹⁶⁹

Блок	<i>KPI</i>	Смысл
Охрана труда	TRIR, LTIFR	частота травматизма (общая/с потерей трудоспособности)
Управление рисками	Near Miss Rate	частота «почти инцидентов» (важно для культуры безопасности)
Процессная безопасность	PSER/аналог	события процессной безопасности (утечки, пожары, взрывоопасные ситуации)
Соблюдение процедур	Permit-to-work compliance	доля работ с корректными разрешениями/нарядами
Барьеры безопасности	Barrier health index	работоспособность критичных барьеров (датчики, клапаны, контуры)

¹⁶⁸ Разработано автором.

¹⁶⁹ Разработано автором.

Таблица 3.17. Блок «ESG/экология» (пример KPI)¹⁷⁰

Блок	KPI	Смысл
Климат	CO ₂ intensity	удельные выбросы на единицу продукции/энергии
Метан	Methane intensity	удельные выбросы CH ₄ (для добычи/транспорта)
Факельное сжигание	Flaring rate	объем/доля факельного сжигания
Разливы/загрязнения	Spill rate	частота/объем разливов
Энергопотребление	Energy intensity	удельное энергопотребление на продукцию

Таблица 3.18. Блок «Кибер и устойчивость ОТ/КИИ» (пример KPI)¹⁷¹

Блок	KPI	Смысл
Обнаружение	MTTD	среднее время обнаружения инцидента
Реагирование	MTTR (cyber) / MTTC	время восстановления/взятия под контроль
Уязвимости	Patch compliance (ОТ/ИТ)	доля критических патчей в срок
Сегментация	ОТ segmentation coverage	доля активов в сегментированной архитектуре
Инвентаризация	Asset visibility	доля ОТ-активов в актуальном реестре
Зрелость	CSF/IEC 62443 maturity score	оценка зрелости процессов и контроля
Инциденты	# incidents (sev1/2)	число критичных инцидентов по тяжести
Тестирование	% systems with periodic pen-test	покрытие тестирования и аудитов

Для построения портфельной модели требуется унифицированный «паспорт инициативы» (табл. 3.19) и матрица распределения ресурсов по периодам (табл. 3.20). Паспорт фиксирует ключевые атрибуты инициативы: эффекты по критериям, *CAPEX/OPEX*, длительность, зависимости, требования к данным и кибер-мероприятиям, параметры неопределенности, а также признаки пилот/масштабирование.

Таблица 3.19 . Шаблон карточки инициативы (поля для реестра цифровых проектов)¹⁷²

Поле	Описание	Пример
ID	уникальный код инициативы	DT-OT-004
Наименование	краткое название	Предиктивное обслуживание насосов

¹⁷⁰ Разработано автором.

¹⁷¹ Разработано автором.

¹⁷² Разработано автором.

Продолжение таблицы 3.19

Домен	OT/IT/Data/Cyber/ESG	OT+Data
Тип	фундамент/платформа/кейс/обучение	прикладной кейс
Актив/контур	объект внедрения	НПЗ-2, насосная станция
Владелец бизнеса	функциональный заказчик	Директор по производству
Владелец ИТ/Цифры	ответственное подразделение	ЦДТ/ИТ- дирекция
Класс критичности	КИИ/не-КИИ, уровень	КИИ, уровень 2
Кибертребования	сегментация/мониторинг/аудит	IEC 62443 zone&conduit
Данные	источники/качество/доступ	SCADA tags, DQ=0.65
Описание эффекта	что улучшаем	-10% простоев
КРІ эффекта	измеримые КРІ	downtime, MTBF
CAPEX/OPEX	оценка по периодам	CAPEX Q2, OPEX с Q3
Ресурсные требования	FTE по ролям и периодам	OT=1.5 FTE, DE=1 FTE
Зависимости	prerequisites	Data platform, OT segmentation
Риски	ключевые риски	качество данных, кибер
Зрелость	TRL/цифровая зрелость	пилот готов
Стадийность	пилот/масштаб	пилот Q2, масштаб Q4
Опциональность	есть ли real option	расширение/отказ
Приоритет	предварительный рейтинг	высокий

Таблица 3.20. Шаблон матрицы ресурсов по периодам (пример)¹⁷³

Ресурс / Период	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Бюджет CAPEX (млн) — доступно								
Бюджет CAPEX — спрос (портфель)								
Бюджет OPEX (млн) — доступно								

¹⁷³ Разработано автором.

Бюджет ОРЕХ — спрос								
Data Engineers (FTE) — доступно								
Data Engineers — спрос								
OT Engineers (FTE) — доступно								
OT Engineers — спрос								
OT-Cyber (FTE) — доступно								
OT-Cyber — спрос								
Вычисления (CPU/GPU) — доступно								
Вычисления — спрос								

Для демонстрации логики двухкритериального отбора рассмотрим мини-пример из четырех инициатив A-D с оценками по двум критериям: *NPV* (max) и риск потерь *Loss* (min). Исходные данные приведены в таблице 3.28. В примере бюджет B ограничен, а зависимости предпосылок не учитываются.

Таблица 3.21. Исходные данные мини-примера (инициативы A-D)¹⁷⁴

Инициатива	Эффект (критерий 1): NPV, ед.	Риск (критерий 2): Loss, ед.	Стоимость (бюджет), ед.
A	10	6	4
B	8	3	4
C	7	2	3
D	6	1	2

¹⁷⁴ Разработано автором.

Ограничение бюджета записывается формулой (3.54), где $cost_i$ – стоимость инициативы i , B – бюджет.

$$\sum_{i \in I} cost_i \cdot x_i \leq B \quad (3.54)$$

На основе исходных данных формируются все допустимые портфели, вычисляются значения критериев и выделяются недоминируемые (Парето-оптимальные) решения. Портфель $P1$ доминирует портфель $P2$, если одновременно $NPV(P1) \geq NPV(P2)$ и $Risk(P1) \leq Risk(P2)$, причем хотя бы одно неравенство строго. Результаты перебора для мини-примера представлены в таблице 3.22, а геометрическая интерпретация – на рисунке 3. 6.

Таблица 3.22 . Допустимые портфели мини-примера и значения критериев¹⁷⁵

Портфель	Состав	Стоимость	NPV	Риск
P1	A	4	10	6
P2	B	4	8	3
P3	C	3	7	2
P4	D	2	6	1
P5	A+D	6	16	7
P6	B+C	7	15	5
P7	B+D	6	14	4
P8	C+D	5	13	3
P9	A+C	7	17	8

Для учета комплементарности и архитектурных предпосылок на практике формируется карта зависимостей инициатив (предпосылки \rightarrow потребители эффекта). Удобным и наглядным представлением этой каузальной зависимости является матрица смежности (табл. 3.23), в которой элемент 1, находящийся на пересечении строки i и столбца j означает зависимость $i \rightarrow j$ (i является предпосылкой для j). На основе матрицы автоматически формируются соответствующие ограничения модели.

¹⁷⁵ Рассчитано автором по методике.

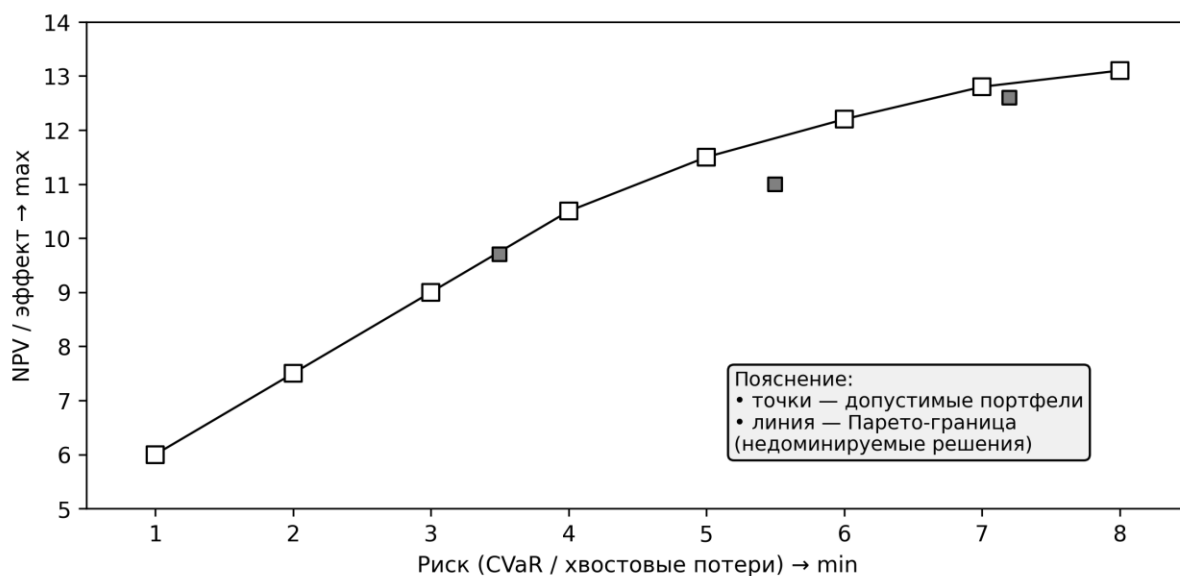


Рисунок 3. 6. Иллюстрация Парето-границы: по оси X – риск, по оси Y – NPV. Недоминируемые решения образуют Парето-набор.¹⁷⁶

Таблица 3.23. Матрица взаимозависимостей основных параметров (с/по)¹⁷⁷

С / по	SEG	DATA	DQ	PdM	DT	SOC	TRN
SEG	0	0	0	1	1	0	0
DATA	0	0	1	1	1	0	0
DQ	0	0	0	1	0	0	0
PdM	0	0	0	0	0	0	0
DT	0	0	0	0	0	0	0
SOC	1	0	0	0	0	0	0
TRN	0	0	0	1	1	0	0

Разработанная и верифицированная на примере нефтегазодобычи система многокритериальной оценки эффективности цифровой трансформации предприятий НГД обеспечивает сопоставимость инициатив разных типов за счет нормирования показателей и интегральной свертки критериев. Агрегированная оценка $E(P)$ связана с задачей оптимизации портфеля и может использоваться как целевая функция, ограничение или инструмент ранжирования цифровых инициатив.

¹⁷⁶ Рассчитано автором с использованием данных таблицы 3.22.

¹⁷⁷ Рассчитано автором по методике.

Таким образом, разработанная методика демонстрирует цикличность цикла управления цифровой трансформацией предприятия НГД, поскольку началом ее реализации является четкая постановка целей и задание *KPI*, а также подготовка необходимых для процесса управления (достижения целей) данных, затем - процедура оптимизации портфеля цифровых инициатив и, наконец, формирование плана реализации мероприятий и контроллинг фактически достигнутых результатов. Преимущество данной методики состоит в том, что она обеспечивает регулярный пересмотр и актуализацию портфеля на основе новых данных, современных императивов цифровизации и потенциала самой компании. Методическая опора на проектно-портфельный подход и 0-1 оптимизацию и практика двухэтапного механизма управления портфелем нефтегазовых проектов согласуются с результатами исследований, представленных в работах ¹⁷⁸. Применение нечетких оценок и эволюционных методов для поиска Парето-множества в задачах портфельной оптимизации описано в работе С.М.Авдошина¹⁷⁹, многопериодный выбор портфеля с риском – в работе Tofighian A.A.¹⁸⁰, а динамическая *cost-benefit* логика цифровизации энергетики – в публикации Leiva Vilaplana J.A.¹⁸¹. Формализация *CVaR* опирается на классическую постановку Rockafellar-Uryasev¹⁸², а робастные ограничения с бюджетом неопределенности – на подход *Bertsimas-Sim*¹⁸³.

¹⁷⁸ Матвеев А.А., Новиков Д.А., Цветков А.В. Модели и методы управления портфелями проектов. Монография. 2005; Авдошин С.М., Лифшиц А.А. Формирование портфеля проектов на основе нечеткой модели многокритериальной оптимизации // Бизнес-информатика (НИУ ВШЭ); Кушнир П.А., Радаев А.Е., Ташенова Л.В. Модель обоснования характеристик портфеля проектов на основе средств бинарной оптимизации // *π-Economy* (СПбПУ). 2024; Бархатов В.Д. Механизм управления портфелем международных нефтегазовых проектов. НИУ ВШЭ. 2013.

¹⁷⁹ Tofighian A.A. Multi-period project portfolio selection under risk considerations and stochastic income. Springer Open Access. 2018.

¹⁸⁰ Leiva Vilaplana J.A. et al. Dynamic Cost–Benefit Analysis of Digitalization in the Energy Industry. ScienceDirect. 2024.

¹⁸¹ Rockafellar R.T., Uryasev S. Optimization of Conditional Value-at-Risk (CVaR); Uryasev S. Conditional Value-at-Risk: Optimization Algorithms and Applications.

¹⁸² Bertsimas D., Sim M. The Price of Robustness; Sim M. Robust Optimization. PhD Thesis. MIT. 2004.

3.3. Апробация разработанного оценочного инструментария в механизме управления цифровой трансформацией на предприятиях нефтегазового сектора

Целью апробации является проверка практической применимости разработанного многокритериального оценочного инструментария, входящего в состав организационно-экономического механизма управления цифровой трансформацией на примере предприятий, расположенных в границах Южного федерального округа, относящихся к нефтегазовому и смежным сегментам ТЭК. В качестве объектов апробации выбраны три компании, локализирующую свою деятельность в ЮФО и представляющие разные типы производственных контуров: нефтепереработка (ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка», Волгоградская область), нефтепереработка частного сектора (ООО «Афипский НПЗ», Краснодарский край) и газотранспортная инфраструктура (ООО «Газпром трансгаз Краснодар», Краснодарский край). Такой выбор сделан сознательно с целью проверки устойчивости модели оценки к отраслевой неоднородности, отличиям в масштабе бизнеса и различиям в институциональной среде.

Математической основой апробируемого инструментария является модель многокритериальной интегральной оценки, разработанная в параграфе 3.2 данной диссертации, где сравниваемые альтернативы (предприятия) оцениваются по набору критериев, приводимых к единой шкале с помощью нормирования, а затем агрегируемых в свертку с весами. При этом критерии сгруппированы так, чтобы одновременно отразить результативность (финансовые результаты и динамика), зрелость цифровой трансформации (наличие подтвержденных элементов цифрового контура) и риск-аспекты (индикаторы правовых и контрактных рисков по арбитражной статистике).

Такая логика апробируемого инструментария связана с тем, что эффекты управления цифровой трансформацией проявляются не только в финансовых

результатах, но и в готовности к этим изменениям инфраструктуры, данных и соответствующих процессов к масштабированию с учетом рисков.

Схематично эта логика представлена на рисунке 3.7.

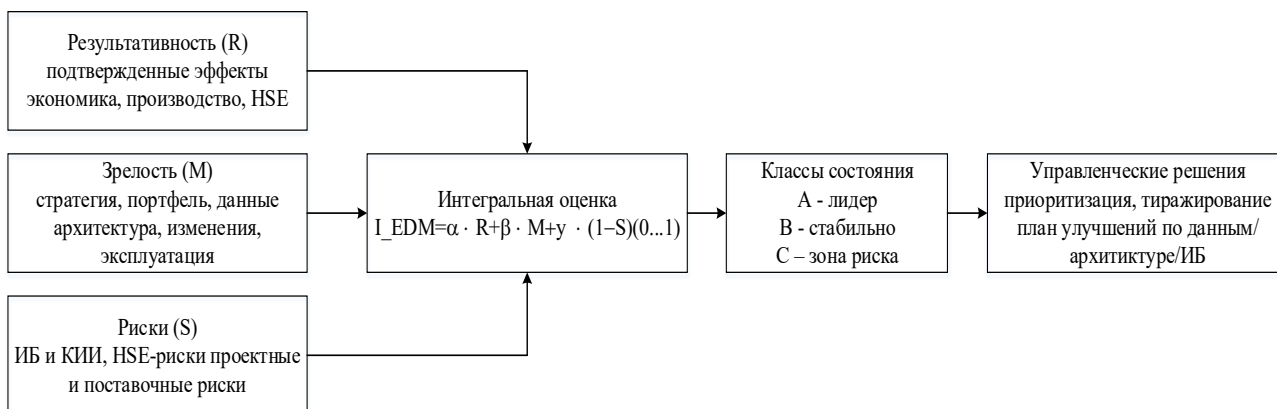


Рисунок 3.7. Концептуальная схема интегральной оценки (R–M–S) цифровой трансформации, используемая как рамка интерпретации результатов¹⁸⁴

Процесс расчета включает две операции. Сначала значения показателей приводятся к шкале от 0 до 1. Для критериев, где большее значение означает лучший результат (критерии типа max), применяется нормирование по формуле: $r = (x - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min})$. Для критериев, где меньшее значение предпочтительнее (критерии типа min), применяется нормирование по формуле: $r = (x_{\max} - x) / (x_{\max} - x_{\min})$. Далее *интегральная оценка* управления цифровой трансформацией предприятия рассчитывается как взвешенная сумма нормированных критериев:

$$I = \sum (w_k \cdot r_k), \text{ где } w_k - \text{вес критерия, } \sum w_k = 1.$$

В качестве исходных открытых данных принята бухгалтерская отчетность предприятий и арбитражная статистика из публичных карточек данных компаний в сервисе «РБК Компании» (выручка, себестоимость, валовая прибыль, прибыль за 2024 год; данные о количестве и сумме арбитражных дел за последние 3 года). Показатели зрелости цифровизации заданы на основе проверяемых

¹⁸⁴ Разработана автором в соответствии с алгоритмом модели многокритериальной оценки.

«следов» цифровых проектов в открытых источниках: наличие корпоративной цифровой/ИТ-стратегии или публично фиксируемой цифровой трансформации, наличие промышленного цифрового контура (АСУ ТП/диспетчеризация/интеграция ОТ-данных), наличие внедренных прикладных цифровых решений уровня *MES*/материальных балансов/интеграции производственных систем. Каждый признак s_1-s_3 кодируется как 1 при наличии подтверждения и 0 при отсутствии; индекс зрелости принят как среднее $(s_1+s_2+s_3)/3$. Все исходные данные сведены в таблицу 3.24.

Таблица 3.24. Исходные данные по рассматриваемым организациям (открытые источники, дата обращения: 02.03.2026)¹⁸⁵

Организация	Регион (ЮФО)	Выручка 2023, млрд руб.	Выручка 2024, млрд руб.	Себестоимость 2024, млрд руб.	Валовая прибыль 2024, млрд руб.	Прибыль 2024, млрд руб.	Арбитраж: дел (3 года)	Арбитраж: сумма (3 года), млрд руб.	Признаки зрелости (s_1, s_2, s_3)
ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоград нефтепереработка»	Волгоградская обл., г. Волгоград	69,85	83,73	49,36	34,37	16,97	256	1,43	1,1,1
ООО «Газпром трансгаз Краснодар»	Краснодарский край, г. Краснодар	68,62	68,98	61,13	7,85	1,27	24	1,73	1,1,1
ООО «Афипский НПЗ»	Краснодарский край, пгт. Афипский	20,09	22,01	7,95	14,06	-18,13	66	16,28	0,1,1

На основе исходных данных рассчитываются производные показатели результативности: темп роста выручки (2024 к 2023), маржа чистой прибыли (прибыль/выручка) и валовая маржа (валовая прибыль/выручка) (табл.3.25). Эти

¹⁸⁵ Составлена автором по данным из официальных источников.

показатели интерпретируются как прокси-метрики экономического эффекта и операционной эффективности, на которые цифровизация и качество управления цифровыми инициативами способны влиять через снижение потерь, повышения управляемости и улучшение производственного учета.

Таблица 3.25. Расчетные показатели результативности и зрелости
(на основе данных табл. 3.24)¹⁸⁶

Организация	Рост выручки 2024/2023	Маржа чистой прибыли 2024	Валовая маржа 2024	Индекс зре- лости (0-1)
ООО «ЛУКОЙЛ- Волгограднефтепереработка»	19,87%	20,27%	41,05%	1,0
ООО «Газпром трансгаз Крас- нодар»	0,52%	1,84%	11,38%	1,0
ООО «Афипский НПЗ»	9,53%	-82,38%	63,89%	0,667

Для формирования интегральной оценки использован набор из *шести критериев*. Три первых критерия описывают экономическую результативность (рост выручки, маржа чистой прибыли, валовая маржа). Четвертый критерий фиксирует зрелость цифровизации (индекс $s1-s3$). Два последних критерия отражают риск-компонент через арбитражную статистику: риск по сумме требований и риск по числу дел. Весовые коэффициенты заданы экспертно, исходя из того, что для оценки управления цифровизацией приоритет отдается сочетанию результата и зрелости при обязательном учете рисков. Примененная матрица весов приведена в таблице 3.26.

Таблица 3.26. Критерии, тип нормирования и веса в интегральной оценке¹⁸⁷

Критерий	Тип	Вес w_k
r1 Рост выручки	max	0,15
r2 Маржа чистой прибыли	max	0,25
r3 Валовая маржа	max	0,15
r4 Зрелость цифровизации	max	0,25
r5 Риск по сумме арбитража	min	0,1
r6 Риск по числу арбитражных дел	min	0,1

¹⁸⁶ Рассчитано автором.

¹⁸⁷ Рассчитано автором.

Результаты нормирования и итоговый интегральный индекс представлены в таблице 3.27. Поскольку нормирование выполнено по выборке из трех предприятий, нормированные значения являются относительными и отражают позицию предприятия внутри сопоставляемой группы; это соответствует задаче апробации как процедуры проверки дееспособности и инвариантности инструментария к отраслевым и географическим отличиям анализируемых предприятий.

Таблица 3.27. Нормированные критерии и интегральный индекс (I)¹⁸⁸

Организация	r1 Рост	r2 Маржа прибыли	r3 Ва- ловая маржа	r4 Зре- лость	r5 Ар- битраж сумма	r6 Ар- битраж дел	Интеграль- ный индекс
ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»	1,0	1,0	0,565	1,0	1,0	0,0	0,835
ООО «Газпром трансгаз Краснодар»	0,0	0,82	0,0	1,0	0,98	1,0	0,653
ООО «Афипский НПЗ»	0,466	0,0	1,0	0,0	0,0	0,819	0,302

Для интерпретации качества управления цифровой трансформацией предприятия интегральный индекс дополнительно переводится в классы состояния. В апробации использована простая шкала: класс А соответствует $I \geq 0,70$ (лидер по совокупности критериев), класс В соответствует диапазону $0,40 \leq I < 0,70$ (стабильное состояние с выраженными зонами улучшений), класс С соответствует $I < 0,40$ (зона риска, требующая корректирующих действий). Итоговая классификация дана в таблице 3.28.

Таблица 3.28. Итоговая классификация предприятий по интегральному индексу¹⁸⁹

Организация	Интегральный_индекс	Класс состоя- ния
ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»	0,835	А (лидер)
ООО «Газпром трансгаз Краснодар»	0,653	В (стабильно)
ООО «Афипский НПЗ»	0,302	С (зона риска)

¹⁸⁸ Рассчитано автором с использованием методики многокритериальной оценки.

¹⁸⁹ Рассчитано автором с использованием методики многокритериальной оценки.

Графическая интерпретация результатов показана на рисунках 3.8-3.9. На рисунке 3.8 приводится сравнение итоговых интегральных оценок. На рисунке 3.9 показана структура вклада укрупненных блоков в итоговую оценку, что позволяет увидеть, за счет чего предприятие достигает ожидаемого результата и где находятся потенциальные «узкие места». На рисунке 3.10 представлена сравнительная «профильная» диаграмма нормированных критериев.

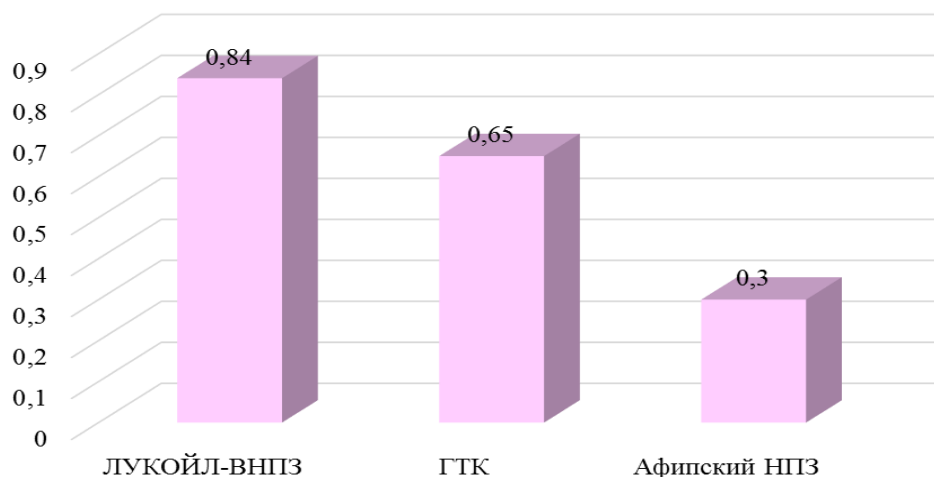


Рисунок 3.8. Интегральный индекс управления цифровой трансформацией (I) анализируемых предприятий ЮФО¹⁹⁰

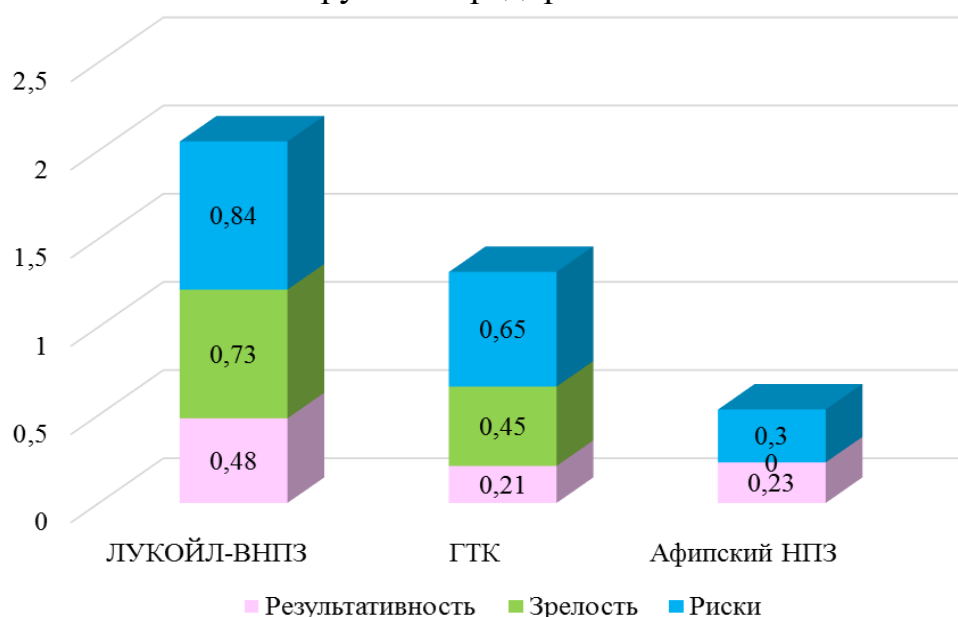


Рисунок 3.9. Вклад блоков результативности, зрелости и рисков в интегральный индекс анализируемых предприятий ЮФО¹⁹¹

¹⁹⁰ Разработано автором по результатам оценки.

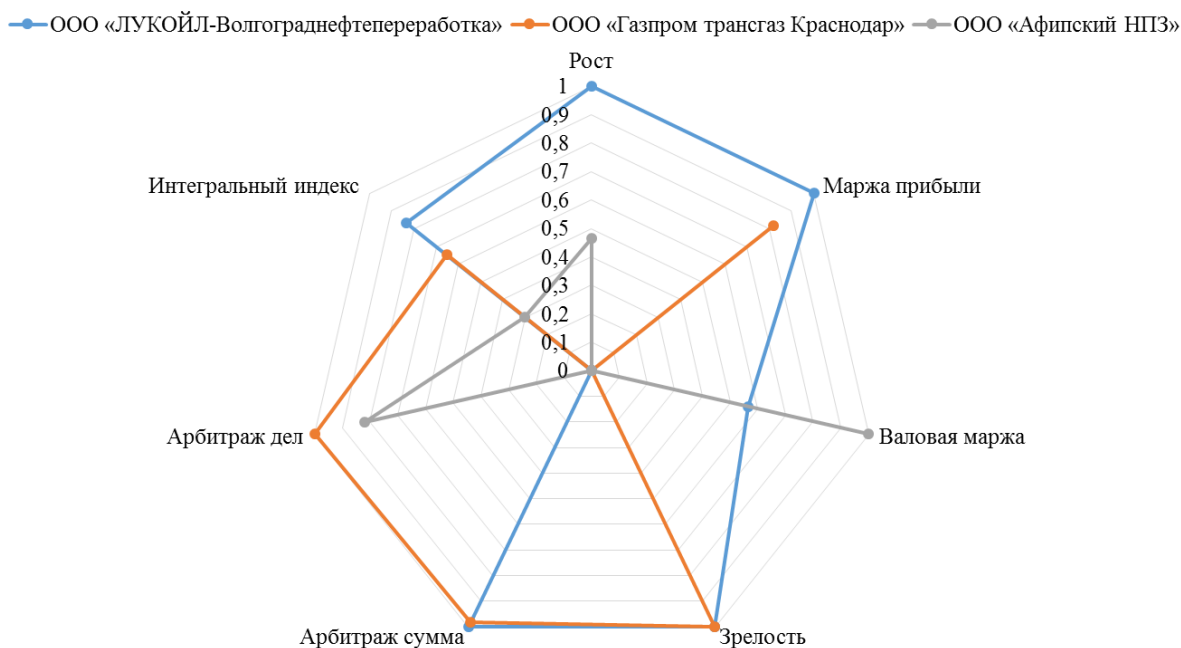


Рисунок 3.10. Профили нормированных критериев в разрезе анализируемых предприятий – Лукойл-ВНПЗ, ГТК, Афипский НПЗ¹⁹²

Полученные значения интегрального индекса показывают устойчивое лидерство ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» в рассматриваемой группе предприятий ТЭК ($I = 0,835$, класс А). Преимущество формируется за счет сочетания высокой динамики выручки, наибольшей маржи чистой прибыли, подтвержденных элементов цифрового контура и сравнительно низкой суммы арбитражных требований. В открытых источниках фиксируются как корпоративная цифровая повестка и ИТ-стратегия Группы «ЛУКОЙЛ», так и практики промышленной цифровизации на нефтепереработке, включая интеграцию производственных систем и внедрение решений для материального баланса. Это позволяет интерпретировать высокий индекс не только как следствие масштаба бизнеса, но и как признак зрелой управленческой модели цифровизации, где «фундамент» (интеграция, данные, безопасность) поддерживает прикладные эффекты.

¹⁹¹ Разработано автором по результатам оценки.

¹⁹² Составлено автором по результатам многокритериальной оценки предприятий.

ООО «Газпром- Трансгаз Краснодар» получает интегральный индекс на уровне $I = 0,653$ (класс В). Это свидетельствует о достаточно высокой ориентированности на процесс масштабной цифровой трансформации данного объединения и фактическую готовность к наращиванию потенциала цифровизации в будущем, поскольку подтверждаемая реальной практикой высокая степени развитости институциональной составляющей совокупного потенциала данного предприятия и сформированный к настоящему времени «зрелый» цифровой профиль подтверждают указанную готовность в цифровому развитию и масштабированию.

Третье модельное предприятие - ООО «Афипский НПЗ» по результатам оценивания получил самый низкий, по сравнению с другими компаниями, итоговый индекс $-I = 0,302$ (класс С). Это объясняется, прежде всего, неравномерностью динамики экономических показателей, недостаточной степенью прозрачности уровня цифровой зрелости предприятия, достаточно высокими значениями рискованной компоненты, сопряженной с цифровизацией, и рядом других факторов.

Отмеченный сравнительный контекст полученных с использованием авторского инструментария результатов оценки позволяет сделать ряд методологически и практически значимых выводов.

В методологическом аспекте подтверждена работоспособность данного инструментария и его универсальность в отношении отраслевых различий компаний ТЭК, географической локализации предприятий и ряда других. Важно, в частности, положительно оценить способность инструментария к ранжированию объектов анализа по важнейшим показателям - характеристикам цифровой зрелости и открытости их к цифровизации. Кроме того, в нем заложена возможность ранжирования самих показателей по степеням их возможности/готовности компенсировать недостаточный уровень других. Так, относительно высокие показатели прибыльности того или иного предприятия не означают получения им

высокой интегральной оценки, если у него фиксируются, например, высокие риски. Одновременно инструмент демонстрирует интерпретируемость: по профилям критериев и структуре вкладов можно определить направления улучшений без дополнительной сложной оптимизации.

Иными словами, практическая значимость данного инструментария очевидна. Тем более что его возможно усовершенствовать, не прибегая к сложной и трудоемкой оптимизации.

Ограничением апробации является зависимость нормированных значений от состава сравниваемой группы и использование открытых данных, которые не всегда позволяют измерить технологический эффект цифровизации напрямую (например, снижение простоев, рост *MTBF/MTTR*, снижение потерь энергии и т.п.). В расширенной постановке, соответствующей логике параграфа 3.2, рекомендуется дополнять систему критериев отраслевыми *KPI* надежности, *HSE* и *ESG*, а также использовать пороговые (нормативные) границы нормирования, чтобы обеспечить сопоставимость при расширении выборки предприятий нефтегазовой сферы в ЮФО.

Для практической настройки процедуры оценки и интеграции ее в контур управления цифровизацией целесообразно использовать алгоритмизированную схему внедрения и цикл обратной связи, представленные в параграфе 3.1.

Таким образом, апробация на предприятиях ТЭК, расположенных в ЮФО, подтверждает, что разработанный инструментарий на базе многокритериальной модели нормирования и свертки обеспечивает воспроизводимую ранжировку предприятий, выявляет дисбалансы между результативностью, зрелостью и рисками и может использоваться как практический механизм для постановки задач портфеля цифровизации и мониторинга управленческих решений.

Как отмечалось, использованные открытые источники включают публичные карточки организаций в сервисе «РБК Компании» (финансовые показатели и арбитражная статистика): ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»,

ООО «Газпром трансгаз Краснодар», ООО «Афипский НПЗ» (дата обращения: 02.03.2026), что также положительно характеризует практический потенциал данного инструментария.

Сведения о цифровых инициативах и зрелости: страница *LUKOIL «Digitalization»* (описание ИТ-стратегии и направлений цифровых программ); публикация «Конференция MES ИНДАСОФТ 2024» (упоминание опыта внедрения системы материального баланса на ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»); материал Control Engineering (описание централизованной системы управления и интеграции АСУ ТП на ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»); публикация на сайте «Газпром трансгаз Краснодар» о семинаре по импортозамещению и цифровизации объектов компании; страница отчета Группы «Газпром» о ключевых документах устойчивого развития (упоминание утверждения стратегии цифровой трансформации); материал ИСУП/ИндаСофт с упоминанием «Афипского НПЗ» как примера внедрения российских решений; описания систем АСУ ТП для установок ООО «Афипский НПЗ» в открытых реестровых карточках средств измерений (табл.3.29).

Следует дополнительно отметить, что выполненная апробация разработанного оценочного инструментария на предприятиях сферы ТЭК Южного федерального округа показала, что предложенная в работе логика интегральной оценки «результативность – зрелость – риск» обладает практической применимостью и обеспечивает воспроизводимую процедуру сопоставления организаций, отличающихся по типу производственного контура, масштабу бизнеса и институциональным условиям функционирования. Поскольку в ходе апробации инструментарий был проверен на примере трех предприятий ЮФО нефтегазового и смежного сегментов ТЭК (нефтепереработка и газотранспорт), это позволило констатировать устойчивость модели к отраслевой неоднородности и различиям в структуре эффектов цифровой трансформации. Полученные результаты подтверждают, что оценка эффективности управления цифровой трансфор-

мацией должна строиться не как фиксация «уровня цифровизации» по количеству принимаемых решений, а как *измерение управляемости* цифровых преобразований через достижение подтверждаемых результатов при наличии зрелого управленческого контура и приемлемого уровня сопутствующих рисков.

Таблица 3.29. Открытые источники данных и подтверждения признаков зрелости (*URL*, дата обращения: 02.03.2026)¹⁹³

Данные/использование	Источник (<i>URL</i>)	Дата обращения
1	2	3
Финансовые показатели и арбитраж: ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»	https://companies.rbc.ru/id/1023404362662-ooo-lukojl-volgogradneftepererabotka/	02.03.2026
Финансовые показатели и арбитраж: ООО «Газпром трансгаз Краснодар»	https://companies.rbc.ru/id/1072308003063-ooo-gazprom-transgaz-krasnodar/	02.03.2026
Финансовые показатели и арбитраж: ООО «Афипский НПЗ»	https://companies.rbc.ru/id/1037739597059-ooo-afipskij-neftepererabatyivayuschij-zavod/	02.03.2026
Сведения о цифровой трансформации Группы «ЛУКОЙЛ» (признак s1, элементы цифровых программ)	https://lukoil.ru/Business/technology-and-innovation/digitalization	02.03.2026
Сведения о цифровой трансформации Группы «Газпром» (признак s1, общая цифровая повестка)	https://sustainability.gazpromreport.ru/2024/role-in-national-economy/digital-transformation/	02.03.2026
Применение цифровых технологий в ООО «Газпром трансгаз Краснодар» (БПЛА для мониторинга газопроводов; признак s3)	https://krasnodar-tr.gazprom.ru/press/news/2020/03/143969/	02.03.2026
Промышленная автоматизация на ООО «Афипский НПЗ» (описание АСУ ТП; признак s2)	https://all-pribors.ru/opisanie/57385-14	02.03.2026
Пример внедрения ИТ-систем на ООО «Афипский НПЗ» (электронный документооборот; косвенный признак организационной цифровизации)	https://solutions.1c.ru/projects/385251/	02.03.2026

Ключевой методический итог апробации состоит в том, что математическая модель многокритериальной оценки, реализованная через нормирование

¹⁹³ Составлена автором по материалам исследования.

разнородных показателей к единой шкале и последующую свёртку с весовыми коэффициентами, обеспечивает сопоставимость альтернатив даже при различии исходных единиц измерения и разнонаправленности критериев. Нормирование по типам «max/min» и агрегирование в интегральный индекс позволяют одновременно сохранить интерпретируемость результата и избежать методических искажений, возникающих при прямом суммировании несопоставимых метрик.

Применение интегрального индекса в рамках апробации показало, что он функционирует как ранжирующий и диагностический инструмент: итоговая оценка не только распределяет предприятия по «уровням состояния», но и раскрывает, какие именно компоненты (результативность, зрелость, риск) формируют позицию предприятия в группе. Тем самым инструментарий может рассматриваться как практический механизм, поддерживающий управленческие решения по портфелю цифровизации, а не как «отчетный показатель», оторванный от управленческого цикла.

Результаты расчетов по открытым данным продемонстрировали различие профилей предприятий даже внутри одной отраслевой рамки. Так, управленческий смысл полученного результата по ООО «Газпром трансгаз Краснодар», Краснодарский край заключается в том, что при сформированном цифровом и организационном «фундаменте» приоритетом становится смещение центра тяжести в сторону измеримого операционного эффекта и его формализованной верификации через *KPI* надежности, энергоэффективности и устойчивости режимов, то есть через те метрики, по которым цифровизация в транспортной инфраструктуре проявляет свою ценность наиболее полно. В данном случае инструментарий показал способность различать ситуации, где «технологическая готовность» и «управленческая зрелость» уже обеспечены, но требуется усиление блока результативности, а также настройка системы подтверждения эффектов и их трансляции в управленческие показатели.

Низкое значение интегрального индекса у ООО «Афипский НПЗ» при наличии отдельных сильных показателей (например, высокой валовой маржи) выявило принципиально важный диагностический эффект инструментария: он позволяет избежать «ложно-положительных» выводов, когда высокая частная метрика может создавать иллюзию благополучия при наличии критических проблем по другим направлениям. Отрицательная прибыльность в рассматриваемом периоде и высокий риск-профиль по сумме арбитражных требований снижают интегральную оценку, а ограниченность публичных подтверждений стратегического уровня цифровой трансформации дополнительно отражается на компоненте зрелости. То есть для данной компании важно усилить (повысить эффективность) именно комплексного управления процессом цифровой трансформации.

Алгоритмизация разработки и внедрения инструментария, описанная в предыдущих параграфах, логически дополняет апробацию: расчётный результат приобретает управленческую ценность только при закреплении регламентов, ответственности за показатели, процедур подтверждения эффекта и требований к качеству данных. В этом смысле проведенная апробация показала не только работоспособность математической модели оценки, но и необходимость организационного «замыкания контура», когда витрина *KPI*, методика нормирования, правила пересмотра весов и классификация состояний становятся частью корпоративного стандарта управления цифровизацией.

Одновременно апробация выявила ограничения пилотной постановки, обусловленные использованием открытых источников данных. Во-первых, часть отраслевых эффектов цифровизации в нефтегазовом контуре по своей природе проявляется не как прямой рост выручки или прибыли, а как снижение потерь, предотвращение простоев, рост надежности оборудования, повышение энергоэффективности, снижение аварийности и улучшение показателей *HSE*; такие эффекты корректно измеряются преимущественно на внутренней технологиче-

ской отчетности (*EAM/CMMS*, журналы ремонтов, *SCADA/АСУ* ТП, *HSE*-системы), а не на публичной финансовой отчетности. Во-вторых, нормирование по принципу *min-max* внутри небольшой выборки делает нормированные значения относительными и чувствительными к составу группы сравнения, что приемлемо для демонстрации механики и ранжирования в рамках апробации, но требует перехода к нормативно закрепленным границам шкал при промышленном внедрении (по историческим данным предприятия, технологическим нормативам и согласованным целевым значениям). В-третьих, индикаторы зрелости, получаемые по «цифровым следам» в публичных источниках, отражают лишь внешне наблюдаемую часть управленческого контура и должны дополняться аудитом зрелости по артефактам управления портфелем, данными, архитектурой и эксплуатацией.

На основании результатов апробации можно сформулировать рекомендации по развитию инструментария и по его дальнейшему масштабированию на других предприятиях ТЭК в ЮФО и нефтегазовой отрасли в целом. Во-первых, при расширении выборки предприятий целесообразно сформировать отраслевой бенчмарк-набор *KPI* результативности, включающий показатели надежности и простоя, энергоемкости, качества планирования ТОиР, а также показатели *HSE* и киберустойчивости, поскольку именно они отражают специфику ценности цифровизации в капиталоемкой и риск-чувствительной отрасли. Во-вторых, для повышения причинной обоснованности оценки эффекта цифровых инициатив целесообразно формализовать процедуры подтверждения эффекта и, по возможности, использовать подходы «до/после» и сравнение с контрольными объектами, что позволит снижать риск неверной атрибуции эффекта внешним факторам. В-третьих, веса и пороги классификации должны быть закреплены в регламенте и пересматриваться по результатам пилотов и анализа чувствительности, но при этом сохранять стабильность, достаточную для сопоставимости динамики во времени. В-четвертых, интегральная оценка должна использоваться

как «вход» в управленческие решения по портфелю (приоритизация, тиражирование, остановка инициатив, перераспределение ресурсов) и как инструмент мониторинга выполнения корректирующих мероприятий по зрелости и рискам, что обеспечивает переход от разрозненных ИТ-инициатив к управляемой цифровой трансформации.

В целом апробация разработанного оценочного инструментария на предприятиях ЮФО подтверждает, что предложенный подход позволяет получить целостную, интерпретируемую и управленчески значимую оценку эффективности управления цифровой трансформацией даже в условиях ограниченной публичной информации. Инструментарий обеспечивает ранжирование предприятий по интегральному индексу, выявляет дисбалансы между результативностью, зрелостью и рисками, а также формирует основу для практических управленческих действий, направленных на повышение устойчивости получения эффекта от цифровых инициатив. При переходе к промышленному применению на предприятиях нефтегазовой отрасли РФ методика должна быть расширена за счет технологических *KPI* и формализованных процедур подтверждения эффекта, а также встроена в регулярный управленческий цикл с закреплением ответственности и информационного обеспечения. Тем самым инструментарий может рассматриваться как прикладной механизм поддержки решений по цифровой трансформации, способный повысить прозрачность портфеля цифровизации, дисциплину достижения эффектов и управляемость рисков в условиях высокой капиталоемкости и повышенных требований к надежности и безопасности в контексте внешней турбулентности, расширяющихся санкций, вызовов и энергетических шоков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ современного состояния российского ТЭК позволил выделить важные тенденции, одной из которых является переход от автоматизации отдельных процессов к *масштабной цифровой трансформации*, что инициировало соответствующее совершенствование механизма управления: в самой системе управления существенно усилить акцент на управлении цифровой трансформацией предприятия, которая трактуется более широко, чем цифровизация — как изменение организационных контуров, ответственности, компетенций и логики создания ценности на основе данных. Такое понимание позволяет отделить «точечную автоматизацию» от системной перестройки всего механизма управления.

Полученные с этих концептуальных позиций результаты имеют как теоретико-методологическое, так и практико-прикладное значение.

В развитие теории промышленного роста классическая теория управления промышленной компанией дополнена новыми подходами и методами с использованием больших массивов данных и множества контуров управления, что является значимыми для развития методологии и теории промышленного развития, поскольку позволяет связать цифровую трансформацию не с «фактом внедрения технологий», а с изменением механизма формирования затрат и результатов на уровне активов и процессов.

Для предприятий в структуре ТЭК эта связь проявляется особенно явно вследствие высокой капиталоемкости, высокой энергоемкости и тяжелых условий труда. Авторский подход означает постепенный переход от управления «персоналом как ресурсом» к рациональному распределению компетенций, соблюдению принципов безопасности труда и повышению квалификации персонала предприятия на системной основе.

Предпринятая в исследовании управленческая эволюция в аспекте цифровой трансформации предприятий ТЭК закономерно подводит к ресурсной логике: устойчивый результат обеспечивается не отдельным инструментом, а способностью предприятия поддерживать режим надёжности через согласование ресурсов и правил управления.

Для предприятий ТЭК эволюция теоретико-методологических и концептуальных сдвигов в управлении важна по трём причинам:

4. Требования надёжности и непрерывности: управленческий объект — это не «выпуск единицы продукции», а длительное поддержание режимов работы оборудования и инфраструктуры с минимизацией аварийности и потерь.

5. Жизненный цикл основных фондов: доминирует логика управления активами на горизонтах 20–40 лет, что усиливает значимость эффективных методов планирования ремонтов, инвестиционных программ и сценарного анализа.

6. Риск-ориентированность: цена ошибки высока, поэтому в управлении возрастают роли контроля, промышленной безопасности, регуляторного соответствия и координации с внешней средой. Тем самым управление в ТЭК всё чаще фокусируется на устойчивости режимов и способности предотвращать отклонения, а не только на достижении плановых объёмов. Это также подводит к ресурсной составляющей: устойчивый результат обеспечивается тем, какими ресурсами располагает предприятие для управления рисками, надёжностью и восстановлением после сбоев.

В работе обосновано, что цифровизация, дополняя предшествующие школы, перестраивает связи между ними: классическая рационализация превращается в управление на основе данных; процессный подход — в сквозные цифровые контуры; стратегическое управление — в управление трансформацией бизнес-моделей и экосистемами партнёров; ресурсная логика — в управление портфелем материальных и нематериальных ресурсов, включая данные, алго-

ритмы и др. Для предприятий ТЭК это означает, что цифровые решения должны быть «привязаны» к экономическим контурам управления: к снижению простоев и потерь, оптимизации ремонтных и материальных затрат, росту производительности и качества управления рисками. Тем самым цифровизация становится не ИТ-проектом, а механизмом повышения эффективности, требующим измеримой системы KPI и процедур расчёта эффекта на уровне процессов и жизненного цикла активов.

На предприятиях анализируемой нами отрасли «управляемость цифровой трансформацией» проявляется на нескольких уровнях:

- операционном: мониторинг оборудования, дистанционная диагностика, интеллектуальное планирование ремонтов, снижение потерь;
- тактическом: интеграция производственных, ремонтных и снабженческих контуров, повышение прозрачности исполнения программ, управление подрядчиками и логистикой;
- стратегическом: управление портфелем проектов цифровой трансформации, выбор приоритетов, перестройка оргструктуры, развитие компетенций и культуры принятия решений на основе данных.

Исследование процессов цифровой трансформации в ТЭК позволило выявить ограниченность односторонних трактовок управления — только через регламенты, через процессы или только через технологии. На практике эффект достигается тогда, когда ресурсы разных типов усиливают друг друга: материальные активы (оборудование, инфраструктура), человеческий капитал (инженерные и управленческие компетенции), организационные способности (проектное управление, культура безопасности, управление изменениями), информационные ресурсы (данные, нормативно-справочная информация), а также внешние ресурсы партнёров (поставщики, сервисные компании, научные центры, регуляторные и отраслевые институты). Управление процессами цифровой трансформации компаний ТЭК представляет собой сложную многомерную задачу, тре-

бующую интеграции стратегического управления, процессного подхода, управления данными, рисками и человеческим капиталом. Это означает комплементарность ресурсов, а новизна подхода к управлению цифровой трансформацией состоит во введении в теорию и практику нового, *ресурсно-комплементарного подхода*.

В соответствии с этим подходом автором акцентирована необходимость интеграции управленческих контуров цифровой трансформации с более широкими рамками стратегического и ресурсного управления: цифровые инициативы «встроены» в портфель ресурсов и целей для устранения разрыва между технологическими нововведениями и конкурентными результатами.

Таким образом, в данном исследовании определена новая управленческая парадигма: *формирование целостной конфигурации ресурсов и управленческих решений, при которой в процессе цифровой трансформации материальные активы, компетенции, организационные правила и данные взаимно усиливают и дополняют друг друга, обеспечивая устойчивый системный эффект цифровизации в логике ресурсной комплементарности*.

Сущность данного подхода заключается не в простом объединении ресурсов или функций, а в выявлении и целеориентированном формировании синергетических связей между разнородными, но взаимодополняющими элементами производственной системы, результатом чего является возникновение нового ее качества, не сводимого к арифметической сумме вкладов отдельных компонентов. В концептах ресурсно-комплементарного подхода ценность и производительность любого актива — технологии, организационной практики, человеческого капитала и др.— существенным образом зависят от наличия и состояния комплементарных ему активов.

Таким образом, *комплементарный подход* представляет собой не только методологический прием, но и также фундаментальный принцип мышления, необходимый для понимания динамики современной экономики и выработки

эффективных вариантов промышленной политики. Его ключевыми характеристиками являются: системность и холизм; невозможность фрагментарной оптимизации; синергия; супермодулярность и положительная обратная связь; высокая роль координации. Этот подход рассматривается как альтернатива традиционным управленческим парадигмам, сфокусированным преимущественно на краткосрочной финансовой максимизации и эксплуатации доступных недр, которые демонстрируют свою ограниченность в условиях таких вызовов, как энергетический переход (декарбонизация), истощение традиционных месторождений, растущие ожидания стейкхолдеров в области ESG (экологическое, социальное и корпоративное управление).

Для добывающих компаний, чья деятельность основана на исчерпаемом природном ресурсе, трансляция данного подхода в управление устойчивостью требует глубокого переосмысления структуры ключевых активов и перехода от рентно-ориентированной модели к модели управления портфелем комплементарных ресурсов, обеспечивающих гибкость и адаптивность. Иными словами, ресурсный подход в современной динамической трактовке предлагает рассматривать устойчивость как функцию от портфеля не только материальных, но в первую очередь нематериальных ресурсов и мета-компетенций, обеспечивающих успешную адаптацию компании.

На основе глубокого эмпирического анализа в диссертации установлено, что ресурсный подход, дополненный теорией динамических способностей, предоставляет наиболее адекватную концептуальную основу для переосмысления управления устойчивостью предприятий топливно-добывающей отрасли. Он позволяет сместить фокус от сиюминутной эксплуатации природной ренты к целенаправленному формированию и защите комплексного портфеля стратегических активов, в котором материальные запасы являются только одним из элементов, а подлинным источником долгосрочной устойчивости выступают уни-

кальные компетенции, знания, репутация и способность к адаптации и трансформации.

Ресурсно-комплементарный подход – это интеграция различных форм взаимодействий уникальных ресурсов и технологий компании, при которой достигается синергетический эффект, формирующий наилучший вариант конкурентного преимущества компании в условиях современном рынка.

Процесс конвергенции ресурсного и комплементарного подходов представляет собой мощный инструмент для осмысления закономерностей развития предприятий современного промышленного сектора. Он смещает фокус с конкуренции отдельных элементов на синергию их взаимодействия, с линейных цепочек создания стоимости — на сетевые экосистемы, с фрагментарных мер поддержки — на целостную, скоординированную политику. Понимание логики комплементарности становится критически важным для руководителей компаний, стремящихся создать устойчивые конкурентные преимущества, и для государственных органов, ответственных за выработку эффективной промышленной и инновационной стратегии. В эпоху цифровой трансформации данный подход становится практическим императивом для устойчивого развития промышленности.

Специфика цифровой трансформации компаний ТЭК обусловлена рядом факторов: стадийность процессов; высокая капиталоемкость и длительность инвестиционных циклов, что влияет на скорость и масштаб трансформационных процессов; высокая степень технологической сложности и жёсткие требования к промышленной безопасности, что ограничивает возможность экспериментального внедрения цифровых решений.

Таким образом, управление процессами цифровой трансформации в компаниях топливно-энергетического комплекса представляет собой сложную управленческую задачу, требующую интеграции стратегического управления, процессного подхода, управления данными и риск-менеджмента. Отсутствие

системного подхода к управлению трансформацией приводит к фрагментации цифровых инициатив и снижению их эффективности, тогда как комплексное управление позволяет рассматривать цифровую трансформацию как источник устойчивого развития и повышения конкурентоспособности компаний ТЭК, несмотря на наличие множества ограничений и барьеров. Одним из способов решения указанных ограничений является переход от проектного подхода к процессно-продуктовой модели управления, поскольку управление процессами цифровой трансформации компаний ТЭК представляет собой сложную многомерную задачу, требующую интеграции стратегического управления, процессного подхода, управления данными, рисками и человеческим капиталом. Она не может быть сведена к внедрению отдельных цифровых технологий, а рассматриваться как долгосрочный управляемый процесс изменения логики функционирования организации.

Таким образом, перспективы развития управления процессами цифровой трансформации российских компаний ТЭК связаны с переходом к системным моделям управления, ориентированным на сквозные процессы, экосистемное взаимодействие и устойчивое развитие. Реализация данных подходов позволяет рассматривать цифровую трансформацию не как источник дополнительных рисков, а как инструмент повышения конкурентоспособности, устойчивости и адаптивности компаний в условиях цифровой экономики.

В процессе исследования подтверждена принципиальная концептуальная позиция: ресурсно-комплементарный подход дополняет классическую ресурсную логику тем, что переносит фокус анализа на управление «связками» ресурсов (активы ↔ данные ↔ компетенции ↔ организационные рутины ↔ партнёрства) и на способность предприятия поддерживать и обновлять эти связки в турбулентной среде. В данной среде конкурентное преимущество следует рассматривать как результат управляемой адаптации ресурсной конфигурации. На пред-

приятнях ТЭК оно операционализируется через совокупность измеримых эффектов:

- снижение совокупной стоимости владения активами,
- рост показателей надёжности/готовности и снижение аварийности,
- сокращение потерь и простоев,
- повышение устойчивости цепочек поставок и киберустойчивости,
- соблюдение регуляторных и ESG-требований без ухудшения экономической эффективности.

В таких условиях конкурентоспособность предприятий ТЭК всё меньше определяется масштабом активов и доступом к сырью и всё больше — способностью быстро перенастраивать *портфель ресурсов*, выстраивать их взаимное усиление и переводить его в измеримый экономический эффект.

На основе разработанной автором тепловой карты ключевых терминов получен методологически значимый вывод, что современная научная повестка развивается в сторону *усиления межконтурных связей*: рядом с классическими ресурсными и отраслевыми категориями устойчиво присутствуют направления, связанные с цифровыми изменениями, устойчивым развитием и человекоцентричностью. Это поддерживает следующую логику: механизм управления для предприятий ТЭК должен быть построен как *система согласования ресурсов и комплементарных эффектов* («цифровые инструменты + производственная инфраструктура + компетенции персонала», «ESG-ограничения + технологическая модернизация + управление надёжностью»), а не как набор разрозненных мероприятий.

Полученные результаты анализа публикационной динамики показывают, что современное исследовательское поле формируется на пересечении нескольких взаимодополняющих направлений — ресурсной теории, цифровой трансформации, человекоцентричных и ESG-ориентированных концепций, а также

отраслевых исследований топливно-энергетического комплекса. Следовательно, повышение результативности управления предприятиями ТЭК требует разработки интегрированного механизма, учитывающего не только уровень ресурсной обеспеченности, но и конфигурацию комплементарных связей между ресурсами в условиях цифровой трансформации и усиления требований устойчивого развития. При этом предметом управленческого воздействия выступает не наличие ресурса как такового, а *комплементарность ресурсного портфеля* и способность предприятия поддерживать её в условиях турбулентности.

В диссертации представлена авторская версия дорожной карты управления процессами цифровой трансформации в компаниях ТЭК на ближайшую перспективу, в которой с позиции ресурсно-комплементарного подхода запускается процесс анализа ресурсов компании, позволяющий выявить те виды ресурсов, что способны в будущем стать основой для создания конкурентного преимущества предприятий ТЭК и обеспечения их устойчивого развития. В сопряжении с дорожной картой разработана модель механизма управления промышленными предприятиями в структуре ТЭК.

С целью усиления исследовательского акцента на *практико-прикладном значении ресурсно-комплементарного подхода* в работе увязаны ключевые проявления турбулентности внешней среды с управленческими решениями и динамическими способностями, в том числе в аспекте интеграции ресурсов, которые должны быть активизированы на предприятиях ТЭК для противостояния внешним негативным факторам. Убедительно обосновано, что адаптация предприятий ТЭК к внешней турбулентности требует не отдельных мер, а согласованной конфигурации ресурсов и развития динамических способностей, обеспечивающих перестройку процессов и контуров управления. Следовательно, устойчивость и конкурентоспособность в нестабильной среде определяются качеством интеграции активов, данных, компетенций, партнерств и институциональных механизмов в адаптации к конкретным рискам.

Комплексный и многоаспектный анализ ресурсного портфеля предприятия ТЭК позволил сделать концептуально и методологически важный вывод о том, что *оценка эффективности управления цифровой трансформацией в ТЭК должна рассматриваться как оценка портфеля VRIN-ресурсов и их комплементарности, а также как оценка способности предприятия обновлять этот портфель в условиях турбулентности* (через динамические способности и управление знаниями). VRIN-логика задаёт критерии выделения ресурсов, потенциально способных стать источником устойчивого преимущества компании, тогда как ресурсно-комплементарный подход объясняет механизм получения эффекта через их взаимное усиление. Тем самым методологическая связка «VRIN → комплементарность → измеримый эффект» формирует основу для разработки инструментария анализа ресурсного портфеля цифровых трансформаций компании ТЭК.

Следовательно, *объектом управления выступает не отдельный ресурс или технология, а целостная конфигурация ресурсов и качество их взаимного усиления в ключевых управленческих контурах*. Это создаёт основу для механизма «оркестрации» ресурсов и инструментов оценки результатов комплементарности в управлении предприятием ТЭК. Концептуальное видение разработки механизма управления комплементарностью как согласование ресурсного портфеля и развитие динамических способностей переводятся в измеримый экономический эффект и показатели требуемой надежности компании ТЭК.

Эти принципы положены автором в концепцию модели управления цифровой трансформацией на предприятиях ТЭК на основе ресурсно-комплементарного подхода, позиционируемой в качестве важнейшего структурного наполнения инструментального блока организационно-экономического механизма управления цифровой трансформацией предприятия ТЭК. В модели учитывается, что к числу ключевых комплементарных активов относятся цифровизация и анализ данных, экологические технологии и ESG-репутация, спо-

способность управлять сложными проектами и инфраструктурой, а также интеграция вниз по цепочке создания стоимости в переработку и логистику. В силу их комплементарности цифровые технологии увеличивают отдачу от физических активов, а физические активы предоставляют контекст и ценность цифровым данным, формируя барьер для конкурентов. В то же время прогноз технологического развития нефтегазовых компаний подтверждает наличие инновационных приоритетов внедрения цифровых решений на всех уровнях управления.

В процессе формирования архитектуры модели автором проведено системное описание всех ее основных элементов и интеграция их в общий блок (ядро цифровой синергии), который способствует целенаправленной деятельности руководства компании с позиций ресурсно-комплементарного подхода. Это позволяет эффективному менеджменту стремиться к достижению ключевых результатов деятельности компании в условиях цифровой трансформации в краткосрочном контексте, а также обеспечения устойчивой работы в будущем и сохранения конкурентоспособности в условиях турбулентности. С данных методологических позиций модель можно характеризовать как универсальный инструментарий, не зависящий от специфики отрасли. В то же время наличие в модели описанных ранее в данной работе специфических характеристик компаний ТЭК придает ей статус важного инструментария поддержки принятия эффективных управленческих решений в составе механизма управления цифровыми трансформациями именно на предприятиях ТЭК.

Дополнительным методическим инструментом поддержки разработки механизма управления является авторская версия дорожной карты управления процессами цифровой трансформации в компаниях ТЭК. В процессе формирования дорожной карты запускается процесс анализа ресурсов компании, дополненный применением ресурсно-комплементарного подхода, позволяющего выделить те виды ресурсов, что способны в будущем стать основой для создания конкурентного преимущества предприятий ТЭК и обеспечения их устойчивого

развития. Ресурсно-комплементарный подход в процессе картирования в рамках стратегического управления цифровой трансформацией компании исходит из предпосылки, что ее устойчивое основное конкурентное преимущество формируется на основе её внутренних, уникальных и трудно копируемых ресурсов и компетенций, а не только благодаря удачному позиционированию на внешнем рынке.

К основным принципам управления в данном механизме относятся: цифровая трансформация, платформизация, внедрение элементов концепции ESG, элементов искусственного интеллекта в качестве помощника, а также разработанная автором VRIN – концепция управления ресурсами.

Как отмечалось в отношении «заложеной» в структуру механизма модели управления цифровизацией на предприятиях ТЭК с позиций ресурсно-комплементарного подхода, она, с одной стороны, является достаточно универсальной и инвариантной в отношении отраслевой специфики компаний, с другой стороны, позволяет в максимальной степени учитывать их специфику, когда необходимо выделить характерные для компаний ТЭК ресурсные компоненты, их комплементарности и продуцируемые ими эффекты, и так далее, что подчеркивает большую практическую направленность разработанного механизма. При этом очевидно значение дополнительного наполнения механизма инструментарием *оценки эффективности* принимаемых управленческих решений в парадигме цифровой трансформации.

При этом важно учитывать, что критичным становится не уровень «цифровой насыщенности» предприятия, а *эффективность управления цифровизацией*, то есть способность управленческого контура выбирать приоритеты, доводить инициативы до промышленной эксплуатации в заданных ограничениях, подтверждать достижение эффектов, снижать сопутствующие риски и обеспечивать тиражирование успешных практик. Следовательно, предметом оценки

выступает *управляемость цифровой трансформации*, а не количество внедрённых систем или моделей.

В диссертации разработан прикладной алгоритм формирования инструментария оценки эффективности управления цифровой трансформацией на предприятиях нефтегазовой отрасли, в соответствии с которым в последующем разработана методика оценки и система многокритериальной оценки цифровой трансформации для предприятий нефтегазодобычи (НГД), в которой акцентировано, что цифровые ресурсы должны быть ценными, редкими/дефицитными, трудно-воспроизводимыми и слабо заменяемыми для обеспечения устойчивого эффекта.

Данная система представляет собой *совокупность взаимосвязанных инициатив, реализуемых в условиях ограниченности финансовых, кадровых и инфраструктурных ресурсов*, а также повышенных требований по промышленной и информационной безопасности. Также учитывается, что эффекты цифровой трансформации проявляются не только в виде прямых финансовых результатов (*NPV*, снижение *OPEX*), но и в виде операционных и нефинансовых эффектов: рост надежности и коэффициента использования фонда скважин, снижение незапланированных простоев, повышение *HSE* и *ESG*-показателей, укрепление киберустойчивости критической информационной инфраструктуры (КИИ).

С использованием традиционного, а также адаптированного к специфике предметной области исследования (нефтегазодобыча -НГД) в диссертации разработана методика внедрения сконструированной автором системы многокритериальной оценки эффективности управления цифровой трансформацией на предприятии НГД, которая включает два связанных контура: (а) контур постановки целей, КРІ и подготовки исходных данных (скрининг и нормирование) и (б) контур оптимизации портфеля с учетом зависимостей, ресурсов, рисков и комплементарности. Методологически и методически важно, что в итоговом ал-

горитмизированном механизме практического применения данной методики реализовано *единство системного и ресурсно-комплементарного подходов*.

Разработанная и верифицированная на примере нефтегазодобычи система многокритериальной оценки эффективности управления цифровой трансформацией предприятий НГД обеспечивает сопоставимость инициатив разных типов за счет нормирования показателей и интегральной свертки критериев. Агрегированная оценка $E(P)$ связана с задачей оптимизации портфеля и может использоваться как целевая функция, ограничение или инструмент ранжирования цифровых инициатив.

Ключевым методическим результатом работы является *интегральная модель* оценки, в которой результативность портфеля (R), зрелость управления (M) и риск-профиль (K) рассматриваются как взаимодополняющие измерения и агрегируются в единый индекс I при сохранении возможности расшифровки по доменам и KPI . Прикладной результат инструментария проявляется в формировании управленческого контура, который связывает расчёт индекса с регулярными решениями по портфелю цифровизации, корректировками регламентов и ответственности. Тем самым обеспечивается переход от «отчётности о цифровизации» к управлению цифровой трансформацией как портфелем изменений, ориентированным на подтверждённые эффекты, воспроизводимость и управляемый риск.

В данном контексте оценка эффективности управления *цифровой трансформацией* предприятия ТЭК рассматривается не как дополнительная отчётная нагрузка, а как инструмент экономии ресурсов и повышения устойчивости производственных систем за счёт более точного выбора инициатив, дисциплины эксплуатации и управляемости рисков.

Для простоты практического использования *модель (методика)* многокритериальной оценки эффективности управления цифровой трансформацией на предприятии НГД включает два связанных контура: (а) контур постановки

целей, KPI и подготовки исходных данных (скрининг и нормирование) и (б) контур оптимизации портфеля с учетом зависимостей, ресурсов, рисков и комплементарности. С учетом этого разработан итоговый алгоритмизированный механизм реализации методики.

Методологически и методически важно, что в данном алгоритме реализовано единство системного и ресурсно-комплементарного подходов.

Разработанная методика демонстрирует цикличность процесса управления цифровой трансформацией предприятия НГД, поскольку началом ее реализации является четкая постановка целей и задание *KPI*, а также подготовка необходимых для процессе управления (достижения целей) данных, затем - процедура оптимизации портфеля цифровых инициатив и, наконец, формирование плана реализации мероприятий и контроль фактически достигнутых результатов. Преимущество данной методики состоит в том, что она обеспечивает регулярный пересмотр и актуализацию портфеля на основе новых данных, современных императивов цифровизации и потенциала самой компании.

В процессе апробации методики для формирования интегральной оценки использован набор из *шести критериев*. Три первых критерия описывают экономическую результативность (рост выручки, маржа чистой прибыли, валовая маржа). Четвертый критерий фиксирует зрелость цифровизации (индекс $s1-s3$). Два последних критерия отражают риск-компонент через арбитражную статистику: риск по сумме требований и риск по числу дел. Весовые коэффициенты заданы экспертным путем, исходя из того, что для оценки управления цифровизацией приоритет отдается сочетанию результата и зрелости при обязательном учете рисков.

В качестве объектов апробации выбраны три компании, локализирующую свою деятельность в ЮФО и представляющие разные типы производственных контуров: нефтепереработка (ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка», Волгоградская область), нефтепереработка частного сектора (ООО «Афипский

НПЗ», Краснодарский край) и газотранспортная инфраструктура (ООО «Газпром трансгаз Краснодар», Краснодарский край).

В методологическом аспекте подтверждена работоспособность данного инструментария и его универсальность в отношении отраслевых различий компаний ТЭК и географической локализации предприятий. Важно, в частности, положительно оценить способность инструментария к ранжированию объектов анализа по важнейшим показателям - характеристикам цифровой зрелости и открытости их к цифровизации. Кроме того, в нем заложена возможность ранжирования самих показателей по степени их возможности/готовности компенсировать недостаточный уровень других. Так, относительно высокие показатели прибыльности того или иного предприятия не означают получения им высокой интегральной оценки, если у него фиксируются, например, высокие риски. Одновременно инструмент демонстрирует интерпретируемость: по профилям критериев и структуре вкладов можно определить направления улучшений без дополнительной сложной оптимизации. Иными словами, практическая значимость данного инструментария очевидна. Тем более что его возможно усовершенствовать, не прибегая к сложной оптимизации.

Таким образом, апробация на предприятиях ТЭК, расположенных в ЮФО, подтверждает, что разработанный инструментарий на базе многокритериальной модели нормирования и свертки обеспечивает воспроизводимую ранжировку предприятий, выявляет дисбалансы между результативностью, зрелостью и рисками и может использоваться как практический механизм для постановки задач управления цифровизацией и мониторинга управленческих решений.

Следует дополнительно отметить, что выполненная апробация разработанного оценочного инструментария на предприятиях сферы ТЭК Южного федерального округа показала, что предложенная в работе логика интегральной оценки «результативность – зрелость – риск» обладает практической применимостью и обеспечивает воспроизводимую процедуру сопоставления организа-

ций, отличающихся по типу производственного контура, масштабу бизнеса и институциональным условиям функционирования. Поскольку в ходе апробации инструментарий был проверен на примере трех предприятий ЮФО нефтегазового и смежного сегментов ТЭК (нефтепереработка и газотранспорт), это позволило констатировать устойчивость модели к отраслевой неоднородности и различиям в структуре эффектов цифровой трансформации. Полученные результаты подтверждают, что оценка эффективности управления цифровой трансформацией должна строиться не как фиксация «уровня цифровизации» по количеству принимаемых решений, а как *измерение управляемости* цифровых преобразований через достижение подтверждаемых результатов при наличии зрелого управленческого контура и приемлемого уровня сопутствующих рисков.

На основании результатов апробации можно сформулировать рекомендации по развитию данного инструментария, как доказавшего свою унифицированность, а также по его масштабированию на других предприятиях ТЭК и нефтегазовой отрасли в целом. Во-первых, при расширении выборки предприятий целесообразно сформировать отраслевой бенчмарк-набор *KPI* результативности, включающий показатели надежности и простоев, энергоемкости, качества планирования ТОиР, а также показатели *HSE* и киберустойчивости, поскольку именно они отражают специфику ценности цифровизации в капиталоемкой и риск-чувствительной отрасли. Во-вторых, для повышения причинной обоснованности оценки эффекта цифровых инициатив целесообразно formalизовать процедуры подтверждения эффекта и, по возможности, использовать подходы «до/после» и сравнение с контрольными объектами, что позволит снизить риск неверной атрибуции эффекта внешним факторам. Во-третьих, веса и пороги классификации должны быть закреплены в регламенте и пересматриваться по результатам пилотов и анализа чувствительности, но при этом сохранять стабильность, достаточную для сопоставимости динамики во времени. В-четвертых, интегральная оценка должна использоваться как «вход» в управлен-

ческие решения по портфелю (приоритизация, тиражирование, остановка инициатив, перераспределение ресурсов) и как инструмент мониторинга выполнения корректирующих мероприятий по зрелости и рискам, что обеспечивает переход от разрозненных ИТ-инициатив к управляемой цифровой трансформации.

Таким образом, данный инструментарий может рассматриваться как важный элемент прикладного механизма поддержки решений по цифровой трансформации предприятия ТЭК, способный повысить прозрачность портфеля цифровизации, дисциплину достижения эффектов и управляемость рисков в условиях высокой капиталоемкости и повышенных требований к надежности и безопасности в контексте внешней турбулентности, расширяющихся санкций, вызовов и энергетических шоков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Распоряжение Правительства РФ от 20.05.2023 № 1315-р «Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 года» (вместе с «Концепцией технологического развития на период до 2030 года») // Собрание законодательства РФ. 29.05.2023. № 22. Ст. 3964.
2. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» // Официальный сайт Администрации Президента РФ. URL: <http://kremlin.ru>;
3. Энергетическая Стратегия Российской Федерации до 2050 г. Утв. Правительством РФ от 12 апреля 2025г. №908р.
4. Абдикеев, Н.М., Кожевина, О.В. Оценка готовности российских промышленных предприятий к цифровой интеграции в новых экономических условиях// Мир новой экономики. 2022. №16(4). С:45-53.
5. Авдошин, С.М., Лифшиц, А.А. Формирование портфеля проектов на основе нечеткой модели многокритериальной оптимизации // Бизнес-информатика (НИУ ВШЭ). 2014 – 2015.
6. Азиева, Р. Х. Экономические исследования и анализ развития нефтегазового комплекса / Р. Х. Азиева, З. Х. Таймасханов, К. В. Хлебников // Вестник евразийской науки. 2023. Т. 15. № 1. URL: <https://esj.today/PDF/66ECVN123.pdf>.
7. Алабугин, А. А. и др. Метод оценки качества управления использованием диверсифицированных ресурсов формирования и развития высокотехнологического промышленного производства//Лидерство и менеджмент. 2019. Т. 6. № 3. С. 189-200.
8. Альфред Маршалл. Основы экономической науки. Монография. Изд-во ЭКСМО, 2007.

9. Андреева, Т. Е. К дискуссии о сущности динамических способностей / Т. Е. Андреева, В. А. Чайка // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. 2006. № 4. С. 163-174. EDN HVGQLD.
10. Аузан, А.А. Культурные коды экономики на макро –и микроуровнях//Вестник Московского госуниверситета. Серия 6: Экономика. 2025. Т. 60. № 1. С. 3-18.
11. Афанасьев, М.М. Формирование модели управления стратегическим развитием предприятий Ростовской области и использованием форсайта. / Афанасьев М.М.// Гуманитарий юга России. 2017.Том 6. № 6.
12. Байкова, О.В., Громыко, Е.О. Эффекты цифровой трансформации в нефтегазовом комплексе//Вестник университета. 2021. № 6. С. 77–81.
- ^aБархатов, В.Д. Механизм управления портфелем международных нефтегазовых проектов. Автореф. Дис.НИУ ВШЭ. 2013.
13. Бекетова, О. Н. Стратегирование цифровой трансформации нефтегазовых предприятий // Стратегирование: теория и практика. 2023. Т. 3. № 4. С. 428–440. <https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-4-428-440>
14. Богутдинов, Б.Б., Цветков, В.Я. Применение модели комплементарных ресурсов в инвестиционной деятельности // Вестник Мордовского университета. 2014. Т. 24, № 4. С. 103–116.
15. Бодрунов,С.Д., Демиденко, Д.С., Плотников, В.А. Реиндустриализация и становление «цифровой экономики»: гармонизация тенденций через процесс инновационного развития 2021. № 1. С. 5-14.
16. Бодрунов, С. Д. Знание, творчество, креативные технологии и знаниеёмкость современной индустрии / С. Д. Бодрунов, А. Фриман, Е. А. Ткаченко, Н. Д. Дмитриев, А. А. Золотарёв // Новое индустриальное общество: истоки, реальность, грядущее. Ноономика. /Под общ. ред. С. Д. Бодрунова. Сб. науч. трудов. СПб.: ИНИР им. С. Ю. Витте. 2025. Т. IX. С. 381–403.

17. Вольчик, В. В. Институциональные изменения в контексте модернизации хозяйственных порядков / В. В. Вольчик, В. В. Кот // Журнал институциональных исследований. 2013. Т. 5, № 4. С. 36-57..
18. Воропай, Н.И., Массель, Л. В., Колосок, И. Н. ИТ-инфраструктура для построения интеллектуальных систем управления развитием и функционированием систем энергетики на основе цифровых двойников и цифровых образов // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2021. № 1. С. 3-13.
19. Гилева, Т. А. Цифровая трансформация промышленных предприятий: тренды и стратегии / Т. А. Гилева // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2025. Т. 16, № 2. С. 225-241. – DOI 10.18184/2079-4665.2025.16.2.225-241. – EDN PEVEIS.
20. Гимранов, Р.Д. Ситуационное управление устойчивостью бизнес-процессов при цифровой трансформации предприятия (на примере нефтегазовой отрасли) автореферат канд. дис. ... Москва, 2022. 23 с
21. Глазьев, С. Ю. О задачах структурной политики в условиях глобальных технологических сдвигов. Часть 2// Экономическая наука современной России. 2007. № 4(39). С. 31-44.
22. Грабчак, Е. П. Как сделать цифровизацию успешной / Е. П. Грабчак, Е. А. Медведева, И. Г. Васильевна // Энергетическая политика. 2018. № 5. С. 25-29. EDN YPSAWT.
23. Гриднев, Д. С. Использование методов машинного обучения для выявления факторов рецессии африканских экономик // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. 2023. Т. 16, № 5. С. 126-136. – DOI 10.17213/2075-2067-2023-5-126-136.
- а. Гришина, И. В. Цифровая трансформация в энергетическом секторе // Инновационная экономика: информация, аналитика, прогнозы. 2023. № S2. С. 64–70.

24. Гэри Пизано. Креативное созидание: системный подход к инновациям в крупных компаниях. <https://alpinabook.ru/catalog/book-kreativnoe-sozidanie/?offerId=34914>.

i. Дейниченко, А.С. Влияние цифровых технологий на экспортный потенциал высокотехнологичной промышленности//Друкерровский вестник. 2023.№ 6 С.94-102.

25. Демина, В. В. Цифровая трансформация энергетики // Цифровая экономика и финансы : Материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 17–18 марта 2022 года. – Санкт-Петербург: Центр научно-производственных технологий "Астерион", 2022. тС. 344-348.

26. Джуха, В.М., Вуткарев, Д.Н. Инновации в маркетинге на промышленных предприятиях с использованием систем искусственного интеллекта//Наука и мир. 2024. № 1 (125). С. 46-49.

27. Динамические способности промышленного предприятия как элемент институциональной среды: эмпирическая оценка / И. К. Шевченко, Ю. В. Развадовская, Е. В. Каплюк, В. В. Сериков // Terra Economicus. 2024. Т. 22. № 4. С. 62-74. – DOI 10.18522/2073-6606-2024-22-4-62-74.

28. Долгова, О. И. Инновации бизнес-моделей: цифровизация, сервитизация и кастомизация в деятельности промышленных компаний / О. И. Долгова, А. Ю. Никитаева // Друкерровский вестник. 2021. № 6(44). С. 4-16. DOI 10.17213/2312-6469-2021-6-4-16.

29. Долженкова ,Е.В., Казакова, М.А. Комплементарный и синергетический подходы к инновационному развитию социально-экономических систем// Экономика и предпринимательство. 2015 ..№ 10 (ч.2).

30. Донцова, О. И. Цифровая трансформация системы управления промышленными кластерами // Вопросы инновационной экономики. 2022. Т. 12, № 2. С. 897-910. DOI 10.18334/vines.12.2.114836. – EDN MCIIES.

31. Доржиева, В. В. Цифровая трансформация как национальный приоритет развития Российской Федерации и драйвер экономической интеграции в ЕАЭС // Вопросы инновационной экономики. 2021. Т. 11, № 4. С. 1371-1382. DOI 10.18334/vines.11.4.113742
32. Доржиева, В. В. Цифровая трансформация топливно-энергетического комплекса России: приоритеты и целевые ориентиры развития // Креативная экономика. 2021. Т. 15, № 11. С. 4079-4094.
33. Дуглас Норт. Понимание процесса экономических изменений. Монография. Изд-во ВШЭ, 2010.
34. Дэвид Тис. Концепция динамических способностей фирмы и смежные парадигма как управлять инновациями. Мат XXII Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества. НИУ Высшая Школа Экономики. 2021. <https://gsb.hse.ru/news/461694979.html>
35. Еронкевич, Н. Н. Цифровая трансформация инструментов управления в системе менеджмента предприятия // Экономика, предпринимательство и право. 2024 Т. 14. № 1. С. 53-68
36. Иваненко, О. Б. Цифровая трансформация российской электроэнергетики: перспективы и ограничения / О. Б. Иваненко, Е. В. Головкина // Экономика, предпринимательство и право. 2023. Т. 13, № 11. С. 5063-5076. 63
37. Иванов. А.Е. Комплементарный и ресурсный подходы к обоснованию синергетического эффекта слияний и поглощений // Экономический анализ: теория и практика. 2017. Т. 16. № 9. С. 1678 – 1695.
38. Инновационная стратегия развития промышленных предприятий в условиях новых политических и экономических вызовов. Бугай И.В., Дорошенко Ю.А., Измайлова М.А. и др. Монография. ООО Издательство «Мир науки», Москва, 2026.- 302 с.
39. История форм и методов цифровизации предприятий топливно-энергетического комплекса России (рубеж XX-XXI вв.) / И. С. Соловенко, А. А.

Рожков, К. А. Пинжин, А. П. Жолбин // СибСкрипт. 2024. Т. 26, № 6(106). С. 978-989. – DOI 10.21603/sibscript-2024-26-6-978-989. – EDN PMQKRL.

40. Каблашова, И.В., Логунова, И.В., Саликов, Ю.А. Инновационное развитие системы управления предприятием в условиях цифровой трансформации // Организатор производства. 2019. Том. 27, № 2.

41. Каплюк, Е.В., Развадовская, Ю.В. Эволюционный подход к формированию типологии промышленных объединений // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2022. № 60. С. 70–95. doi: 10.17223/19988648/60/5

42. Катькало, В. С. Ресурсная концепция стратегического управления: генезис основных идей и понятий // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 8. Менеджмент. 2002. Вып. 4 (№ 32). С. 20–42.

43. Клейнер, Г.Б. Системная экономика: шаги развития: Монография / Г.Б. Клейнер. Предисловие академика В.Л. Макарова. Издательский дом «Научная библиотека», 2021. 746 с.

44. Клейнер, Г. Б. Новая теория экономических систем и ее приложения / Г. Б. Клейнер // Вестник Российской академии наук. 2011. Т. 81, № 9. С. 794-811.

45. Клементьева, Ю. О. Анализ влияния санкций на инвестиционную деятельность нефтегазовых предприятий. 2024.

46. Клименко, А. В. Анализ и исследование современного состояния ТЭК в РФ // Вестник науки. 2024. Т. 3. №. 3 (72). С. 76-82.

47. Кобозева, Е.М., Сидоров, Р.В. К вопросу о повышении эффективности деятельности нефтесервисных компаний // Наука и современное общество: актуальные вопросы, достижения и инновации. Материалы Международной научно-практической конференции. КубГТУ. Краснодар, 2022. С. 264-268.

48. Козлова, Д. В. Цифровая трансформация нефтегазовой отрасли: барьеры и пути их преодоления / Д. В. Козлова, Д. Ю. Пигарев // Газовая промышленность. 2020. № 7(803). . С. 34-38. EDN CXXAZE.

49. Комиссаров, В. Д. Управление устойчивостью компаний топливно-энергетического комплекса в условиях индустрии 5.0 / В. Д. Комиссаров // Дружковский вестник. - 2024. - № 5. - С. 169-177. DOI: 10.17213/2312-6469-2024-5-169-177.

50. Комиссаров, В. Д. Переход к "зеленой" энергетике как фактор устойчивого развития предприятий / В. Д. Комиссаров, И. И. Сальникова // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. - 2024. - Т. 17, № 6. - С. 128-139. DOI: 10.17213/2075-2067-2024-6-128-139

51. Королькова, Н. А. Статистический анализ состояния и тенденций развития топливно-энергетического комплекса Российской Федерации как основного звена экономической системы рентного характера // Вестник Российского университета кооперации. 2019. № 4(38). С. 62-67.

52. Косолапова, Н. А. Драйверы формирования циркулярной экономики: теория vs практика / Н. А. Косолапова, Л. Г. Матвеева, А. Ю. Никитаева, О. А. Чернова // Terra Economicus. 2023. Т. 21. № 2. С. 68-83.

53. Кузнецов, А.П., Сухарев, О.С. Достигнутый уровень технологической независимости – проблемы и решения//Станкоинструмент. 2025..№32 (039). С. 52 -65. DOI:10 22 184/2499-9407. 2025. 39.2. 52. 64.

54. Кузьмина, Е. В., Шевченко, С. А., Морозова, И.А., Кузьмина, М. И., Дорждеева, В. А. Устойчивое развитие регионов на основе цифровой трансформации экономики / // Экономика и предпринимательство. 2022 .№ 1 . С. 350-352.

55. Куклина, Е. А. Инновационное развитие предприятий нефтегазового комплекса на основе реализации модели максимизации добавленной стоимости//Управленческое консультирование. 2018. № 4 (112). С. 39–52.

56. Кушнир, П.А., Радаев, А.Е., Ташенова, Л.В. Модель обоснования характеристик портфеля проектов на основе средств бинарной оптимизации // *π-Economy* (СПбПУ). 2024.
57. Куш, Е. Н., Фурсов, В.А. Цифровая трансформация российской экономики в условиях санкционного давления // *Вестник ОрелГИЭТ*. 2022. № 3(61). С. 21-25. DOI 10.36683/2076-5347-2022-3-61-21-25.
58. Лапаева, О. Ф. Современные проблемы и перспективы развития топливно-энергетического комплекса / О. Ф. Лапаева, О. А. Иневатова, С. А. Дедеева // *Экономические отношения*. 2019. Т. 9, № 3. С. 2129-2142. – DOI 10.18334/eo.9.3.40815.
59. Лохонова, Г. М. Роль ресурсного подхода к стратегическому управлению организацией в условиях межорганизационного взаимодействия // *Вестник Астраханского государственного технического университета*. Серия: Экономика. 2024. № 1 С. 35-42. – DOI 10.24143/2073-5537-2024-1-35-
60. Макареня, Т.А. др. Устойчивое развитие промышленности в условиях цифровой трансформации. Севастополь, 2022. 242 с.
61. Максимова, М. А. Цифровая трансформация нефтегазовой отрасли и экология // *Молодой ученый*. 2023. № 12 (459). С. 45-47.
62. Мартынова, Ю.А. Эффективное ресурсное управление в промышленном комплексе: оптимизация процессов и использование инновационных технологий // *Экономика: вчера, сегодня, завтра*. 2023. Том 13. № 9А. С. 420-430. DOI: 10.34670/AR.2023.86.67.053.
63. Матвеев, А.А., Новиков, Д.А., Цветков, А.В. Модели и методы управления портфелями проектов. Монография. 2005.
64. Матвеева, Л.Г., Никитаева, А.Ю. Механизмы эндогенного развития промышленности. Монография. Издательство Южного федерального университета, 2023 .

65. Матвеева, Л.Г., Саванович, С.А. Высокотехнологичный сектор как цифровой трансформатор обрабатывающей промышленности // Друкеровский вестник. 2026. № 1(53). С. 267-280.
66. Медленное «озеленение»: как нефтяной гигант делает свой бизнес безопасным для климата. <https://www.forbes.ru/sustainability/516920-medlennoe-ozelenenie-kak-neftanoj-gigant-delaet-svoj-biznes-bezopasnym-dla-klimata>.
67. Мельников, О.Н., Зотова, Е.В. Цифровая трансформация энергетики: сущность, направления, эффекты // Энергетическая политика. 2020. № 6. С. 32-41.
68. Мозохин, А.Е., Шведенко, В.Н. Анализ направлений развития цифровизации отечественных и зарубежных энергетических систем // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. Т. 19. № 4. С. 657–672. doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-4-657-672
69. Мэйо Э. Человеческие проблемы индустриальной цивилизации = The Human Problems of an Industrial Civilization. New York: Viking Press, 1933. URL: <https://archive.org/details/humanproblemsofi0000mayo>.
70. Назарова, Ю.А., Лышко, А.А., Горюнов, И.О. Современное состояние и перспективы развития нефтегазовой отрасли в контексте обеспечения экономической безопасности // Вестник РГГУ. Серия «Экономика. Управление. Право». 2022. № 3. С. 75–87.
71. Наугольнова, И. А. Процессный подход к управлению: эволюция, современные вызовы, инновации // Креативная экономика. 2023. Т. 17, № 6. С. 2143-2164.
72. Наумов, И. В. Цифровизация промышленного производства в регионах России: пространственные взаимосвязи // Экономика региона. 2020. Т. 16, № 3. С. 896–910.
73. Никитаева А. Ю., Киселева Н. Н. Реконфигурация бизнес-моделей промышленных предприятий: векторы повышения устойчивости в новых ре-

лиях // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. 2021. Т. 23, № 1. – С. 110–120.

74. Орехова, С.В. Формирование методологии устойчивого развития металлургического предприятия на основе ресурсно-институционального подхода : автореферат дис. ... доктора экономических наук . Екатеринбург, 2018. 52 с.

75. Орехова, С. В. Эволюция подходов к стратегическому управлению ресурсами предприятия // Стратегическое и проектное управление: Сборник научных статей. Выпуск VIII. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2016. С. 182-190.

76. Особенности рынка буровых услуг России. Нефтегазовая вертикаль, Март 2025. Выпуск №3.

77. Патрусова, А.М. Цифровизация процессного управления организацией. Issues of social-economic development of Siberia. А.М. Patrusova. Digitalization of process ... 2022 № 3 p. 50-56.

78. Печаткин, В.В., Ялалова, А.И. Цифровая зрелость промышленных предприятий: понятийный аппарат и методические подходы к оценке // Креативная экономика. 2025. Том 19. № 7. С. 1869–1890.

79. Пожарицкая, И.М. Проблемные аспекты управления цифровыми ресурсами // Экономика и бизнес: теория и практика. 2020. № 3-1 (61). С. 156-159.

80. Пономаренко Т.В., Горбатюк И.Г., Череповицын А.Е. Промышленные кластеры как организационная форма развития нефтегазохимической отрасли России// Записки Горного института. 2024. Т. 270. С. 1024-1037.

81. Приходько, Р.В. Зинченко, М.В. Петров, А.А. Риски предпринимательства в условиях цифровой трансформации и искусственного интеллекта // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2025. № 4. С. 165-173. DOI: 10.17586/2310-1172-2025-18-4-165-173.

82. Развитие цифровой газовой экосистемы на основе комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла / А. Н. Дмитри-

евский, и др. // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2023. № 1-1. С. 173-189. – DOI 10.46689/2218-5194-2023-1-1-173.

83. Расулинежад, Э. Стратегическая реглобализация в условиях фрагментации мировой экономики //Международный бизнес. 2025. №. 3 (13). С. 5-20.

84. Ричард Нельсона, Сидней Уинтер. Эволюционная теория экономических изменений. Монография. М.: Дело, 2002. 536 с

85. Рябов, Д. Н. Цифровизация топливно-энергетического комплекса: проблемы и решения // Тинчуринские чтения - 2021 «энергетика и цифровая трансформация»: Материалы Международной научной конференции. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2021. С. 83-86.

86. Саймон, Г. А. Административное поведение: исследование процессов принятия решений в административной организации = Administrative Behavior: A Study of Decision-Making Processes in Administrative Organization. New York: Macmillan, 1947.

87. Сильвестров, С. Н. и др. Определение и реализация национальных целей развития в российском стратегическом планировании //Российский экономический журнал. 2021. № 1. С. 32-44.

88. Соловенко, И.С., Рожков, А.А. Основные этапы цифрового перехода в топливно-энергетическом комплексе России (рубеж XX-XXI вв.) // Уголь. 2023. № 10. С. 72-78. DOI: <http://dx.doi>.

89. Сопилко, Н.Ю., Шамсутдинова, М.Р. Современные проблемы развития нефтегазового комплекса России // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2023. Т. 3. № 4. С. 440-448.

90. Стратегическое управление развитием предприятий топливно-энергетического комплекса в Арктическом регионе Российской Федерации в

условиях Industry 4.0 / И. М. Зайченко, А. А. Ильинский, М. Е. Коптев, А. М. Смирнова // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2021. Т. 24, № 2(72). С. 69-80. DOI 10.37614/2220-802X.2.2021.72.006.

91. Стратегия устойчивого роста. 2024.. <https://sr2024.nornickel.ru/ru/sustainable-development/strategy.html>.

92. Стратегия энергетического развития до 2035 года. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://government.ru> .

93. Сулоева, С.Б., Мартынатов, В.С. Особенности цифровой трансформации предприятий нефтегазового комплекса // Организатор производства. 2019. Т.27. № 2. С. 27-36. DOI: 10.25987/VSTU.2019.26.70.003

94. Сухарев, О..С. Теория институциональных изменений: создание, возможности, ограничения//Общество и экономика. 2025.;№7. С. 21-27. DOI: 10.31857/S0207367625070011.

95. Сухарев, О.С. Проблема периодизации технологического развития в эволюционном анализе // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 23 (326). С. 2-18.

96. Татаркина, Л. А. Вопросы управления рисками на предприятиях нефтегазовой отрасли / Л. А. Татаркина, В. Д. Комиссаров // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). - 2023. - Т. 30, № 4. - С. 95-104. DOI: 10.54220/v.rsue.1991-0533.2024.85.10.013

97. Тейлор, Ф. У. Принципы научного управления = The Principles of Scientific Management: монография. New York: Harper & Brothers, 1911.

98. Текслер, А. Л. Цифровизация энергетики: от автоматизации процессов к цифровой трансформации отрасли // Энергетическая политика. 2018. № 5. С. 3-6.

99. Управление цифровизованной распределительной электрической сетью по критерию минимума потерь передачи электроэнергии / В. К. Хлебников, Н. И. Цыгулев, К. А. Смагин [и др.] // Известия высших учебных заведений.

Электромеханика. 2021. Т. 64. № 2. С. 71-77. DOI 10.17213/0136-3360-2021-2-71-77.

100. Файоль, А. Общее и промышленное управление = General and Industrial Management : (англ. пер. классической работы Administration industrielle et générale, 1916). London : Pitman, 1949. URL: <https://archive.org/download/in.ernet.dli.2015.13518/2015.13518.General-And-Industrial-Management.pdf> .

101. Флакман, А.С., Любимова, Н.Г. Перспективы и направления цифровой трансформации российских нефтегазовых компаний // Вестник университета. 2023. № 4. С. 91–97.

102. Халдин, К.С.. Методы и модели управления материальными ресурсами промышленного предприятия, обеспечивающие взаимосвязь его экономических и экологических приоритетов : автореферат дис. ... кандидата технических наук : Челябинск, 2016. 23 с.

103. Ходоровский, М. Я. Подходы к оценке эффективности стратегии организации / М. Я. Ходоровский, Е. В. Алексенко // Вестник УГТУ-УПИ. Серия: Экономика и управление. 2009. № 3. С. 4-21.

104. Хорошун, Е. А. Стейкхолдер-менеджмент как фактор формирования ключевых организационных компетенций / Е. А. Хорошун, Л. Е. Никифорова // Вопросы инновационной экономики. 2017. Т. 7. № 4. . С. 457-470. – DOI 10.18334/vines.7.4.38692.

105. Цветков, В.Я. Решение проблем с использованием системного анализа // Перспективы науки и образования. 2015. № 1. С. 50–55.

106. Чепелева, Н.Н. Теоретические основы ресурсной стратегии предприятия// Журнал экономической теории.2014. №1.

107. Чернова О.А., Митрофанова И.В. Импортозамещение, ориентированное на экспорт, как модель стратегического развития регионов ЮФО//Московский экономический журнал. 2022.Том 7.№9. С. 159-176.

108. «Шахта будущего» подразумевает технологию по добыче угля без присутствия людей в опасной зоне//Уголь Кузбасса. 2018 №2. <https://uk42.ru/index.php?id=7368>

109. Шевченко, И. К. Кластер как институт новой индустриализации / И. К. Шевченко, Ю. В. Развадовская, К. С. Руднева // Инновации. 2020. № 8(262). С. 41-47. DOI 10.26310/2071-3010.2020.262.8.005.

110. Шкарупета Е. В. Цифровая циркулярная экономика: концепция, модель, стратегии, фреймворк, технологии / Е. В. Шкарупета, Е. А. Ильина // Организатор производства. 2022. № 4. С. 9-17.

111. Юдин, С.С. Повышение экономической устойчивости промышленных нефтегазовых комплексов в Арктике. Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II - Санкт-Петербург, 2024. 29 с.

112. Яковлева, М. В. Цифровая трансформация промышленных компаний в условиях зеленой экономики / М. В. Яковлева, Д. Е. Морохотова // Экономика и социум: современные модели развития. 2024. Т. 14, № 3. С. 271-280. DOI 10.18334/ecsoc.14.3.121184.

113. . Rockafellar, R.T., Uryasev S. Optimization of Conditional Value-at-Risk (CVaR).

114. Ansoff, I. Corporate Strategy: An Analytic Approach to Business Policy for Growth and Expansion . New York : McGraw-Hill, 1965. 241 p. URL: <https://archive.org/details/corporatestrateg0000anso/page/n5/mode/2up>

115. Barney, J. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage [Электронный ресурс] // Journal of Management. 1991. Vol. 17, No. 1. P. 99–120. DOI: 10.1177/014920639101700108.

116. Bertalanfi, L. von. General System Theory: Foundations, Development, Applications [Электронный ресурс]. George Braziller, Incorporated, 2015. 295 p.: https://books.google.ru/books/about/General_System.

117. Bertsimas, D., Sim, M. The Price of Robustness; Sim M. Robust Optimization. PhD Thesis. MIT. 2004.
118. Bharadwaj, A., El Sawy, O. A., Pavlou, P. A., Venkatraman, N. Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights // MIS Quarterly. 2013. Vol. 37, Iss. 2. P. 471–482. DOI: 10.25300/MISQ/2013/37:2.3. URL: <https://aisel.aisnet.org/misq/vol37/iss2/10/>
119. Chandler, A. D. ml. Strategy and Structure: Chapters in the History of the American Industrial Enterprise [Электронный ресурс]. Cambridge, MA: The MIT Press, 1962. 463 p. ISBN 978-0262030045. URL: <https://mitpress.mit.edu/9780262030045/strategy-and-structure/>
120. Deming, W.E. Out of the Crisis [Электронный ресурс]. Cambridge, MA : The MIT Press, 2018.
121. Doroshenko, Y.A., Rudychev, A.A., Riapukhina, V.N. Technological modernisation prospects forecast of the main industries in Russia based on the assessment of the innovative development level (2021) Journal of Applied Engineering Science, 19 (4), pp. 1143-1149. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.085122029766&doi=10.5937%2fjaes0-> . DOI: 10.5937/jaes0-34688 (Scopus, Q2).
122. Drucker P.F.. The Practice of Management [Электронный ресурс]. — New York : Harper & Row, 1954. 416 p. URL: <https://archive.org/details/practiceofmanage00druc/page/n1/mode/2up>
123. Edith Penrose. The Growth of the Firm: The Legacy of Edith Penrose The Growth of the Firm: The Legacy of Edith Penrose (Теория роста фирмы: наследие Эдит Пенроуз). 2002. Изд-во: [Oxford Academ](https://www.oxfordacadem.com/). 33 с.
124. Eisenhardt, KM, Martin D. A. Dynamic Capabilities: What Are They? [Электронный ресурс] // Strategic Management Journal. 2000. Vol. 21, No. 10–11. P. 1105–1121. URL: <https://sms.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/1>
125. Exxon Mobil . Отчет по устойчивому развитию. Основные положения

<https://rspp.ru/upload/uf/e3f/o0nxgymg8i37aa7ae7nhitcx7fok65fj/Корпорация%20«ЭксонМобил»%20ОУР%202019.pdf>.

126. Forrester, J.W. Industrial Dynamics [Электронный ресурс]. Cambridge, MA : The MIT Press, 1961. 464 p. ISBN 978-0262060035. URL: https://books.google.ru/books/about/Industrial_Dynamics.html?id=4CgzAAAAMAAJ&redir_esc=y

127. Kalyazina, S., Ilin, I., Levina, A. A Multi-Agent System in the IT Architecture of Project Portfolio Management of an Energy Company. Springer. 2025.

128. Kaplan, R.S., Norton, D.P. The Balanced Scorecard—Measures that Drive Performance [Электронный ресурс] // Harvard Business Review. 1992. January–February.

129. Koc-Michalska, K., Lilleker, D. Digital Politics: Mobilization, Engagement, and Participation // Political Communication. 2016. Vol. 34. Pp. 1-5

130. Kuklina, E.A. https://www.researchgate.net/publication/354121670_Digital_Transformation_Strategy_as_a_Tool_for_Implementing_the_Business_Strategy_of_a_Company_in_the_Oil_and_Gas_Sector_of_Modern_Russia.

131. Lawrence, P. R., Lorsch, J. W. Organization and Environment: Managing Differentiation and Integration [Электронный ресурс]. Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University, 1967. 279 p. URL: <https://books.google.nl/books?id=zy1HAAAAMAAJ>

132. Lazzarini, S. G., Chaddad, F. R., Cook, M. L. Integrating supply chain and network analyses: The study of netchains // Journal on Chain and Network Science. 2001. Vol. 1(1). Pp.7–22.

133. Leiva, Vilaplana J.A. et al. Dynamic Cost–Benefit Analysis of Digitalization in the Energy Industry. ScienceDirect. 2024.

134. Lyandau, U.V., Solovyeva, U.V. Needs and features of the digital transformation of the organization // Ekonomika stroitel'stva [Economics of Construction], 2020, no 5(65), pp.40-47 (in Russ.).

135. Matt C., Hess T., Benlian A. Digital transformation strategies // *Business & Information Systems Engineering*. 2015. Vol. 57. P. 339-343
136. Menger, K. The Foundation of political economy // The Austrian school in political economy. M.: Economy, 1992. 496 p.
137. Mintzberg, G. Strategy-Making in Three Modes [Электронный ресурс] // *California Management Review*. 1973. Vol. 16, No. 2 (Winter). P. 44–53. DOI: 10.2307/41164491. URL: <https://cmr.berkeley.edu/1973/02/16-2-strategy-making-in-three-modes/>.
138. Molnar, G. Economics of Gas Transportation by Pipeline and LNG. In: Hafner, M., Luciani, G. (eds) // *The Palgrave Handbook of International Energy Economics*. Palgrave Macmillan, Cham. 2022. Pp. 23–57. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-86884-0_2.
139. Nikitaeva, A.Y., Yan, Z. Q. Theoretical Research on Sustainable Business Model Innovation Driven by Digital Technology // *The Future of Industry: Lecture Notes in Information Systems and Organisation*. 2024. Vol. 70. P. 75-89. DOI: 10.1007/978-3-031-66801-2_6.
140. Nort, Д. К. Institutions, Institutional Change and Economic Performance [Электронный ресурс]. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. (The Political Economy of Institutions and Decisions). ISBN 0-521-39416-3
141. Olson, E. Digital Transformation and AI in Energy Systems. Springer. 2024.
142. Rockafellar, R.T., Uryasev, S. Optimization of Conditional Value-at-Risk (CVaR); Uryasev S. Conditional Value-at-Risk: Optimization Algorithms and Applications.
143. Sim, M. Robust Optimization. PhD Thesis. MIT. 2004.
144. Simola, Heli., Solanko, Laura Russia’s oil & gas sector in global energy transition // *BOFIT Policy Brief*. 2021. No. 7. [Электронный ресурс]. URL: <https://publications.bof.fi/bitstream/handle/10024/44895/bpb0721.pdf?sequence=1>.

145. Somina I. V., Falko I. A. Comparative and Correlation Analysis of the Parameters of Digitalization and Innovation Activity of Business and Transport Organizations // Switzerland: Springer Nature Switzerland AG. 2023. P. 615-621. DOI 10.1007/978-3-031-11051-1_62.
146. Su Q. et al. Portfolio optimization of diversified energy transition investments with multiple risks. Science Direct. 2025.
147. Tees, DJ, Pisano, G, Schuen, E. Dynamic Capabilities and Strategic Management // Strategic Management Journal. 1997. Vol. 18. No. 7 (Aug.). P. 509–533. URL: <https://sms.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/>
148. Tofighian, A.A. Multi-period project portfolio selection under risk considerations and stochastic income. Springer Open Access. 2018.
149. Tom, Xu K., Farrell, T.W. The complementarity and substitution between unconventional and mainstream medicine among racial and ethnic groups in the United States // Health services research. 2007. Vol. 42, No. 2. P. 811–826.
150. Uryasev S. Conditional Value-at-Risk: Optimization Algorithms and Applications.
151. Verhoef, P.C., Broekhuizen, T., Bart Y. et al. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda // *Journal of Business Research*. 2021. Vol. 122. P. 889-901.
152. Vial, G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda // The Journal of Strategic Information Systems. 2019. Vol. 28, Iss. 2. P. 118–144. DOI: 10.1016/j.jsis.2019.01.003. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963868717302196> .
153. Viser, F. Theory of public economy // The Austrian school in political economy. M.: Economy, 1992. 496 p.
154. Warner, C. S. R., Wager, M. Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal // Long Range Planning.

2019. Vol. 52, Iss. 3. P. 326–349. DOI: 10.1016/j.lrp.2018.12.001. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S00246301173037>.

155. Weber, M. Economy and Society = Wirtschaft und Gesellschaft : Grundriss der verstehenden Soziologie. Tübingen : Mohr, 1922.

156. Williamson, O.E. The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting. New York : Free Press, 1985. 450 p. ISBN 068486374X. URL:https://books.google.com/books/about/The_Economic_Institutions_of_Capitalism.html?id=MUPVLuiy9uQC

157. Zhao T., Jinwei H., Degang Y., Xinhuan Zh., Danni L., Mingjie C., Rongqian L., Yaning Ch. Study on the Spatial Differentiation Characteristics and Influencing Factors of China's Economic Resilience under Different Shocks // Sustainability. 2022. Vol. 14, no. 24: 1691.

158. Karl Warner, M. Wager. Building dynamic capabilities for digital transformation // Loong Range Planning. 2018 No 52. 3. https://www.researchgate.net/publication/329788859_Building_dynamic_capabilities_for_digital_transformation_An_ongoing_process_of_strategic_renewal

159. Ono, T. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production [Электронный ресурс]. Cambridge, Mass. : Productivity Press, 1988. — 176 p. — ISBN 978-0915299140 (0915299143). URL: <https://www.almendron.com/tribuna/wp-content/uploads/2021/12/toyota-production-system-beyond-large-scale-production.pdf>.