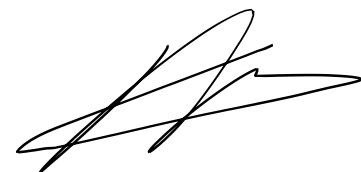


Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики
На правах рукописи



Занин Влад Владиславович

**Энергетическая эффективность региональной экономики как
фактор развития в современных условиях**

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика
(региональная экономика)

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель:
доктор экономических наук,
профессор Пак Х.С.

Санкт-Петербург — 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В РЕГИОНАЛЬНОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ	13
1.1. Региональное экономическое развитие и его факторы	13
1.2. Энергетическая эффективность как элемент устойчивости региональных социально-экономических систем.....	28
1.3. Методические подходы к оценке энергетической эффективности региональной экономики	44
Глава 2. ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАК ОСНОВНОГО ФАКТОРА ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА НА ПРИМЕРЕ СУБЪЕКТОВ РФ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА.....	63
2.1. Ключевые факторы развития регионов СЗФО в контексте энергетической эффективности	63
2.2. Анализ уровня энергетической эффективности регионов.....	72
2.3. Проблемы повышения энергетической эффективности в контексте устойчивого экономического развития регионов	83
Глава 3. РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ В РЕГИОНАЛЬНОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ НА ПРИМЕРЕ СУБЪЕКТОВ РФ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА.....	94
3.1. Оценка энергетической эффективности регионов СЗФО с использованием интегрированных моделей	94
3.2. Типология регионов по энергетическим и социально-экономическим характеристикам	105
3.3. Концептуальная модель совершенствования региональной энергетической политики как инструмента снижения дифференциации регионального экономического развития.....	122
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	140
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	144
ПРИЛОЖЕНИЯ	157
Приложение А. Основные направления реализации региональной экономической политики в энергетической сфере	157
Приложение Б. Выбранные регрессоры и интерпретация коэффициентов моделей	159

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Региональная экономика Российской Федерации характеризуется выраженной дифференциацией, обусловленной неоднородностью территориального устройства, разнообразием природно-ресурсного потенциала, инфраструктурной насыщенностью и уровнем социально-экономического развития. В условиях весомой полицентричности региональных систем невозможна реализация единых моделей социально-экономической трансформации. Территориальная специфика требует перехода к индивидуализированным стратегическим траекториям, что делает необходимым пересмотр механизмов управления в стратегических отраслях, включая энергетическую сферу. Актуальность усиливается необходимостью сопряжения региональных программ развития с энергетической политикой, адаптированной к профилю специализации и уровню ресурсной самообеспеченности регионов.

Региональная энергоэффективность влияет на уровень устойчивого развития и благосостояния населения региона. Рост энергетической эффективности территории является индикатором сбалансированности регионального развития и эффективности институциональных решений в энергетической сфере.

В связи с ускоренной трансформацией энергетического сектора, вызванной цифровизацией, ценовыми флуктуациями и экологическими приоритетами, приобретает ключевое значение проведение комплексной оценки энергоэффективности. Показатели энергоэффективности отражают внутренние резервы роста адаптационных свойств региональной экономики. Это обуславливает необходимость совершенствования инструментального аппарата оценки, особенно в части моделирования межрегиональных различий, энергоемкости экономической деятельности и потенциальной ресурсной уязвимости.

Ключевыми секторами, определяющими энергетический профиль регионов, выступают отрасли топливно-энергетического комплекса — нефтяная, газовая, угольная, атомная, электро- и теплоэнергетика. Их пространственное размещение и технологическая структура формируют базис регионального экономического

роста, оказывают влияние на структуру территориальной специализации и определяют динамику развития инфраструктуры. В этих условиях становится необходимым проведение исследования взаимосвязей между состоянием энергетической эффективности и параметрами регионального развития с применением экономико-математического моделирования.

Динамика макроэкономических изменений, включая повышение технологической неопределенности, геоэкономическую фрагментацию и переход к альтернативным источникам энергии, ставит под сомнение традиционные модели государственного регулирования в энергетической сфере. В этих условиях необходимы пересмотр принципов регионального планирования и внедрение адаптивных систем управления, основанных на комплексной оценке пространственной эффективности.

Предпосылки, изложенные выше, формируют основу для проведения данного исследования, направленного на разработку инструментов управления энергетической эффективностью регионов России. Проблематика требует углубленного анализа межрегиональных различий, оценки факторов устойчивости экономик регионов и построения моделей, адаптированных к условиям территориальной неоднородности и специфике региональной специализации.

Степень научной разработанности проблемы. В рамках исследования проведены обзор и анализ теоретических и прикладных трудов отечественных и зарубежных исследователей, внесших вклад в развитие научных представлений о региональной энергетической эффективности, экономико-математическом моделировании и системах управления энергопотреблением.

Проблематика регионального развития и устойчивости экономических систем получила развитие в работах А.Г. Гранберга, П.А. Минакира, А.И. Татаркина, Г.В. Дваса, А.И. Костяева, Г.Н. Никоновой, А.И. Кузнецовой, О.Г. Смешко, С.В. Ратнер, С.Н. Бобылева, Е.И. Громова, Л.К. Шаминой, Ю.И. Бушневой, Х.С. Пак, В.В. Кулибановой, М.Ю. Махотаевой, Т.В. Усковой, Е.Б. Ленчук, Н.С. Гичиевой, Е.Г. Цыплаковой, Т.В. Яровой, М.А. Максимова, Р.Ф. Гатауллина. Авторы обосновали необходимость учета региональной

специфики при формировании программ энергетической устойчивости, а также обозначили значимость баланса между социальными, экономическими и технологическими параметрами территориального развития.

Изучение вопросов энергетической эффективности и ее воздействия на развитие региональных экономик базируется на фундаментальных работах Л.Д. Гительмана, Г.В. Дваса, И.А. Башмакова, В.И. Белова, М.В. Кожевникова, Б.Е. Ратникова, С.В. Ратнер, Е.А. Авдеевой, Н.В. Арефьева, Л.В. Иваницкой, Н.С. Сафронова, Е.Е. Можаяева, А.Н. Мельника, К.А. Ермолаева, Т.Ю. Анисимовой, В.Ю. Анисимовой, И.А. Баева, И.А. Соловьевой, А.П. Дзюбы, С.И. Борталевич, Н.Г. Верстиной, Н.А. Верстина, В.П. Захарова, В.И. Салыгина, Д.С. Львова, В.А. Шамахова, Л.К. Шаминой, А.Д. Шматко, Х.С. Пак, В.В. Кулибановой. Исследования позволили обосновать подходы к оценке энергоэффективности, определить ее макро- и мезоуровневые эффекты, выработать направления интеграции показателей энергоэффективности в контуры социально-экономического планирования.

Особое внимание в научной литературе уделяется вопросам модернизации систем управления энергопотреблением с применением инновационных и цифровых технологий. Эти вопросы исследованы в трудах В.И. Абрамова, А.В. Путилова, В.М. Матюшок, Т.Г. Поспеловой, Н.Р. Кельчевской, Е.Б. Ленчук, Д.В. Подгайнова, С.А. Жильцова, Л.В. Чайка, Ю.А. Сидоренко, С.Ю. Ревинской, С.А. Балашовой, Е.Н. Летагиной, Е.М. Марченко, Н.Д. Дмитриева, Д.Г. Родионова, А.А. Зайцева, А.С. Фуртатовой, С.А. Балашовой, К.Г. Гомонова, Ю.А. Лебедева, С.И. Коданевой, В.А. Кокшарова, М.А. Максимова. Результаты этих исследований создали основу для разработки инструментов диагностики, применимых при реализации энергостратегий на уровне межрегионального взаимодействия.

Международные исследования, выполненные такими авторами, как А.Б. Ловинс, К. Бампатсу, Е. Зервас, А. Баранцини, С. Вебер, М. Барейт, Н.А. Мэтис, С. Фархани, С.А. Соларин, Т. Фосетт, Дж. Розеноу, П. Бертольди, У. фон Вайцеккер, Н. Канторе, М. Кали, Д.В.Т. Вельде, Д.К. Чжоу, Ф. Ву, П. Чжоу,

Д.И. Стерн, К. Энфло, охватывают спектр аспектов, включая формирование стратегий энергосбережения, устойчивость энергетических систем в условиях трансформации, применение моделей прогнозирования энергопотребления и влияние энергоэффективности на макроэкономическую динамику.

Несмотря на множество работ, посвященных вопросам энергоэффективности, в них наблюдается фрагментарный характер исследований, который выражается в том, что определенные аспекты энергетической эффективности и регионального развития рассматриваются разрозненно, т.е. не учитываются междисциплинарные взаимосвязи в условиях дифференциации регионов. В этих условиях возникает необходимость дальнейшего исследования возникших проблем путем формирования интегрированных многоуровневых моделей, что актуализирует выбранную тему диссертационной работы.

Цель исследования заключается в разработке прикладного инструментария для формирования комплексной системы оценки и управления энергетической эффективностью в региональном экономическом развитии.

Для достижения этой цели поставлены следующие **задачи**:

1. Провести анализ подходов к интерпретации регионального экономического развития с позиций энергетической устойчивости и энергетической эффективности региональной экономики как фактора регионального развития, уточнив их понятийный аппарат.

2. Разработать интегрированную многоуровневую модель взаимосвязи энергетической эффективности и регионального экономического развития, служащую основой комплексной оценки энергетической эффективности региональной экономики как фактора регионального развития.

3. Систематизировать ключевые факторные группы с позиции энергоэффективности для каждого субъекта Северо-Западного федерального округа.

4. Выявить проблемы повышения энергетической эффективности регионов Северо-Западного федерального округа.

5. Провести регрессионный анализ параметров и определить интегральный индекс энергетической эффективности регионов Северо-Западного федерального округа.

6. Сформировать кластеры, типологию регионов Северо-Западного федерального округа по состоянию социально-экономического развития с позиции энергоэффективности.

7. Разработать концептуальную модель совершенствования региональной энергетической политики.

Объектом исследования является энергетическая эффективность российских регионов России как фактор регионального развития в современных условиях.

Предметом исследования выступают экономические и управленческие отношения, возникающие при эффективном использовании энергетических ресурсов (энергоэффективности) регионов.

Теоретической основой исследования являются труды отечественных и зарубежных исследователей, посвященные вопросам регионального развития, дифференциации уровня социально-экономического развития регионов, экономико-математического моделирования, повышения энергетической эффективности. В работе использованы теоретические положения, раскрывающие характеристики энергетической эффективности как фактора регионального развития, особенности регионов, связанных с условиями и факторами их развития.

Методология и методы исследования основаны на системном и междисциплинарном подходах, обеспечивающих взаимосвязь между показателями энергетической эффективности и социально-экономического развития регионов. В ходе исследования кроме общенаучных методов исследования применяются методы экономико-математического моделирования, включая статистический, регрессионный и факторный анализ. Данный подход обеспечивает возможность учитывать социально-экономическую дифференциацию регионов, влияющую на их энергоэффективность.

Информационная база исследования: использованы данные Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации (далее — РФ), Министерства экономического развития РФ, нормативно-правовые акты РФ,

регулирующие вопросы энергоэффективности и регионального развития. Источниками являются отчеты и аналитические материалы Правительств регионов, статистические данные государственных и региональных статистических служб, отчеты о производственных процессах и инновациях в сфере топливно-энергетического комплекса (далее — ТЭК), данные финансовой и управленческой отчетности промышленных предприятий, а также материалы энергетических компаний и профильные аналитические отчеты.

Соответствие содержания диссертации паспорту научной специальности.

Паспорт научной специальности **5.2.3 Региональная и отраслевая экономика** (региональная экономика): 1.3. Региональное экономическое развитие и его факторы. Проблемы сбалансированности регионального развития региональных социально-экономических комплексов; 1.7. Факторы устойчивости региональных экономических систем; 1.9. Проблемы региональной социально-экономической дифференциации. Инструменты сглаживания региональных диспропорций в национальной экономике; 1.11. Региональная экономическая политика: цели, инструменты, оценка результатов.

Научная новизна исследования состоит в теоретическом обосновании и практической реализации подходов к оценке и управлению энергетической эффективностью региональных экономических систем в условиях социально-экономической дифференциации. Исследование основано на интеграции методов пространственно-экономического анализа и экономико-математического моделирования, с помощью которых разработан прикладной инструментарий для формирования комплексной системы оценки и управления энергоэффективностью в региональном экономическом развитии, учитывающий условия и факторы развития субъектов Российской Федерации.

Конкретные положения научной новизны заключаются в следующих результатах:

1. Расширены такие понятия, как “региональное экономическое развитие” и “энергоэффективность” в контексте энергетической устойчивости, что позволило

рассматривать энергоэффективность как самостоятельный фактор развития региона.

2. Предложена интегрированная многоуровневая модель, отражающая логическую взаимосвязь между энергетической эффективностью и региональным развитием на основе интеграции регрессионного и кластерного анализа, индексного метода, являющихся методической основой комплексной оценки энергетической эффективности как фактора регионального развития, с помощью которой проводится количественный анализ энергетической эффективности в региональной экономике, определяются проблемы повышения энергетической эффективности регионов, обосновываются показатели для расчета интегрального индекса энергетической эффективности региона, разрабатываются рекомендации по типологии и кластеризации регионов для повышения энергоэффективности. Апробация данной модели подтверждает наличие стимулирующего воздействия повышения энергоэффективности на темпы экономического роста этих регионов.

3. Систематизированы ключевые факторные группы развития регионов Северо-Западного федерального округа (далее — СЗФО), в том числе ключевые факторы развития этих регионов в контексте энергетической эффективности, выступающие базой для типологизации субъектов РФ СЗФО и проектирования индивидуальных траекторий развития с опорой на их текущие характеристики.

4. Выявлены основные проблемы, препятствующие повышению энергетической эффективности для каждого региона СЗФО, а также общие проблемы повышения энергетической эффективности в округе.

5. Проведен регрессионный анализ в ходе реализации предложенной интегрированной многоуровневой модели, позволивший определить взаимосвязь между исследуемыми параметрами и их влиянием на энергоэффективность регионов. Дана оценка энергоэффективности регионов СЗФО с использованием интегрированных моделей, т.е. определен интегральный индекс энергетической эффективности региона.

6. Сформированы кластеры, типология регионов СЗФО по состоянию социально-экономического развития с позиции энергоэффективности, отражающие высокую степень гетерогенности по показателям, непосредственно влияющим на

энергетическую эффективность, формирующие основу для формализации адаптивных траекторий развития региональных энергетических систем.

7. Разработана концептуальная модель совершенствования региональной энергетической политики региона как инструмент снижения дифференциации регионального экономического развития, включающая контур обновленной энергетической политики с учетом новых приоритетов развития и управленческую концепцию для реализации данной политики.

Теоретическая значимость исследования Теоретическая значимость исследования определяется обоснованием авторской трактовки понятия “региональное экономическое развитие” в контексте энергетической устойчивости и понятия “энергоэффективность”, что позволяет конкретизировать роль энергетической эффективности как системного фактора, определяющего уровень социально-экономического развития региона.

Практическая значимость исследования заключается в разработке прикладного инструментария для поддержки управленческих решений и стратегического планирования, адаптированного к оценке энергетической эффективности регионов и стимулированию их экономического роста, реализующего методы экономического и математического моделирования, позволяющие количественно оценивать показатели, выявлять проблемные зоны и определять новые приоритетные направления повышения эффективности.

Полученные результаты диссертационного исследования могут быть использованы органами государственной власти субъектов РФ при формировании стратегий регионального развития, уточнении приоритетов энергетической политики, разработке, реализации и корректировке программ экономического развития.

Степень обоснованности и достоверности представленных результатов обеспечивается использованием апробированных и общепризнанных в научной среде методов исследования, включая экономико-математические модели и статистический анализ. Логическая структура диссертационного исследования построена на существующей в науке методологии, обеспечивая внутреннюю

согласованность и целостность исследования. Достоверность результатов подкреплена корректным применением научных методов и инструментов анализа, подтвержденных эмпирическими данными, позволяя рассматривать выводы исследования как воспроизводимые и объективные для дальнейшего использования в науке и практики.

Обоснованность результатов исследования обеспечивается комплексным анализом современных тенденций в области энергоэффективности и региональной экономической политики с применением передовых методов управления и анализа данных. Выполненный всесторонний анализ позволил выявить проблемные области и разработать научные концепции, основанные на экономико-математических моделях. Теоретическая обоснованность работы подтверждается детализацией актуальных публикаций и трудов отечественных и зарубежных исследователей в области регионального экономического развития и энергетической эффективности.

Достоверность результатов достигается благодаря применению многоуровневого анализа, сочетания общих и специализированных научных методов, в том числе на базе экономико-математического моделирования. Проведенная научно-теоретическая проработка положений, формулировка и верификация интегрированной модели анализа энергоэффективности основаны на проверенных эмпирических данных и апробированы в ходе обсуждений на научно-практических конференциях. Результаты диссертационного исследования были опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ. Использование специализированных подходов к анализу способствует повышению достоверности предложенных выводов.

Апробация результатов исследования Основные выводы и положения исследования докладывались автором на ряде научно-практических и международных конференций в течение 2022–2025 гг. Некоторые результаты исследования были использованы при разработке учебно-методических материалов по дисциплине «Региональное управление», а также при выполнении инициативной НИР (ИНИР) кафедры менеджмента и государственного и муниципального управления ЧОУ ВО «Санкт-Петербургского университета технологий управления и экономики».

Публикации. В перечень публикаций входит 14 научных трудов, в том числе: 9 статей (авторские — 6,5 п.л.), опубликованных в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ, 4 статьи (авторские — 1,15 п.л.) в сборниках научных конференций, монография (15 п.л., в том числе авторские 5 п.л.), всего — 25 п.л. / 12,65 п.л. авторский.

Структура, содержание и объем диссертации. Диссертационная работа посвящена оценке энергетической эффективности как фактора регионального экономического развития и разработке интегрированного подхода к ее анализу с учетом социально-экономических характеристик субъектов России. Структура исследования включает введение, три главы основной части, заключение, список использованной литературы и приложений.

Глава 1 раскрывает сущность регионального развития и факторы развития, а также теоретико-методические основы анализа энергетической эффективности в системе региональной экономики. Энергетическая эффективность рассматривается как элемент устойчивости воспроизводственных процессов в регионах. Обобщены подходы к ее оценке, представлена классификация индикаторов и моделей, применимых в управлении на региональном уровне.

В главе 2 выполнено эмпирическое исследование субъектов Северо-Западного федерального округа. Представлены параметры развития регионов округа в разрезе ресурсных, институциональных и отраслевых факторов. Проведен анализ уровня энергетической эффективности регионов Северо-Западного федерального округа. Выявлены межрегиональные различия и проблемы, влияющие на энергоэффективность в региональной политике.

В главе 3 определен интегральный показатель энергетической эффективности, проведена кластеризация субъектов СЗФО с учетом типологических различий. Разработана концептуальная модель совершенствования региональной энергетической политики, учитывающая специфику региональной специализации.

Список использованной литературы включает 141 источник. Работа изложена на 160 страницах, из которых 156 страниц составляет основной текст, а 4 страницы отведены под приложения. В исследовании использованы 14 рисунков, 27 таблиц, а также 2 приложения.

Глава 1.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В РЕГИОНАЛЬНОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ

1.1. Региональное экономическое развитие и его факторы

Современные процессы социально-экономической трансформации усиливают значение регионального экономического развития как ключевого фактора устойчивости и конкурентоспособности национальной экономики [44, с. 61]. Динамика внешних и внутренних вызовов — от технологической модернизации и глобализации рынков до демографических сдвигов и климатических изменений — формирует новые требования к пространственной организации хозяйства и эффективному использованию ресурсного потенциала территорий. В этих условиях особую актуальность приобретает формирование адаптивных моделей регионального экономического развития, способных обеспечить сбалансированный рост, снизить межрегиональные диспропорции и интегрировать инновационные подходы в практику стратегического планирования.

В экономике развитие часто употребляется в следующих сочетаниях: экономическое развитие, социально-экономическое развитие, развитие экономики России (или другой страны), развитие региона, города. В каждом случае под развитием обычно подразумевается любое прогрессивное изменение прежде всего в экономической сфере. Если изменение количественное, говорят об экономическом росте. При качественном изменении речь может идти о структурных изменениях, об изменении содержания развития или о приобретении экономической системой новых характеристик [41, с. 198].

Развитие предполагает позитивную динамику параметров уровня и качества жизни населения, обеспеченную устойчивым, сбалансированным и многофакторным развитием социального, экономического, ресурсного и экологического потенциала территории.

Современное понимание категории «развитие» включает три взаимосвязанные составляющие характеристики: изменение, рост, улучшение,

главной из которых является последняя. В такой трактовке «развитие» рассматривается, прежде всего, с позиций социального результата — улучшения качества жизни.

В отечественной научной литературе категория экономического развития рассматривается в различных интерпретациях, что связано с многоаспектностью данного явления и разнообразием исследовательских подходов. Так, Р.М. Нуртдинов трактует развитие прежде всего через соотношение экстенсивных и интенсивных факторов, что отражает традицию анализа воспроизводственных процессов [84, с. 76]. В то же время значительное внимание уделяется и качественным характеристикам роста, в частности его социальной и экологической направленности. Так, Е.Б. Алаев подчеркивает значение сбалансированного и социально-ориентированного развития, где в центр ставятся интересы населения и повышение уровня жизни [25, с. 207].

Современные отечественные исследователи А.И. Татаркин и Н.В. Зубаревич акцентируют внимание на необходимости перехода к инновационной и устойчивой модели развития регионов, основанной на модернизации производственного потенциала, внедрении энергосберегающих технологий и учете экологических ограничений [60, с. 132; 110, с. 50]. Отдельное направление дискуссии связано с цифровизацией. Так, С.Ю. Глазьев рассматривает цифровое развитие как ключевой вектор новой промышленной революции и фактор структурной трансформации экономики России [45, с. 77].

Таким образом, среди отечественных исследователей сформировался широкий спектр подходов к пониманию типов экономического развития, основные из которых представлены в таблице 1.1.

Представленная типология позволяет увидеть, что экономическое развитие может принимать различные формы, зависящие от ресурсной базы, уровня технологического развития и институциональных условий. Однако в современных условиях именно концепция устойчивого развития приобретает особую значимость, так как она ориентирована на долгосрочный рост, сочетающий экономическую эффективность, социальную справедливость и экологическую безопасность.

Таблица 1.1. — Типы экономического развития

Тип развития	Характеристика	Особенности / последствия
Экстенсивное	Рост за счет увеличения количества ресурсов (труд, земля, капитал)	Низкая эффективность, ограниченность ресурсов
Интенсивное	Рост за счет повышения эффективности использования ресурсов	Внедрение инноваций, рост производительности, модернизация
Устойчивое	Гармонизация экономических, социальных и экологических целей	Ориентация на долгосрочный рост, сохранение ресурсов, экология
Тип развития	Характеристика	Особенности / последствия
Инновационное	Опора на новые технологии и научные достижения	Создание новых отраслей, продуктов, конкурентные преимущества
Социально-ориентированное	Приоритет развития человеческого капитала и социальной сферы	Рост качества жизни, доступность образования, здравоохранения
Сбалансированное	Согласование отраслевых и региональных пропорций	Снижение диспропорций, выравнивание развития территорий.
Полюсное	Развитие концентрируется в отдельных центрах (полюсах роста)	Экономический рост неравномерен, эффект распространения на периферию
Цифровое	Основано на цифровизации и внедрении ИИ, больших данных	Трансформация бизнес-моделей, новые формы занятости, эффективность

Понятие «устойчивое развитие» занимает центральное место в современной экономической науке, однако его трактовки отличаются значительным разнообразием. В классическом понимании, закрепленном в докладе Международной комиссии по окружающей среде и развитию, устойчивое развитие определяется как такое, которое удовлетворяет потребности нынешнего поколения, не ставя под угрозу возможности будущих поколений удовлетворять свои потребности. Данный подход положил основу широкому распространению концепции в международной и национальной повестке.

В отечественной науке категория «устойчивое развитие» также получила активное развитие, однако ее интерпретации варьируются. Т.Н. Тополева рассматривает устойчивость прежде всего через призму сбалансированного территориального развития, акцентируя внимание на необходимости согласования интересов центра и регионов, преодоления диспропорций и обеспечения равного доступа населения к базовым услугам [111, с. 116].

С.Н. Бобылев связывает устойчивое развитие с инновационной модернизацией экономики, где ключевым условием выступает повышение энергоэффективности и внедрение ресурсосберегающих технологий [35, с. 481].

Существует и более критический взгляд на концепцию: В.Н. Незамайкин подчеркивает, что устойчивое развитие в российских условиях часто носит декларативный характер, а реальные практики регионального управления демонстрируют неустойчивость в социальном и институциональном измерениях [82, с. 33]. Принципы устойчивого развития рассматриваются не только на макроуровне, как было принято, а на всех других уровнях, в том числе на микроуровне (компаниях). По данному подходу, условием устойчивого развития всего мира выступает устойчивое развитие стран, отдельных регионов, городов и предприятий, т.е. условием устойчивого развития всей страны выступает устойчивое развитие ее регионов, городов и предприятий, а условием устойчивого развития регионов выступают муниципальные образования и предприятия [88, с. 55]. Тем самым в научном дискурсе возникает вопрос о необходимости уточнения и адаптации категории «устойчивое развитие» к национальной и региональной специфике.

Таким образом, несмотря на разнообразие интерпретаций, можно выделить несколько базовых характеристик, позволяющих конкретизировать понятие устойчивого развития применительно к региональной экономике: сочетание экономической динамики с сохранением природных ресурсов и минимизацией экологического ущерба, обеспечение повышения качества и уровня жизни населения, расширение доступа к образованию, здравоохранению и другим общественным благам. Наконец, оно требует наличия эффективных институциональных механизмов управления, способных поддерживать баланс между экономическими интересами бизнеса, государства и общества.

В совокупности это позволяет определить устойчивое развитие региона как такое направление его экономического роста, которое обеспечивает долгосрочную конкурентоспособность и модернизацию хозяйственного комплекса при условии социальной сбалансированности и экологической безопасности территориальной системы.

В связи с этим особое значение приобретает категория энергетической устойчивости, поскольку именно энергетическая база во многом определяет возможности социально-экономического развития территории. Под энергетической устойчивостью региона следует понимать такое состояние его энергетической системы, при котором обеспечивается надежное, экономически эффективное и экологически безопасное удовлетворение текущих и перспективных потребностей хозяйственного комплекса и населения в энергоресурсах. Она предполагает диверсификацию источников энергии, рост энергоэффективности, развитие возобновляемых и инновационных технологий, что в конечном итоге способствует укреплению долгосрочной конкурентоспособности региона.

Непосредственно с энергетической устойчивостью тесно связана региональная экономическая устойчивость, отражающая способность хозяйственного комплекса региона сохранять сбалансированность и динамику развития в условиях внутренних и внешних вызовов. Региональная экономическая устойчивость предполагает поддержание оптимальной структуры экономики, адаптивность к изменяющимся рыночным условиям, сохранение инвестиционной привлекательности и финансовой стабильности, а также обеспечение высокого уровня занятости и социальной защищенности населения. Таким образом, она выступает интегральной характеристикой, объединяющей ресурсные, производственные и институциональные факторы развития территории.

Если устойчивое развитие формирует общую рамку стратегических приоритетов, то ее содержательное наполнение раскрывается через категорию «региональное экономическое развитие». Термин «региональное экономическое развитие» рассматривается через призму различных теоретических и методологических подходов и описывается как процесс организации производительных сил, направленный на сбалансированный рост территорий и выравнивание уровня их социально-экономического состояния [67, с. 127]. В классическом подходе региональной экономики данное явление трактуется через факторы размещения производств, транспортной доступности, ресурсного обеспечения и специализации предприятий, определяющие конкурентные

преимущества регионов [44, с. 76; 66, с. 102]. Оно рассматривается как ступенчатое формирование экономических связей, включающее индустриализацию, урбанизацию, развитие инфраструктуры и сокращение диспропорций между ядром и периферией. Такой подход традиционно связан с индустриальными моделями XX века, ориентированными на стимулирование равномерного распределения инвестиций и гармонизацию социально-экономического пространства [66, с. 157].

В современной регионалистике можно выделить ряд методологических подходов, определяющих интерпретацию и приоритеты регионального экономического развития. В таблице 1.2 приведены основные подходы к определению приоритетов регионального развития, сгруппированные по ключевым направлениям.

Таблица 1.2. — Подходы к интерпретации регионального экономического развития

Подход	Понятийная интерпретация	Ключевые характеристики
Институциональный Е.Ф. Волошина, А.Г. Гранберг	Региональное экономическое развитие понимается как результат согласованной работы управленческих механизмов	Акцент на роли нормативно-правовой среды, координации управленческих решений и сетевых взаимодействий между организациями
Структурно-ресурсный Н.С. Гичиев, М.А. Николаев	Региональное экономическое развитие трактуется как использование ресурсного, инновационного и инфраструктурного потенциалов	Учет энергоемкости, ресурсной обеспеченности, инновационного уровня и состояния инфраструктуры; оценка структуры производства
Экономико-стратегический В.В. Кудревич, Т.В. Ускова	Региональное экономическое развитие определяется как стратегический процесс формирования конкурентоспособности региона	Связь с целеполаганием и стратегическим планированием; внимание к устойчивому росту, снижению разрывов и реализации сравнительных преимуществ
Социально-экономический С.Н. Бобылев, Н.Н. Сергеев	Региональное экономическое развитие рассматривается как многофакторное воспроизводство социального, хозяйственного и ресурсного потенциалов	Учет качества жизни, демографических характеристик и социальных параметров; акцент на социальной устойчивости и улучшении условий жизни
Инновационно-технологический С.В. Ратнер, М.Ю. Махотаева	Региональное экономическое развитие понимается как повышение технологической зрелости и инновационного потенциала	Акцент на цифровизации, внедрении современных технологий и развитии научно-исследовательской активности; роль технопарков и стартапов
Экологический и ресурсосберегающий О.В. Кузнецова	Региональное экономическое развитие трактуется как формирование устойчивых моделей использования ресурсов	Учет требований к снижению энергоемкости, переходу на возобновляемые источники и минимизации выбросов; интеграция целей роста

Так, в трудах А.Г. Гранберга региональное экономическое развитие рассматривается как управляемая система с собственными институтами и траекториями развития [46, с. 63], а Е.Ф. Волошина подчеркивает значимость институциональной среды и координации управленческих решений [38, с. 89]. Данный подход акцентирует необходимость институциональной адаптивности и согласования целей территориального развития. Н.С. Гичиев и М.А. Николаев указывают, что структура хозяйственного комплекса и обеспеченность ресурсами определяют возможности региона для устойчивого роста, выделяя инфраструктурные ограничения и ресурсную базу как факторы, напрямую влияющие на региональное экономическое развитие [43, с. 151; 83, с. 185]. С.Н. Бобылев связывает региональное экономическое развитие с эффективным использованием ресурсов и стабильностью воспроизводственных процессов [35, с. 547]. В.В. Кудревич рассматривает региональное экономическое развитие как стратегический процесс формирования конкурентоспособности региона [66, с. 97], а Т.В. Ускова подчеркивает роль программно-целевых механизмов [112, с. 264]. С.В. Ратнер делает акцент на развитии возобновляемой энергетики и распределенной генерации [101, с. 93], тогда как М.Ю. Махотаева рассматривает инновационную инфраструктуру как базу для повышения технологической зрелости региона [83, с. 117]. О.В. Кузнецова подчеркивает необходимость перехода на устойчивые модели природопользования и минимизации негативного воздействия на окружающую среду [67, с. 162].

Несмотря на различия в акцентах и инструментарии, все подходы сходятся в признании необходимости эффективного использования потенциалов региона и адаптации к изменениям внешней и внутренней среды. Схожие идеи прослеживаются и в зарубежных исследованиях. Так, Майкл Портер в трудах по конкурентным преимуществам стран предложил подход к кластеризации и стратегическому планированию на региональном уровне [135, с. 370]. Д. Асемоглу и Дж. Робинсон обосновали, что инклюзивные институты с равным доступом к ресурсам служат катализатором конкурентоспособности, тогда как экстрактивные практики приводят к экономическому застою и росту неравенства [122, с. 412]. М. Фуджита выявил, что агломерация производственных активов и

развитые торговые связи формируют ядро региональных рынков и определяют распределение выгод [125, с. 178]. Дж. Фридман обратил внимание на значение оптимального размещения предприятий и транспортных систем для стабильного развития территорий [136, с. 374].

Учитывая различие исходных теоретических позиций, зарубежные исследования подтверждают ключевые выводы отечественной регионалистики о значимости институциональных условий, концентрации экономической активности, кластерных взаимодействий и рационального пространственного планирования в аспекте регионального экономического развития. Их обобщение позволяет расширить методологическую базу анализа и определить направления интеграции различных подходов в практику управления развитием территорий.

Так, интеграция экономического и территориального планирования становится приоритетной задачей. Это означает согласование стратегий развития с требованиями ресурсной эффективности, инновационного роста и институционального обновления. Цели развития выходят за рамки простого экономического роста и становятся предметом комплексного анализа, направленного на снижение диспропорций, усиление институциональной согласованности и формирование адаптивных моделей управления.

Переход к новой модели регионального экономического развития требует четкого определения задач, объединяющих цели по инновационной активности, ресурсной эффективности и институциональной согласованности. Можно выделить следующие задачи:

1. Экономические: развитие производственно-инновационных кластеров с учетом специализации регионов и формирования конкурентных преимуществ через стратегическое управление; стимулирование экономического роста в периферийных и монофункциональных территориях посредством концентрации инвестиций и поддержки инновационной активности, что повышает институциональную связанность и устойчивость экономики; поддержка технологической модернизации в традиционных секторах, включая внедрение инновационных решений и повышение технологической зрелости территорий.

2. Инфраструктурные: обеспечение доступности транспортной и социальной инфраструктуры, что выступает параметром инвестиционной привлекательности регионов в условиях модернизации экономики и логистических систем; снижение инфраструктурных и ресурсных барьеров как цель, способствующая повышению эффективности территорий; формирование сбалансированной схемы развития межрегиональной инфраструктуры с учетом прогнозов потребностей в ресурсах и социальных сервисах.

3. Институционально-организационные: укрепление межрегиональной координации и создание сетевых механизмов управления, обеспечивающих согласованность решений; развитие стратегических и адаптивных моделей планирования, включающих показатели устойчивости, инновационного потенциала и институциональной эффективности; внедрение инструментов регулирования межтерриториальных различий, предусматривающих дифференцированное применение инвестиционных и социальных мер.

4. Социально-территориальные: оптимизация системы расселения и развития региональных центров с учетом демографических характеристик и уровня экономической активности; снижение диспропорций в доступе к базовым услугам и ресурсам через таргетированные программы поддержки уязвимых групп и муниципалитетов; повышение качества среды и уровня жизни в депрессивных и приграничных территориях посредством инфраструктурных, социальных и организационных решений, обеспечивающих устойчивость.

Постановка комплексных задач требует опоры на систему принципов, способных направлять развитие в условиях территориального многообразия. Принципы регионального экономического развития эволюционировали от механического выравнивания социально-экономических условий к концепции управляемой территориальной дифференциации. В официальных документах подчеркивается необходимость перехода от простого выравнивания условий жизни и уровня инфраструктурной обеспеченности к выработке специализированных сценариев развития, направленных на преодоление институциональных, ресурсных и инновационных барьеров [5]. В рамках этого принципы рассматриваются как

фундамент для построения адаптивной модели управления, учитывающей инновационные профили и особенности институтов регионов (таблица 1.3).

Таблица 1.3. — Система принципов регионального экономического развития

Принцип	Содержательная интерпретация	Связь с идеями исследования
Управляемая дифференциация	Признание и использование отличий в экономическом, ресурсном и инновационном потенциале регионов для формирования уникальных траекторий развития	Поддержка специализации и концентрации на точках роста
Институциональная адаптивность	Способность быстро перестраивать институты и управленческие механизмы в ответ на внешние и внутренние вызовы	Формирование адаптивных стратегий управления
Инновационно-технологический приоритет	Ориентация на высокотехнологичные направления как ключ к развитию	Акцент на внедрении передовых технологий и поддержке научно-исследовательских инициатив
Многоуровневое управление	Согласование задач между федеральным, региональным и муниципальным уровнями, построение сетевых взаимодействий	Разработка моделей координации и согласования на разных уровнях управления
Социальная устойчивость	Обеспечение равного доступа к базовым благам и услугам при сохранении многообразия моделей	Учет социальных индикаторов и механизмов поддержки уязвимых групп
Территориальная конкурентоспособность	Развитие конкурентных преимуществ благодаря уникальным ресурсам, компетенциям и нишам рынка	Выработка стратегий устойчивого конкурентного роста
Интеграция инноваций и институтов	Установление связи между формированием инновационной среды и совершенствованием институциональных механизмов	Создание условий для эффективного взаимодействия бизнеса, власти и науки

Наблюдается переход от классической модели, ориентированной на механическое выравнивание, т.е. равномерное распределение ресурсов и унификацию условий развития без учета специфики регионов, к «политике региональной устойчивости», где значимы как инвестиции в инфраструктуру, так и институциональные условия инновационной восприимчивости, готовности к технологической модернизации и способности к долгосрочному воспроизводству. Данные принципы позволяют трактовать региональное экономическое развитие как многофакторный процесс, отражающий специфику ресурсных, инновационных и инфраструктурных конфигураций регионов, а также их способность к трансформации и адаптации при новых вызовах.

Аспекты регионального развития, в том числе его энергетическая и институциональная составляющие, отражены в стратегических документах России. «Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года» фиксирует приоритеты формирования устойчивых региональных систем, укрепления межрегиональной взаимосвязи, развития и диверсификации точек роста [5]. «Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года» подчеркивает потребность в модернизации энергетического сектора и снижении энергоемкости [4]. Региональные программы также устанавливают задачи по повышению энергоэффективности, развитию транспортных и социальных сетей.

Отражение ключевых направлений в официальных стратегических документах определяет рамочные ориентиры для региональной политики, однако их практическая реализация зависит от совокупности конкретных условий и ресурсов, которыми располагает территория. Эти условия формируют систему факторов регионального экономического развития, определяющих его устойчивость, темпы роста и способность к адаптации в меняющейся внешней и внутренней среде.

В научной литературе исследователи по-разному классифицируют и интерпретируют данные факторы, рассматривая их как совокупность взаимосвязанных условий, определяющих устойчивость и конкурентоспособность территорий. Р.Ф. Гатауллин [41, с. 198] подчеркивает значимость комплексного использования природно-ресурсного и человеческого потенциалов, отмечая, что дисбаланс в их освоении приводит к структурным ограничениям экономического роста. Т.В. Ярова [121, с. 317] связывает факторы регионального экономического развития с динамикой внутреннего спроса, инвестиционной активностью и способностью региональной экономики интегрироваться в межрегиональные и международные связи. Е.Б. Ленчук [70, с. 26] акцентирует внимание на роли инновационного развития как системообразующего фактора, формирующего долгосрочные конкурентные преимущества региона. По ее мнению, модернизация производственных мощностей и стимулирование НИОКР позволяют преодолевать технологическое отставание и повышать эффективность использования ресурсов.

М.А. Максимов [73, с. 220] дополняет этот подход, выделяя значимость развития транспортно-логистической и энергетической инфраструктуры как основы для интеграции регионов в единое экономическое пространство.

Особое внимание в литературе уделяется институциональным и управленческим факторам. А.И. Татаркин [110, с. 50] связывает результативность региональной политики с наличием адаптивных моделей управления, способных реагировать на изменения внешней среды и минимизировать риски.

В зарубежных работах также подчеркивается многомерность факторов регионального экономического развития. Так, Р. Капелло выделяет пространственные факторы, связанные с агломерацией и инновационными экосистемами, как ключевые драйверы роста [124, с. 15]. Д. Родрик указывает на важность сочетания открытости экономики с институциональной устойчивостью, позволяющей регионам адаптироваться к глобальным вызовам [137, с. 143].

Таблица 1.4. — Группы факторов регионального экономического развития

Группа факторов	Ключевые элементы	Авторы
Ресурсно-производственные	Природные, трудовые ресурсы, производственный потенциал	Р.Ф. Гатауллин, Т.В. Яровава
Инфраструктурные	Транспортная, энергетическая, логистическая инфраструктура	М.А. Максимов, Е.Б. Ленчук
Институционально-управленческие	Качество правовой базы, адаптивность управления	А.И. Татаркин
Технологические	Инновации, модернизация, НИОКР	Е.Б. Ленчук
Социально-экономические	Внутренний спрос, инвестиционная активность, качество жизни	Т.В. Яровава

Факторы регионального экономического развития представляют собой взаимосвязанную систему, включающую ресурсно-производственные, инфраструктурные, институционально-управленческие, технологические и социально-экономические элементы. Их влияние проявляется комплексно, формируя конкурентоспособность и устойчивость территорий. При этом все более отчетливо прослеживается значение энергетической составляющей как сквозного фактора, определяющего эффективность использования ресурсов,

возможности технологической модернизации и адаптивность региональных систем. В этом контексте энергоэффективность становится не только элементом инфраструктурного и технологического развития, но и ключевым условием достижения стратегических целей региональной политики.

Анализ теоретико-методологических подходов, отраженных в трудах отечественных и зарубежных исследователей, а также стратегических документах Российской Федерации, показал, что региональное экономическое развитие (далее — РЭР) представляет собой многомерное явление, охватывающее как количественные, так и качественные изменения в социально-экономической системе региона. Оно формируется под влиянием комплекса взаимосвязанных факторов — ресурсных, инфраструктурных, институциональных, технологических и энергетических, что требует их системного учета в аналитике и практике управления.

Усиление внимания к энергоэффективности обусловлено целым рядом обстоятельств. Во-первых, она прямо связана со снижением производственных и эксплуатационных издержек, что позволяет региональным предприятиям повышать конкурентоспособность продукции и формировать более устойчивую налоговую базу. Во-вторых, энергоэффективные решения способствуют надежности функционирования инфраструктуры и снижению рисков перебоев в энергоснабжении, что особенно важно для территорий с высокой концентрацией промышленного производства. Энергоэффективность также имеет ярко выраженный социальный и экологический эффект: с одной стороны, она способствует снижению расходов домохозяйств на оплату коммунальных услуг, а с другой — уменьшает антропогенную нагрузку на окружающую среду, что напрямую влияет на качество жизни населения и социальную стабильность. Развитие энергосберегающих технологий стимулирует формирование новых точек роста — от инновационных кластеров до цифровизации энергетической инфраструктуры, что усиливает технологическую модернизацию региона. Наконец, институционализация энергоэффективности как приоритета региональной политики позволяет органам власти интегрировать территорию в

федеральные и международные программы устойчивого развития, обеспечивая баланс экономических, социальных и экологических интересов.

Энергоэффективность постепенно выходит за рамки исключительно инфраструктурного и технологического параметра, приобретая статус самостоятельного детерминанта регионального развития. Она представляет собой комплексное явление, оказывающее влияние на экономическую, социальную, экологическую и институциональную сферы. С одной стороны, энергоэффективность определяет уровень ресурсосбережения и производственной конкурентоспособности, с другой — выступает индикатором качества управления и способности региона к инновационной адаптации. В этом смысле ее можно выделить как отдельный фактор регионального экономического развития, обладающий сквозным воздействием и формирующий условия для устойчивого и долгосрочного роста территориальных систем.

В настоящее время повышение энергоэффективности — это уже не просто дань моде или следование в русле мировых тенденций, а необходимость, вызванная к жизни рядом обстоятельств. Современные реалии таковы, что время, когда при производстве продукции использовались безграничные и дешевые энергоресурсы, закончилось. Возрастающие объемы производства, связанные с удовлетворением перманентно растущего спроса, оказывают все большее негативное влияние на окружающую среду, что в условиях реализации концепции устойчивого развития недопустимо. В итоге удорожание себестоимости продукции ведет к росту ее цены, а значит, к неконкурентоспособности продукции и региона, специализирующегося на ее производстве, к снижению уровня жизни населения на таких территориях. Проблематика энергоэффективности закономерно выходит на более широкий уровень анализа, непосредственно сопрягаясь с сущностью и динамикой регионального экономического развития.

В научной литературе сложилось множество определений регионального экономического развития, каждое из которых отражает приоритеты автора и специфику исследуемого контекста. Например, А.Г. Гранберг рассматривает региональное экономическое развитие как «комплексный процесс изменения

структуры, уровня и качества жизни населения региона, направленный на повышение его социально-экономического потенциала» [46, с. 63]. Эта трактовка сильна своей акцентировкой на комплексности преобразований и улучшении качества жизни, но при этом не содержит прямого упоминания о технологической модернизации, инновационном потенциале и энергетической устойчивости, что сегодня является существенным упущением.

В свою очередь, О.В. Кузнецова определяет региональное экономическое развитие как «совокупность количественных и качественных изменений в экономике региона, обеспечивающих его конкурентоспособность и адаптацию к изменяющейся внешней среде» [67, с. 212]. Это определение отражает важность адаптационных механизмов и конкурентных преимуществ, однако остается обобщенным: в нем отсутствует детализированное раскрытие структурных сдвигов в экономике и роли энергетического фактора в обеспечении долгосрочной устойчивости.

Исходя из существующих определений и выделенной факторной структуры можно определить, что классические трактовки регионального экономического развития требуют актуализации. В современных условиях экономическая динамика регионов неразрывно связана с необходимостью структурной трансформации, диверсификации экономики, модернизации производственной базы и повышением энергетической устойчивости. Игнорирование этих аспектов ограничивает объяснительный потенциал и практическую применимость определения.

Учитывая выявленные ограничения и опираясь на проведенный комплексный анализ, в рамках данного исследования предлагается авторская трактовка регионального экономического развития. Под ним понимается воспроизводимый процесс структурной трансформации региональной экономики, направленный на устойчивый рост (в том числе с позиции энергетической устойчивости), модернизацию производственной базы, повышение качества жизни и адаптацию к внешним и внутренним вызовам.

Предложенное определение позволяет рассматривать региональное экономическое развитие как интегративный процесс, в котором энергетическая

составляющая играет системообразующую роль. Включение энергоэффективности в число ключевых характеристик определения обусловлено ее влиянием на ресурсную и инфраструктурную емкость, обозначение направлений технологической модернизации и обеспечение долгосрочной конкурентоспособности территорий.

Указанные обстоятельства предопределяют необходимость отдельного рассмотрения энергоэффективности как структурного элемента региональной социально-экономической системы, ее понятийного содержания, факторов формирования и роли в обеспечении устойчивого развития.

1.2. Энергетическая эффективность как элемент устойчивости региональных социально-экономических систем

В экономических исследованиях энергетическая эффективность рассматривается не только как технический или экономический показатель, но и как комплексная характеристика.

Так, Е.Р. Яхина определяет энергоэффективность как «особое комплексное свойство экономики», выражающее способность национального хозяйства производить разнообразные конкурентоспособные энергоресурсы и эффективно их использовать во всех отраслях, снижая энергоемкость ВВП и ключевых товаров [116, с. 260].

В.В. Маркин акцентирует управленческо-политический аспект: по его мнению, энергоэффективность представляет собой комплекс мероприятий, включающий эффективное инвестирование в энергетику, реализацию политики энергосбережения на всех уровнях — федеральном, региональном, муниципальном, внедрение управленческих и технологических инноваций, оптимизацию топливно-энергетического баланса и управление спросом на энергию на основе стратегических разработок [74, с. 33].

Т.Х. Гулбрандсен под понятием энергоэффективности подразумевает наиболее разумное потребление энергетических ресурсов, достигаемое за счет наиболее эффективного использования техники и технологий, что в конечном итоге приводит к рациональному расходованию всех видов энергии [47, с. 163].

М.П. Мельникова характеризует энергоэффективность как отличительный признак экономики, отражающий ее способность не только производить, но также продавать и рационально использовать их во всех секторах национальной экономики широкий спектр конкурентоспособных энергетических ресурсов [77, с. 108].

Иную точку зрения предлагает И.А. Башмаков, рассматривая энергоэффективность как долю ценной продукции и услуг, производимых оборудованием или технологическими процессами, по отношению к энергии, потребляемой этим оборудованием или процессами [32, с 171].

Д.В. Подгайнов и Р.М. Котов определяют энергетическую эффективность как системный фактор, формирующий устойчивость региональных экономик и поддерживающий воспроизводство на уровне базовых и расширенных условий роста [64, с. 553; 97, с. 400]. В таком ракурсе энергетическая подсистема рассматривается через призму институциональной согласованности и ресурсной рациональности.

В.А. Ильин и Т.В. Ускова рассматривают энергетическую эффективность как сочетание системного и ресурсно-процессного методов, помогающего представить результаты управления как набор мобилизованных ресурсов, перераспределяемых для достижения целевых показателей энергоэффективного развития. Дифференциация целей по уровням управления и использование инструментов стратегического регулирования должны формировать контур адаптивного энергоменеджмента, обеспечивающий устойчивость к ценовым и технологическим шокам [81, с. 164].

Как утверждают Г.В. Дедикин и В.М. Толмачева, энергоэффективность является фундаментальным показателем, отражающим взаимосвязь между достигнутыми результатами и потреблением энергии, исходя из чего данная категория выступает в качестве ключевого параметра, способного ограничить использование энергии и уменьшить негативное воздействие производственных процессов на окружающую среду. Помимо экологических последствий, энергоэффективность приносит ощутимые экономические выгоды за счет

сокращения затрат на электроэнергию, тем самым повышая экономическую жизнеспособность производства [49, с. 186].

По мнению Е.Г. Гащо, энергоэффективность региона следует понимать как совокупность экономических, технологических и управленческих мер, направленных на рациональное использование энергетических ресурсов и снижение энергопотерь в рамках регионального хозяйственного комплекса [42, с. 20]. В этой интерпретации ключевым акцентом выступает функциональная направленность на развитие региона через повышение качества управления энергетическими процессами.

В то же время А.В. Швецов рассматривает энергоэффективность региона преимущественно через показатели энергоемкости валового регионального продукта. Автор отмечает, что снижение энергоемкости экономики на региональном уровне является объективным критерием энергоэффективности и отражает способность региона повышать результативность хозяйственной деятельности при минимальных энергетических затратах [119, с. 457].

Как видно, единого универсального определения не сложилось, трактовки описывают энергоэффективность через разные призмы: как узкого технико-экономического показателя (удельной энергоемкости), как способности экономики рационально распоряжаться энергоресурсами, как совокупность политико-управленческих мер, как свойство региональной системы, влияющее на ее устойчивость.

Учитывая выявленное многообразие трактовок, в рамках данного исследования предлагается авторское определение: *энергетическая эффективность региона — уровень рационального использования энергетических ресурсов в достижении региональных социально-эколого-экономических целей при минимизации экологических и ресурсных издержек*. Иными словами, это интегральная характеристика, отражающая способность региона оптимально использовать энергетические ресурсы для достижения роста и улучшения качества жизни при одновременном снижении энергоемкости хозяйства. Такое понимание объединяет технико-экономические критерии (оптимизация энергопотребления) с целевыми социально-экономическими ориентирами

(устойчивый рост, конкурентные преимущества) и учитывает институционально-инновационный контекст (необходимость управленческих мер и новых технологий для реализации потенциала энергоэффективности).

Исследования показывают, что регулирование энергосбережения и энергоэффективности в России сдвигается от административного надзора к цифровому мониторингу и рыночному саморегулированию, ускоряя достижение целевых показателей и способствуя снижению затрат [62, с. 174; 107, с. 82]. Эффективное достижение стратегических целей государственной политики требует последовательной и интегрированной экономической политики, обеспечивающей синергичное взаимодействие государства, бизнеса и общества в рамках общей национальной стратегии [70, с. 25].

Согласно Энергетической стратегии России, к 2030 г. запланировано значительное снижение удельной энергоемкости ВВП более чем в два раза, что должно быть достигнуто через структурные реформы и инвестиции в энергоэффективные технологии. Принятый Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергоэффективности» устанавливает правовые и экономические инструменты, призванные стимулировать широкомасштабное применение энергосберегающих технологий и формирование рациональной системы управления энергоресурсами [2].

М.А. Максимов и В.Н. Чичерова отмечают, что государственные программы стали основой программно-целевого управления энергоэффективностью на федеральном и региональном уровнях, позволяя согласовать региональные инициативы с общенациональными стратегиями и приоритетами [73, с. 219]. Государственная политика представляет собой многокомпонентный механизм, включающий взаимодействие регионов, общественных групп и социально-экономических интересов. Функционирование данного механизма связано с учетом политических норм, традиций и потребностей населения.

Рисунок 1.1 иллюстрирует структуру взаимодействия субъектов, участвующих в разработке стратегических планов регионального развития, и их функциональные роли на каждом этапе планирования. Реализация аналитической, координирующей, регламентирующей и стимулирующей функций формирует

целостный подход к достижению целей, учитывающий уникальные характеристики регионов [118, с. 301].



Рисунок 1.1. — Структура взаимодействия участников и функциональные этапы стратегического планирования регионального развития

Энергетическая эффективность рассматривается как компонента устойчивого социально-экономического развития и постоянного экономического роста региональных систем. Стабильное энергоснабжение является важнейшим условием для поддержания экономической активности и повышения уровня жизни населения [30, с. 201]. Энергетическая эффективность измеряет степень рациональности и эффективности использования энергетических ресурсов на различных этапах производства и потребления. Рост энергетической эффективности снижает энергозатраты и энергоемкость экономики, минимизирует экологические издержки и повышает конкурентоспособность региональных экономических систем [1].

Энергетическая эффективность занимает значительное место в научной литературе как элементы обеспечения стабильного и прогрессивного развития региональных и национальных экономик. В условиях трансформации экономической архитектуры страны роль энергетического сектора возрастает, поскольку именно энергетика остается основой для развития базовых отраслей,

способствующих социально-экономическому прогрессу [30, с. 241]. Энергетическая эффективность рассматривается как компонент экономической устойчивости, обеспечивающий снижение энергоемкости производств и сокращение негативного воздействия на окружающую среду [103, с. 158].

Инвестиции в энергоэффективные технологии оказывают значимое влияние на повышение энергетической устойчивости. Инновационные технологии позволяют оптимизировать энергозатраты и способствуют улучшению экологических показателей. Энергетическая архитектура должна учитывать глобальные изменения и развиваться в соответствии с мировыми трендами, что требует справедливого распределения и рационального использования доступных энергетических ресурсов [72, с. 160; 114, с. 561]. Интенсивные процессы глобализации приводят к росту энергопотребления в различных секторах экономики и среди населения, особенно в условиях регионального роста промышленности. Следует учитывать комплекс инновационных рисков, которые могут возникнуть в процессе внедрения и реализации энергетических проектов [102, с. 50].

Высокий потенциал технологической модернизации подтверждается в исследованиях, подчеркивающих роль современных технологий и интеллектуального капитала в промышленном производстве, направленных на рационализацию использования энергоресурсов и снижение издержек. Внедрение цифровых технологий открывает перспективы для оптимизации процессов управления и позволяет выявить детерминанты повышения эффективности региональных энергетических систем [50, с. 101].

На государственном уровне разрабатываются стратегические документы, направленные на комплексное решение задач формирования и реализации направлений энергетической политики, адаптированной к особенностям каждого региона [61, с. 397]. В данных условиях возникает необходимость создания оптимизированных стратегий управления региональной энергетической эффективностью, основанных на учете дифференциации регионов по уровню энергообеспеченности и специфическим факторам их развития. Перспективным направлением является создание моделей, учитывающих взаимосвязи в системе ТЭК — экономика — окружающая среда [36, с. 16; 104, с. 147].

Показатель объема потребления электроэнергии выступает фактором, влияющим на уровень энергетической эффективности. Научные исследования показывают, что высокая энергоемкость экономики может свидетельствовать о недостаточно рациональном использовании энергетических ресурсов. В данном контексте необходимо повышать конкурентоспособность отраслей ТЭК и отдельных субъектов экономики, ориентируясь на повышение энергетической эффективности [51, с. 20]. В то же время увеличение объема потребления электроэнергии в ряде случаев коррелирует с ростом экономической активности.

Среди факторов, формирующих энергоэффективность, особо выделяются выбросы CO₂ на душу населения, объем фиксированного капитала и доля промышленного сектора в экономике. С учетом роста энергопотребления на душу населения значимыми становятся структурные изменения, такие как увеличение промышленной составляющей в экономике и внедрение передовых технологий. Полученные результаты подтверждают необходимость развития политики в области энергоэффективности, ориентированной на стимулирование экономического роста, реализацию проектов в области энергосбережения и поддержку технологических инноваций, особенно посредством взаимодействия университетов, промышленного сектора и исследовательских институтов. Такое сотрудничество способствует снижению энергоемкости; при этом политические изменения усиливают этот эффект в регионах, подчеркивая адаптацию энергетической политики к региональным особенностям и формирования инновационной среды для повышения энергетической устойчивости [138, с. 875; 141, с. 6].

Хотя внимание средств массовой информации сосредоточено на вопросах энергогенерации, развитии ВИЭ и сокращении выбросов, энергосбережение и энергоэффективность остаются результирующими направлениями в политике. В таком контексте драйверами изменений выступают такие факторы, как региональная энергетическая автономия и устойчивость, которые наряду с традиционными ценовыми факторами стимулируют трансформации. Для оптимизации функционирования энергетических систем требуется координация между участниками энергетического процесса, включая генерацию, потребление и транспортировку энергии. Практика показывает, что независимое управление

энергопотреблением или генерацией отдельными субъектами региона имеет ограничения. Частичное использование избыточной энергии соседними участниками оказывается недостаточно регулярным и системным. Подход, ориентированный на системную интеграцию, предполагает, что эффективность каждого субъекта следует рассматривать в рамках общей региональной энергосистемы. Несмотря на активное двустороннее взаимодействие, более широкое сотрудничество на региональном уровне остается ограниченным. Хотя участники осознают преимущества и перспективы кооперации, долгосрочный характер проектов в сфере энергосистем создает дополнительные сложности. Для обеспечения эффективного взаимодействия требуется долгосрочная приверженность всех участников и наличие координирующего органа, способного поддерживать сотрудничество на протяжении длительного периода, обеспечивая результативность проектов [132, с. 50].

В условиях современных социально-экономических трансформаций энергетическая эффективность становится не только техническим или отраслевым показателем, но и важнейшим фактором региональной конкурентоспособности. Снижение издержек на энергопотребление повышает рентабельность производства, способствует привлечению инвестиций, расширяет возможности для внедрения инноваций и «зеленых» технологий, а также улучшает экологическую ситуацию, что усиливает имидж региона на национальном и международном уровнях.

Авторы по-разному подходят к классификации факторов энергоэффективности: одни проводят их классификацию и разделяют на группы, другие — просто перечисляют. Так, В.М. Проскуряков подразделяет факторы, влияющие на энергоэффективность [100, с. 55]:

— «по способу воздействия:

- 1) факторы, непосредственно влияющие только на показатели эффективности использования топливно-энергетических ресурсов (далее — ТЭР);
- 2) факторы, влияющие на эффективность общественного производства и одновременно на эффективность использования ТЭР.

Факторы первой группы оказывают непосредственное влияние на экономию ТЭР и связаны с рационализацией энергохозяйства на отдельных стадиях использования ТЭР. Факторы второй группы обеспечивают повышение эффективности общественного производства и способствуют более эффективному использованию ТЭР на стадиях их потребления в производстве;

— по стадиям использования на:

- 1) внутриотраслевые;
- 2) межотраслевые».

Цель этой классификации обусловлена необходимостью исследования эффективности потребления ТЭР в отдельных отраслях и в межотраслевых комплексах.

Несколько другой вариант классификации факторов представлен в работе Т.В. Анчаровой [29, с. 101]. Она выделяет две группы факторов:

- 1) конструктивные, связанные с особенностью находящегося в эксплуатации оборудования;
- 2) организационные, связанные с организацией процесса производства и потребления различных видов ТЭР.

В работах А.А. Василевского [37, с. 130] и Ю.С. Петруши [120, с. 46] представлен перечень факторов экономии ТЭР:

- тарифная политика;
- нормы потребления энергоресурсов;
- экономические санкции;
- качество исходных энергоресурсов;
- техническое обслуживание;
- ремонт технологического оборудования;
- использование вторичных энергоресурсов;
- модернизация и реконструкция установок и производств.

В пособии «Высокая экономия и бережливость энергоресурсов» также приведен список факторов (направлений), но лишь организационно-экономических [39, с.27]. Основными из них являются:

— проведение государственной экспертизы энергетической эффективности проектных решений с целью их оценки на соответствие действующим нормативам и стандартам в области энергосбережения и определения достаточности и обоснованности предусмотренных мер по энергосбережению;

— проведение регулярных энергоаудитов хозяйствующих субъектов, а также сертификации продукции;

— пересмотр тарифной политики на тепловую, электрическую энергию и топливо, стимулирование диверсификации энергоисточников, включая местные и нетрадиционные, улучшения экологии и т. д.;

— разработка новых и совершенствование существующих экономических механизмов, стимулирующих повышение эффективности производства продукции и оказания услуг и определяющих меры ответственности за нерациональное потребление ТЭР как для хозяйствующих субъектов в целом, так и для конкретных руководителей и должностных лиц;

— разработка прогрессивных норм энергопотребления и постепенный переход на их применение;

— создание действенных механизмов финансирования энергосберегающих мероприятий и энергоэффективных проектов.

В.С. Самсонов и М.А. Вяткин выделили следующие пути воздействия технических факторов:

- замена оборудования (техническое перевооружение);
- модернизация оборудования;
- изменение рабочих параметров оборудования;
- улучшение использования энергии внутри технологических энергоиспользующих установок, сокращение прямых потерь;
- улучшение использования вторичных энергетических ресурсов.

В.И. Похабов, В.И. Клевзович и В.В. Ворфоломеев, наряду с ранее встречающимися группами факторов (оптимизация выпускаемой продукции, повышение ее качества, оптимальное развитие и техническое перевооружение энергетического хозяйства, совершенствование управления энергетическим

хозяйством), выделяют совершенствование производства и его энергетической базы, которое состоит из [99, с. 35]:

- специализации основных и вспомогательных производств;
- создания промузлов;
- энерготехнического комбинирования.

В работе «Основы энергосбережения» Т.Г. Поспеловой отмечены экономические направления политики энергосбережения, среди которых [98, с. 150]:

- нормирование расхода ТЭР;
- экономическое стимулирование и налоговую политику;
- рыночные механизмы и льготирование;
- ценовое и тарифное регулирование;
- бюджетную политику;
- денежно-кредитную систему.

В числе ведущих факторов повышения эффективности использования энергоресурсов в производстве В.М. Аносов называет [28, с. 21]:

- применение менее энергоемких технологий;
- экономию энергетических ресурсов, связанных с управлением и обслуживанием производства при увеличении объемов производства.

К.Б. Лейкина к факторам снижения энергопотребления относит [69, с. 151]:

- стабильность состава топлива и улучшение его качества;
- утилизацию вторичного тепла;
- совершенствование технологических процессов;
- замену устаревшего и модернизацию действующего оборудования;
- структурные изменения в топливопотреблении;
- предотвращение прямых потерь энергии;
- широкое использование технологии и техники, обеспечивающих экономию энергии;
- комплексное использование ТЭР; применение вторичных ресурсов.

К.А. Смирнов называет следующие факторы [108, с. 168]:

- внедрение экономичного генерирующего топливо- и энергоиспользующего оборудования, прогрессивных технологических процессов, установок и машин;

— модернизацию действующего энергогенерирующего и энергоиспользующего оборудования;

— расширение производства и применения приборов и автоматических систем для учета, контроля и регулирования процессов энергопотребления;

— повышение уровня использования вторичных энергоресурсов;

— сокращение потерь тепловой энергии, потерь топлива и нефтепродуктов при добыче и производстве, транспортировке и хранении;

— совершенствование планирования, нормирования и организации работ по применению технически обоснованных норм расхода топлива и энергии.

Таким образом, из приведенного обзора источников литературы выделяются четыре группы факторов снижения энергоемкости продукции: технологические, конструктивные, организационные и экономические. Влияние данных факторов становится стратегическим элементом формирования сбалансированного социально-экономического развития.

В этом контексте особое значение приобретает показатель энергоемкости валового регионального продукта (ВРП), отражающего объем энергопотребления к величине ВРП, оценивающий эффективность использования энергии в экономике региона. Низкие значения энергоемкости свидетельствуют о более рациональном потреблении энергоресурсов и высокой производственной эффективности.

Более энергоэффективный регион привлекательнее для инвесторов: энергоемкость ВРП служит индикатором технологической развитости и рационального ведения хозяйства. Низкое значение энергоемкости ВРП свидетельствует о более рациональном использовании энергоресурсов и высокой производственной эффективности, тогда как высокая энергоемкость сигнализирует о структурных проблемах (преобладание энергоемких отраслей, технологическое отставание и пр.).

На рисунке 1.2 представлена схема, отражающая основные элементы, которые определяют энергетическую эффективность на уровне региона. Совокупность переменных создает синергетический эффект, способствующий

формированию энергоэффективного регионального комплекса с высокой степенью автономности и оптимальным распределением энергетических ресурсов.



Рисунок 1.2. — Основные компоненты энергетической эффективности

Энергетическая эффективность непосредственно влияет на устойчивое развитие экономики через оптимизацию энергетических затрат, которая формирует условия для роста производственного потенциала. Последовательное снижение энергоёмкости производственных процессов стимулирует рост ВРП и формирует экономическую устойчивость региона, которая оказывает мультипликативное воздействие на социально-экономическое развитие (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3. — Взаимодействие энергетической эффективности и экономической устойчивости региона

Циклический процесс позволяет регионам обеспечивать прогресс, где экономическая устойчивость становится драйвером для повышения уровня энергоэффективности.

Основные приоритеты экономической политики в ТЭК включают совершенствование структуры энергопотребления, повышение энергетической эффективности и интеграцию технологий, ориентированных на сокращение выбросов и снижение экологических рисков [78, с. 176; 117, с. 361].

В условиях роста сложности энергетических систем, усиления экологических вызовов и высокой динамики технологических рынков, модели взаимодействия «энергетика-экономика» сталкиваются с новыми требованиями и ограничениями [133, с. 316]. Российская экономика характеризуется высокой энергоемкостью по сравнению с экономиками развитых стран, что актуализирует необходимость разработки и реализации государственных программ, направленных на ее снижение. Повышение энергоэффективности рассматривается как приоритет на национальном уровне, так как оптимизация энергопотребления способствует региональному экономическому росту [109, с. 150]. Высокая доля затрат на энергоресурсы в себестоимости продукции, значительное экологическое воздействие и интенсивное потребление невозобновляемых ресурсов обуславливают необходимость внедрения системных мер по оптимизации энергозатрат. Разнообразие географических, экономических, социальных и климатических характеристик субъектов Российской Федерации требует дифференцированного подхода к разработке государственной политики энергосбережения и адаптации стратегий энергоэффективности к уникальной региональной специфике [34, с. 85].

Рационализация использования топливно-энергетических ресурсов в промышленности требует переосмысления практик проектирования и эксплуатации предприятий советского периода. Парадигма «мягкого энергетического пути» А. Ловинса задавала вектор децентрализации и ориентации на ВИЭ, противопоставленный централизованным энергоемким моделям [131, с. 147].

Энергоэффективность в таком контексте выступает индикатором устойчивости и основой снижения зависимости от внешних поставок энергоресурсов, одновременно уменьшая экологическую нагрузку [44, с. 89; 105, с. 207]. Дифференцированная классификация регионов по энергоемкости ВРП и

установление индивидуальных целевых значений создают основу для адресных программ, адаптированных к отраслевой структуре и ресурсной базе территорий [27, с. 61]. Меры, направленные на оптимизацию энергопотребления, являются фундаментом энергетической эффективности. Стандартизация и нормативное регулирование энергопотребления, дополненные внедрением энергоэффективных решений, оптимизируют структуру энергопотребления, и снижают риски, вызванные внешнеэкономическими и политическими факторами [80, с. 115].

На рисунке 1.4 представлена концептуальная модель влияния энергетической эффективности на автономность региона и его устойчивость к внешним факторам. Энергетическая эффективность является основой для следующих трех механизмов влияния:

- оптимизация энергопотребления способствует снижению общего объема потребляемой энергии, что, в свою очередь, уменьшает зависимость от импортируемых энергоресурсов;
- развитие локальных источников энергии расширяет долю возобновляемых и местных энергетических ресурсов в энергобалансе, укрепляя автономность энергосистемы региона;
- снижение воздействия глобальных ценовых колебаний приводит к минимизации затрат на импортируемую энергию благодаря рационализации потребления, снижая чувствительность региона к внешним экономическим шокам.

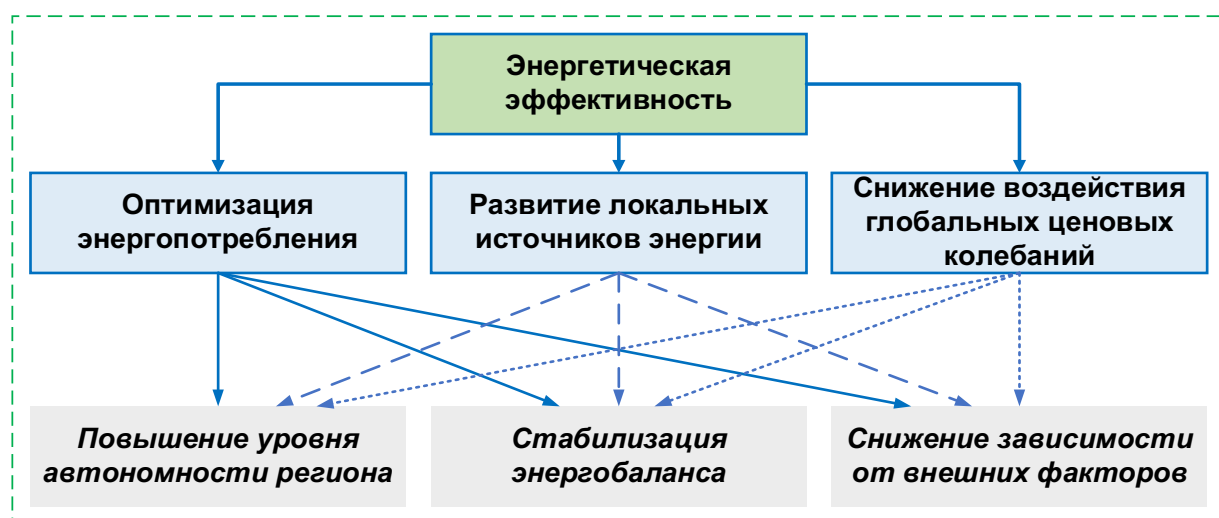


Рисунок 1.4. — Концептуальная модель влияния энергетической эффективности на автономность и снижение зависимости региона от внешних поставок

Перечисленные механизмы направлены на достижение трех стратегических результатов: повышение уровня автономности региона; стабилизация энергобаланса; снижение зависимости от внешних факторов.

Зарубежные практики в области повышения энергетической эффективности демонстрируют разнообразие институциональных, технологических и финансовых подходов, интегрируемых в стратегии регионального развития. Ведущие страны формируют целостные модели управления, в которых энергоэффективность рассматривается как инструмент сокращения издержек и как структурный элемент устойчивости территориальных систем, способствующий привлечению инвестиций, снижению социальной уязвимости и минимизации климатических рисков [126].

В рамках политики ЕС энергосбережение закреплено как приоритет регионального роста: «зеленые» инвестиции в рамках политики сплочения 2021–2027 гг. демонстрируют прирост ВРП и занятости прежде всего в менее развитых регионах [140, с. 15]. Германская практика подтверждает значимость целевых финансовых механизмов: поддержка KfW и федеральные субсидии в 2024 г. достигли 14,4 млрд евро, ускоряя внедрение ВИЭ и снижение удельных энергозатрат домохозяйств. Датский опыт, отраженный в обзоре МЭА, акцентирует синхронизацию программ повышения эффективности зданий с планами расширения электросетей, обеспечивая технологическую готовность к «зеленому» переходу [129, с. 9; 139, с. 1]. Азиатские кейсы иллюстрируют технологический и институциональный векторы. Японская программа Top Runner, обновленная в 2024 г., закрепляет динамические стандарты для энергопотребляющих товаров и стимулирует экспорт высокоэффективных решений [128, с. 27].

Таким образом, энергетическая эффективность является важным элементом региональной социально-экономической системы, обеспечивающим ее устойчивое развитие, снижение ресурсной зависимости и улучшение экологической ситуации. Для обоснования управленческих решений необходима объективная оценка ее уровня, позволяющая отслеживать динамику изменений, выявлять проблемные зоны и формировать комплекс мер по повышению эффективности. Рассмотрение

методических подходов к такой оценке создает основу для выявления резервов и определения приоритетов дальнейшего развития региона.

1.3. Методические подходы к оценке энергетической эффективности региональной экономики

Оценка энергетической эффективности региональных экономических систем является важным инструментом стратегического планирования, позволяя учитывать влияние структуры хозяйства, климатических условий и уровня технологического развития на энергоемкость экономики. Межрегиональная дифференциация и ограниченная доступность статистики требуют применения методического инструментария, обеспечивающего сопоставимость результатов и адаптацию к специфике регионов. Существующие подходы различаются по степени агрегированности, математическому аппарату и целям применения; их сравнительный анализ позволяет выбрать или разработать наиболее адекватную методику для комплексной оценки и мониторинга эффективности на региональном уровне.

Так, в соответствии с приказом Министерства экономического развития Российской Федерации от 21.11.2022 № 636 «Об утверждении методических рекомендаций по оценке эффективности реализации государственной политики и нормативно-правового регулирования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности на региональном уровне» реализуется комплекс мер по формированию системного подхода к управлению процессами энергосбережения и повышения энергетической эффективности на уровне субъектов страны [6].

Методика включает:

- нормализацию индикаторов;
- распределение весовых значений между индикаторами и факторами;
- агрегирование индикаторов и факторов;
- определение рейтинга субъектов РФ;
- расчет индикаторов.

Таблица 1.5. — Основные расчетные индикаторы методики

Индикатор	Формула	Переменные
Объем ресурсного обеспечения мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности	$\frac{Ln(F_{\text{энергоэф}_t})}{Ln(F_{\text{всего}_t})}$	$F_{\text{энергоэф}_t}$ — объем фактического бюджетного финансирования мероприятий по региональным и муниципальным государственным программам, предусматривающим мероприятия по энергосбережению и повышению энергоэффективности, за отчетный (t) период $F_{\text{всего}_t}$ — совокупные расходы консолидированного бюджета региона за отчетный (t) период
Динамика ресурсного обеспечения энергоэффективности	$\left[\left(\frac{(F_{\text{энергоэф}_t})}{(F_{\text{энергоэф}_{t-2}})} \right)^{1/2} \right] - 1$	$F_{\text{энергоэф}_t}$ — объем фактического бюджетного финансирования мероприятий по региональным и муниципальным государственным программам, предусматривающим мероприятия по энергосбережению и повышению энергоэффективности, за отчетный (t) период
Эффективность ресурсного обеспечения энергоэффективности	$\frac{Ln(E_{\text{энергоэф}})}{Ln(F_{\text{энергоэф}_\text{проект}})}$	$E_{\text{энергоэф}}$ — объем достигнутой экономии первичной энергии за счет реализации энергоэффективных мероприятий
Обеспечение энергоэффективным освещением дорог регионального или межмуниципального значения	$\frac{Ln(L_{\text{энерго_регион}_t})}{Ln(L_{\text{всего_регион}_t})}$	$L_{\text{энерго_регион}_t}$ — число энергоэффективных ламп на дорогах регионального или межмуниципального значения, действующих на конец отчетного (t) периода $L_{\text{всего_регион}_t}$ — совокупное число ламп на дорогах регионального или межмуниципального значения, действующих на конец отчетного (t) периода
Доля перекрестного субсидирования в потреблении электроэнергии населением	$\frac{Ln(P_{\text{ПСэт х W по численности}})}{Ln(HBB_{\text{котловт х W по ВРП}})}$	W по численности — доля региона в общей численности населения из регионов, имеющих объединенный сетевой тариф W по ВРП — доля региона в общем значении ВРП из регионов, имеющих объединенный сетевой тариф
Использование энергоэффективного освещения в ГМУ	$\frac{Ln(B_{\text{светодиод}_t})}{Ln(L_{\text{лампы}_t})}$	$B_{\text{светодиод}_t}$ — число энергоэффективных ламп, установленных в ГМУ, на конец отчетного (t) периода

Методика применяется для анализа реализации государственной политики в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности на региональном уровне, а также развития государственной информационной системы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в части обеспечения автоматизации сбора информации от субъектов Российской Федерации, ее обработки и формирования на ее основе рейтинговой оценки субъектов Российской Федерации [6].

Существуют и авторские методики. Так, В.И. Абрамов, И.В. Абрамов, А.В. Путилов предлагают оценивать энергосбережение следующим образом [24, с. 88]:

$$NW(t) = \frac{N(t)}{GDP(t)}, \quad (1)$$

где $NW(t)$ — энергетический показатель;

$N(t)$ — полная потребленная мощность энергоресурсов;

$GDP(t)$ — сумма годового валового продукта.

М.М. Мутушуев предлагает добавить индекс M (индекс учета энергосбережения), который может изменяться от 0 до 1, где 0 соответствует отсутствию энергосбережения в рассматриваемом регионе. Повышение индекса M влечет за собой повышение энергетического показателя. Иными словами, отражается повышение эффективности расходования электроэнергии на единицу ВВП [79, с. 45]:

$$NW(t) = \frac{N(t)}{GDP(t)} \cdot \frac{1}{1-M(t)}. \quad (2)$$

Л.В. Чайка выделяет следующие методы и задачи анализа энергоэффективности экономики [115, с. 118] (таблица 1.6).

Согласно Постановлению Правительства РФ от 31.12.2009 № 1225 «О требованиях к региональным и муниципальным программам в области энергосбережения и повышении энергетической эффективности» рассматриваются следующие показатели: энергоемкость валового регионального продукта региона, отношение расходов на приобретение энергетических ресурсов к ВРП, удельный

расход электрической энергии на 1 кв. м и т.д. Эти показатели не учитывают следующие факторы: инновационный, природно-климатический, экологический, качество жизни населения. В настоящее время постановление утратило силу [3].

Таблица 1.6. — Методы и задачи анализа энергоэффективности экономики

Задачи исследований	Методы исследований	Преимущества
Анализ динамики энергоемкости (энергоэффективности), оценка влияния факторов	Корреляционно-регрессионный анализ	Позволяет количественно оценивать влияние отдельных факторов на общую эффективность
	Декомпозиционный анализ: — индексные методы (IDA — index decompositions analysis), — структурные балансовые модели (SDA — structural decomposition analysis)	Оценка вклада структурных, технологических и поведенческих изменений в динамику энергоемкости, а также структурный анализ влияния трансформаций в экономике на показатели энергоэффективности
Сравнительное оценивание: межстрановые и межрегиональные сравнения; оценка и анализ относительной энергоэффективности	Методы кластерного анализа Граничные методы: Stochastic Frontier Analysis (SFA) — анализ стохастической границы (модель граничного производственного потенциала) Data Envelopment Analysis (DEA) — анализ среды функционирования (анализ оболочки данных, метод огибающих)	Группировка регионов и стран по профилю энергоэффективности и возможность выявлять кластеры с лучшими практиками; определения уровня эффективности относительно потенциально достижимых значений; возможность оценить относительную производительность и эффективность энергосистем
Анализ причинно-следственной взаимосвязи между энергопотреблением и производством валового продукта; оценивание свойств и зависимостей энергетических переменных	Методы коинтеграционного анализа временных рядов и панельных данных: тестирование стационарности, коинтеграции, причинности по Грэнджеру, моделирование коинтеграционных зависимостей	Выявление и моделирование устойчивых зависимостей между экономическими переменными даже в случае, когда сами переменные являются нестационарными
	Эконометрическое моделирование производственной функции, включающей энергоресурный фактор $P = f(K, L, E)$	Учет взаимосвязей

Ю.А. Лебедев и др. [68, с. 9] предлагают расширенный перечень показателей, которые входят в три блока:

1. Показатели энергопотребления (нормы энергопотребления на единицу продукции, на человека, структура потребления по отраслям и т.д.).
2. Показатели энергопроизводства (энергопотенциал, объем произведенной электроэнергии, фондовооруженность, фондоотдача, инвестиции в основной капитал и т.д.).
3. Показатели, характеризующие функционирование энергетической системы региона (издержки производства, энергоемкости, потери энергии).

Авторы считают, что «в основу определения энергоэффективности регионов, необходимо включить семь критериев оценки энергоэкономических зон: инновационный, функциональный, экологический, экономический, технический, социальный (по нагрузке интересов различных групп населения и бюджетных организаций), аллокативный».

Е.Н. Марченко и Т.Д. Белова сформировали систему показателей энергоэффективности с помощью семи блоков [75, с. 140]. При этом они учитывали такие факторы, как технологический, социально-экономический, уровень жизни населения, внешнеэкономический, экологический, структурный, природно-климатический. Рассматривался ряд показателей: инвестиции в основной капитал, ВРП, уровень безработицы, сброс загрязняющих сточных вод, экспорт — импорт продукции ТЭК, плотность населения, энергоемкость отраслей промышленности и т.д.

В.И. Белов в своей работе отмечает, что: «выбор данных критериев (энергообеспеченность региона, энергоемкость ВРП и ВРП на душу населения) не случаен. Методика их расчета показывает взаимосвязанность всех трех критериев посредством установления бинарной связи между ними [33, с. 225].

И.А. Башмаков энергоэффективность экономики определяет через энергоемкость и отмечает, что снижение энергоемкости экономики на 0,5–0,8% приводит к росту среднедушевого ВВП на 1% [31, с. 43].

В.П. Литвинец и Н.Р. Кельчевская предлагают определить энергоэффективность экономики через индекс потребления энергии

(энергоотдачу, которая обратно пропорциональна энергоемкости) и рассчитывается через соотношение ВРП к объему потребляемой энергии в регионе [71, с. 61].

В.М. Матюшок и др. предлагают включить в интегральный индекс энергоэффективности (SEEFI) следующие показатели: энергоемкость ВРП, потребление энергии на душу населения, развитие ИКТ, доля ВИЭ от общего производства энергии, выбросы CO₂ и др. [76, с. 8].

В.А. Кокшаров в своей статье рассматривает методический подход к обоснованию и оценке приоритетов региональной энергетической политики с помощью коэффициентов, таких как [63, с. 54]:

1. Коэффициент эффективности использования ТЭР — это соотношение темпов роста произведенной продукции в регионе к темпам роста потребления ТЭР в экономике региона. По нему судят об эффективности энергопотребления в регионе.
2. Коэффициент интенсивности вовлечения возобновляемых энергетических ресурсов (далее — ВЭР) в оборот энергопотребления экономики региона — это соотношение темпов роста использования ВЭР к темпам роста экономии ТЭР при производстве продукции. По нему судят об активности вовлечения ВЭР в оборот энергопотребления экономики региона и эффективность инвестиций в энергосферу.
3. Ряд других коэффициентов, характеризующих перевод экономики региона на энергосберегающий путь развития.

Существуют также иные методы прикладной диагностики и анализа энергетической эффективности:

1. Энергоаудит — проводится системный анализ структуры энергопотребления с целью выявления неэффективных процессов и расчета потенциала энергосбережения. Эффективность рассчитывается по формуле:

$$E_{audit} = \frac{\text{Энергия до аудита} - \text{Энергия после аудита}}{\text{Энергия до аудита}} \cdot 100, \quad (3)$$

где E_{audit} — процент экономии энергии, достигнутый в результате проведенного энергоаудита.

Данный инструмент обеспечивает таргетированное управление энергоэффективностью на региональном и отраслевом уровне.

2. Балансовый анализ — построение энергетических балансов, включающих производство, потребление и потери энергии, что позволяет выявлять диспропорции и оптимизировать энергетическую инфраструктуру:

$$E_{\text{баланс}} = E_{\text{производство}} - E_{\text{потребление}} + E_{\text{потери}}, \quad (4)$$

где $E_{\text{производство}}$ — общее количество произведенной энергии;

$E_{\text{потребление}}$ — общее количество потребленной энергии;

$E_{\text{потери}}$ — потери энергии.

3. Сравнительный анализ — применение индекса энергетической эффективности, позволяющего сопоставлять регионы и идентифицировать оптимальные практики:

$$\text{ЭЭ} = \frac{E_{\text{потребленная}}}{E_{\text{производственная}}}, \quad (5)$$

где $E_{\text{потребленная}}$ — потребленная энергия;

$E_{\text{производственная}}$ — энергия, необходимая для производства заданного объема продукции.

4. Статистический анализ и моделирование — регрессионные и многомерные модели для прогнозирования энергопотребления на основе комплексного набора макроэкономических, демографических и технологических факторов:

$$E_{\text{потребление}} = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n, \quad (6)$$

где $E_{\text{потребление}}$ — прогнозируемое потребление энергии;

$X_1, X_2, \dots, X_n$ — независимые переменные (например, ВВП, численность населения и т.д.);

α — константа;

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ — коэффициенты регрессии.

5. Система индикаторов — использование энергетической интенсивности и энергетической эффективности для измерения результативности энергопотребления:

$$EI = \frac{E_{\text{total}}}{GDP}, \quad (7)$$

где EI — энергетическая интенсивность;

E_{total} — общее потребление энергии; GDP — валовой внутренний продукт.

Другой индикатор — энергетическая эффективность, рассчитываемая как:

$$EE = \frac{GDP}{E_{total}}, \quad (8)$$

где EE — показатель энергетической эффективности.

6. Анализ затрат и выгод (CBA) — оценка экономической эффективности энергосберегающих проектов по критерию чистой приведенной стоимости (NPV):

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}, \quad (9)$$

где NPV — чистая приведенная стоимость;

B_t — выгоды в период времени t ;

C_t — затраты в период времени t ;

r — дисконтная ставка;

T — период времени анализа.

7. Декомпозиционный анализ — позволяет разложить динамику потребления энергии на компоненты, отражающие структурные изменения:

$$\Delta E = \sum_i (E_i^1 - E_i^0), \quad (10)$$

где ΔE — изменение потребления энергии;

E_i^1 и E_i^0 — потребление энергии в секторе i в конце и начале периода соответственно.

8. Анализ жизненного цикла (LCA) — комплексная оценка энергетического и экологического воздействия продукции на протяжении всех этапов жизненного цикла:

$$LCA = \sum_{i=1}^n (E_{production,i} + E_{use,i} + E_{disposal,i}), \quad (11)$$

где LCA — совокупное энергопотребление за жизненный цикл продукта;

$E_{production,i}$ — энергия, затраченная на производство на этапе i ;

$E_{use,i}$ — энергия, потребляемая на этапе использования на этапе i ;

$E_{disposal,i}$ — энергия, затраченная на утилизацию на этапе i .

9. Оценка внедрения энергоэффективных технологий — определение экономии энергии за счет модернизации технологической базы:

$$E_{saving} = E_{baseline} - E_{new}, \quad (12)$$

где E_{saving} — экономия энергии;

$E_{baseline}$ — энергопотребление до внедрения новых технологий;

E_{new} — энергопотребление после внедрения новых технологий.

10. Анализ потребительского поведения — оценка влияния изменения моделей потребления на уровень энергопотребления:

$$\Delta E = E_{before} - E_{after}, \quad (13)$$

где ΔE — изменение в потреблении энергии;

E_{before} — потребление энергии до изменения поведения;

E_{after} — потребление энергии после изменения поведения.

Таким образом, методические подходы к оценке энергетической эффективности региональных экономических систем базируются на разработке системы индикаторов, охватывающих разные аспекты функционирования территориальных хозяйственных комплексов. Совершенствование механизмов распределения и использования энергетических ресурсов способствует укреплению макроэкономической стабильности, обеспечивает рост качества жизни и формирует предпосылки для устойчивого развития регионов.

Применение таких подходов в управлении энергоресурсами регионов способствует оптимизации энергетических затрат, улучшению экономической устойчивости.

Однако индикаторы требуют детализации по ключевым направлениям, обеспечивающим целостное представление об энергетической эффективности региона. В этой логике выделяются три взаимосвязанных блока — экономический, социальный и экологический, каждый из которых охватывает специфические аспекты функционирования территориальной экономики и определяет устойчивость ее развития:

- показатели экономического критерия отражают способность региона снижать удельные энергозатраты при выпуске продукции и услуг. Индикаторами

выступают валовой региональный продукт, доля энергетических издержек в себестоимости и объем инвестиций в энергоэффективные технологии. Такие параметры влияют на конкурентоспособность, инновационную восприимчивость и макроэкономическую устойчивость;

- показатели социального критерия фиксируют доступность энергоресурсов и равномерность их распределения. Значимыми индикаторами являются охват населения энергоснабжением, доступность энергетических услуг и занятость в энергоэффективных секторах. Снижение энергозатрат домохозяйств повышает социальную устойчивость и способствует улучшению качества жизни;
- показатели экологического критерия характеризуют воздействие на окружающую среду. Основное внимание уделяется доле возобновляемых источников энергии в энергобалансе, удельным выбросам загрязняющих веществ и уровню утилизации отходов. Такие параметры способствуют снижению углеродного следа и экологической устойчивости регионов.

На рисунке 1.5 представлена схема, в которой взаимосвязанные блоки критериев образуют систему оценки энергоэффективности, отражающую связь между экономической результативностью, социальной справедливостью и экологическими стандартами.



Рисунок 1.5. — Взаимосвязь экономических, социальных и экологических критериев энергетической эффективности

Многообразие методик оценки энергетической эффективности указывает на возможность анализа лишь отдельных критериев, однако устойчивое развитие требует согласованного учета всех этих факторов в единой аналитико-управленческой конструкции. В связи с этим особую значимость приобретает разработка интегрированной модели, способной объединить разрозненные показатели в целостную систему.

Формирование интегрированных подходов требует разработки системы, включающей количественные и качественные параметры. Основные направления представлены в таблице 1.7, где зафиксированы векторы, отражающие синтез моделей, интеграцию пространственных данных, комбинирование инструментов анализа, сценарное моделирование и интердисциплинарный подход.

Таблица 1.7. — Основные направления интегрированных подходов к анализу энергетической эффективности

Направление	Описание	Основные цели
Синтез различных типов моделей	Использование эконометрических, динамических, балансовых моделей и методов DEA для анализа количественных и структурных аспектов энергопотребления	Выявление взаимосвязей между экономическими показателями и эффективностью использования энергоресурсов
Интеграция пространственных данных	Применение географических, климатических и инфраструктурных данных	Повышение точности региональной энергетической политики с учетом территориальных особенностей
Комбинированное использование моделей	Использование специализированных моделей для анализа отдельных параметров с последующей агрегацией	Повышение точности и системности анализа, обоснование управленческих решений
Сценарный анализ	Разработка альтернативных сценариев (рост потребления, изменение цен, структурные сдвиги)	Повышение адаптивности стратегий управления ресурсами к различным траекториям развития
Интердисциплинарный подход	Включение экономических, социальных, экологических и технических факторов	Создание сбалансированных и устойчивых стратегий развития энергосистем

Показатели необходимо категоризировать для формирования основы построения адаптивных механизмов управления энергетической устойчивостью и снижения системных рисков в региональном развитии.

В рамках построения интегрированной модели используется строгий подход к отбору параметров, напрямую соотносящихся с ключевыми категориями региональной энергетической устойчивости: экономической стабильностью, социальными и экологическими характеристиками, а также уровнем технологической модернизации инфраструктуры.

Показатели, используемые для интегрированных моделей, структурированы в таблице 1.8.

Таблица 1.8. — Критерии и параметры для интегрированных моделей анализа

Категория (Критерий)	Показатель/Параметр	Описание
Экономические	Цены на энергоресурсы	Текущие и прогнозируемые цены на нефть, газ, уголь, электроэнергию и другие виды энергии
	Затраты на энергию	Общие затраты на приобретение и использование энергоресурсов
	Доля энергетических затрат в ВВП	Процентное соотношение затрат на энергоресурсы к ВВП региона
	Объемы импорта и экспорта энергии	Количество энергии, импортируемой и экспортируемой регионом
	Инвестиции в энергетический сектор	Объем инвестиций в развитие и модернизацию энергетической инфраструктуры
Социальные	Доступность энергии для населения	Уровень обеспеченности населения энергоресурсами
	Цены на энергию для потребителей	Доступность цен на энергоресурсы для домашних хозяйств и предприятий
	Энергетическая бедность	Процент населения, испытывающего трудности с оплатой счетов за энергию
	Качество энергоснабжения	Уровень удовлетворенности населения качеством и надежностью энергоснабжения
	Уровень образования и осведомленности	Уровень знаний населения о способах экономии энергии и энергоэффективности
Экологические	Уровень выбросов CO ₂ и других загрязняющих веществ	Количество выбросов, связанных с производством и потреблением энергии

Категория (Критерий)	Показатель/Параметр	Описание
	Доля возобновляемых источников энергии	Процентное соотношение энергии, произведенной из возобновляемых источников
	Энергоемкость экономики	Количество энергии, потребляемое на единицу ВВП
	Воздействие на окружающую среду	Уровень загрязнения воздуха, воды и почвы, связанного с энергетическим сектором
	Утилизация отходов	Эффективность системы утилизации отходов, образующихся в энергетическом секторе
Технические	Состояние энергетической инфраструктуры	Уровень износа и модернизации электростанций, сетей и других энергетических объектов
	Потери при передаче и распределении энергии	Процент энергии, теряемой в процессе передачи и распределения
	Надежность и устойчивость энергетических систем	Частота и продолжительность перебоев в поставках энергии
	Эффективность генерации энергии	КПД электростанций и других объектов генерации
	Инновации и технологическое развитие	Уровень внедрения новых технологий и инноваций в энергетическом секторе

Этапы построения интегрированной модели включают:

1. Сбор и подготовку данных. Для разработки модели целесообразно использовать следующие показатели: объем производства энергии; потребление энергии в различных секторах; ВВП региона; население региона; инвестиции в энергосберегающие технологии; экологические показатели (выбросы CO_2 , загрязнение воздуха и т.д.).

2. Эконометрический аппарат.

2.1. Регрессионный анализ выявляет зависимости между энергетической эффективностью и экономическими факторами. Модель множественной регрессии позволяет определить влияние таких факторов, как ВРП и инвестиции, на энергетическую эффективность. Модель выражается следующим уравнением:

$$E_{\text{эфф}} = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon, \quad (14)$$

где $E_{\text{эфф}}$ — энергетическая эффективность;

$X_1, X_2, \dots, X_n$ — независимые переменные;

α — константа;

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ — коэффициенты регрессии;

ε — случайная ошибка.

3. Построение и оценка модели. После сбора данных и выбора эконометрических методов проводится построение модели. Для проверки адекватности и точности прогнозов выполняются следующие этапы: оценка коэффициентов модели; анализ остатков модели.

4. Прогнозирование и сценарный анализ. Построенная модель служит для прогнозирования показателей энергетической эффективности и анализа нескольких сценариев: базовый сценарий (отсутствие изменений); оптимистичный сценарий (рост инвестиций в энергосберегающие технологии); пессимистичный сценарий (увеличение энергопотребления без внедрения новых технологий).

5. Выводы и рекомендации. На основе проведенного анализа и полученных прогнозов формируются выводы о состоянии энергетической эффективности региона и рекомендации по ее повышению, включая меры по снижению энергопотребления, внедрению энергоэффективных технологий и стимулированию инвестиций в энергосбережение.

Интегрированная модель анализа энергетической эффективности региональных экономических систем формирует инструмент для оценки, мониторинга и прогнозирования ключевых показателей в условиях трансформации социально-экономических и производственных процессов. Эконометрический аппарат позволяет выявлять сложные взаимосвязи между макроэкономическими и отраслевыми индикаторами, структурой энергопотребления и экономической динамикой. Применение многокомпонентных методик, от энергоаудита до статистического моделирования, обеспечивает комплексное рассмотрение состояния, выявление резервов повышения эффективности и формирование стратегических рекомендаций. Интеграция таких подходов в практику регионального управления энергоресурсами способствует оптимизации затрат, формированию устойчивых траекторий экономического развития и повышению автономности территориальных энергосистем. Модель опирается на многоуровневый эконометрический анализ, что позволяет охватывать широкий спектр социально-экономических, экологических и институциональных факторов,

формируя научную основу для долгосрочного прогнозирования и разработки стратегий энергоэффективности. Такой подход обеспечивает региональным органам власти и предприятиям инструментальную поддержку для принятия решений, направленных на снижение удельных энергозатрат, минимизацию негативных внешних эффектов и повышение социальной устойчивости.

Приведенные подходы образуют методологическую основу для комплексного анализа энергетической эффективности территорий, обеспечивая выявление узких мест, обоснование приоритетов инвестирования и корректировку региональных энергетических стратегий (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6. — Интеграция моделей оценки энергетической эффективности в региональной экономике

Все перечисленные методы и подходы обеспечивают комплексную оценку энергетической эффективности региональных систем, что создает информационно-аналитическую основу для разработки адаптивных стратегий управления энергопотреблением, повышения устойчивости экономики и реализации политики устойчивого развития. Рисунок 1.7 иллюстрирует структуру применения эконометрических моделей для оценки энергетической эффективности.

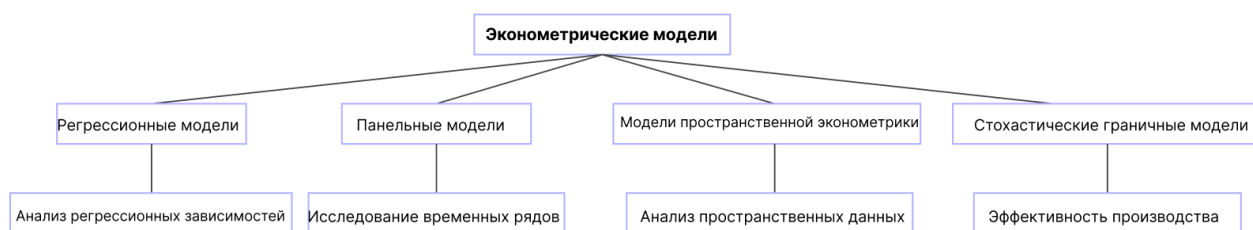


Рисунок 1.7. — Эконометрические модели, используемые для оценки энергетической эффективности

Указанные параметры легли в основу интегрированной многоуровневой модели, представленной на схеме (рисунок 1.8), где энергетическая эффективность оценивается как мультифакторный феномен, зависящий от институционального, технологического и ресурсного профиля региона. Комплексный подход позволяет осуществлять статическую оценку состояния энергосистем и формировать адаптивные меры воздействия, ориентированные на устранение инфраструктурных асимметрий, снижение технологических потерь и повышение инвестиционной гибкости в сфере энергетики. В модели представлены инструменты (моделирование, индексирование, факторный анализ, кластеризация), которые служат основой для последующего анализа данных и комплексной оценки энергоэффективности.

Взаимодействие между социально-экономическими показателями, параметрами энергетической системы и региональными особенностями обуславливает системное понимание состояния и траекторий развития ТЭК в рамках каждого региона. Внедрение модели, основанной на данном подходе, позволяет учитывать динамическую изменчивость макроэкономических и микроэкономических условий, технологический уровень региональной инфраструктуры, а также ресурсную обеспеченность. Схематическое представление подхода, представленное на рисунке 1.8, иллюстрирует его структуру, отражая внутренние взаимосвязи между блоками и направленность их воздействия. Интегрированная модель аккумулирует блоки экономико-математического аппарата, социально-экономических индикаторов, показателей энергетической эффективности и региональных характеристик. Данный модуль демонстрирует алгоритм влияния каждого из элементов на общий интеграционный процесс и стратегическую регуляцию в сфере ТЭК, что обосновывает необходимость дифференцированного подхода для отдельных регионов. Комплексный подход обеспечивает системное планирование политики энергосбережения и энергоэффективности, акцентируя внимание на локальных условиях и адаптивных возможностях каждого региона. Долгосрочные стратегии, построенные на основе этой модели, способствуют гармонизации социально-экономического развития, обеспечивая возможность многоуровневой координации между государственными институтами, частными предприятиями и гражданским обществом.

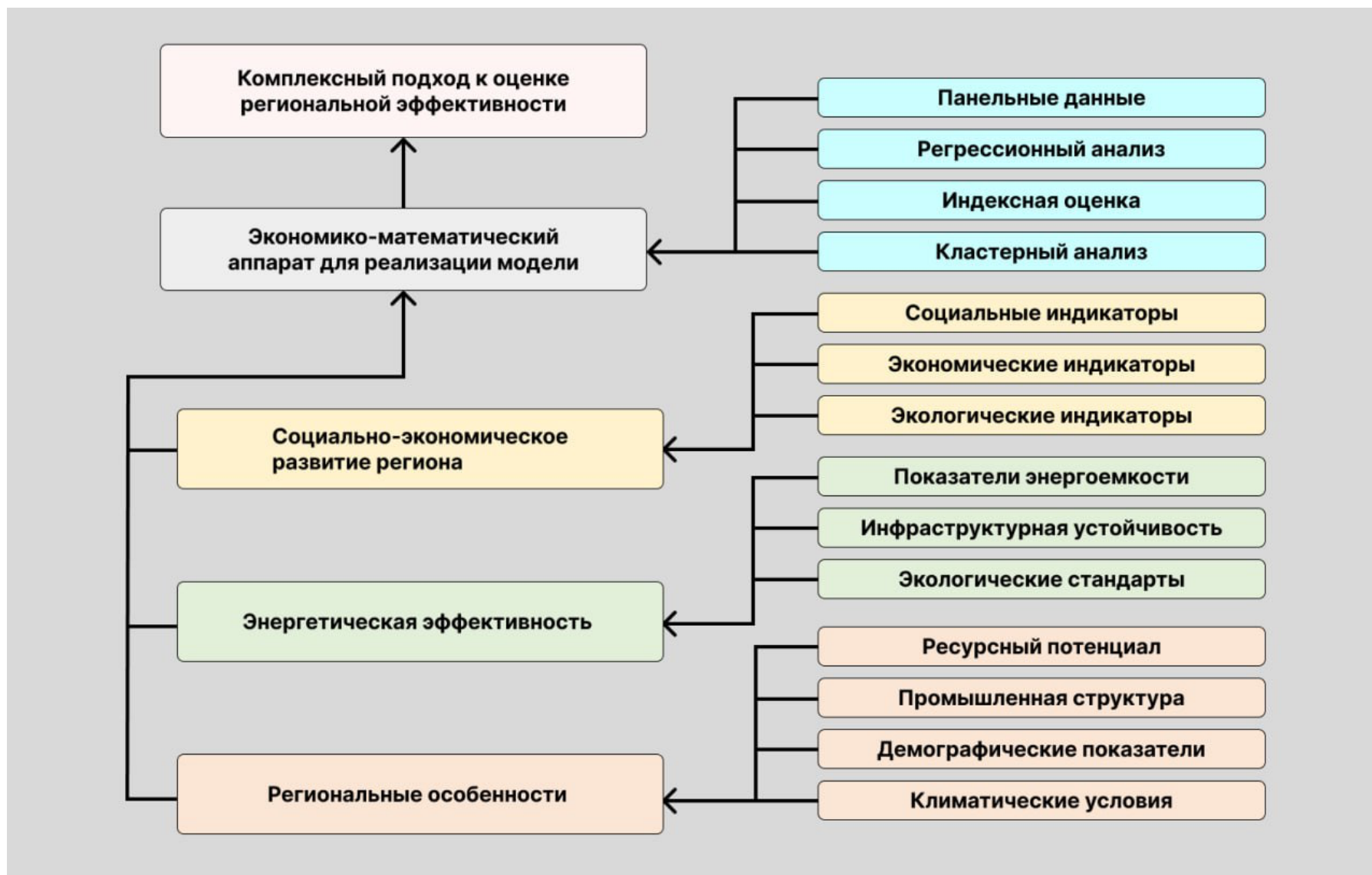


Рисунок 1.8. — Интегрированная многоуровневая модель, отражающая логическую взаимосвязь между энергетической эффективностью и региональным развитием

Выводы по главе 1

В рамках исследования последовательно рассмотрены основные виды экономического развития и конкретизировано содержание категории «устойчивое развитие» как ключевого ориентира современной социально-экономической динамики. На этой основе проанализированы подходы к интерпретации регионального экономического развития, что позволило определить его задачи и перейти к формированию принципов, отражающих специфику территориального развития. Систематизированы группы факторов, влияющих на региональное экономическое развитие, среди которых особое место отведено фактору энергоэффективности как сквозному и системообразующему элементу. В результате предложено авторское определение регионального экономического развития с позиции энергетической эффективности, что обеспечивает более полное раскрытие его сущности и адаптацию к современным вызовам.

Проведен анализ подходов к интерпретации энергетической эффективности в региональной экономике, выявлены ограничения их универсальности в условиях российской территориальной неоднородности. Обоснованы зависимости между энергетической эффективностью и параметрами регионального развития. Отражены основные элементы, определяющие энергетическую эффективность на уровне региона. Предложена трактовка энергетической эффективности, объединяющая технико-экономические критерии с целевыми социально-экономическими ориентирами, учитывающая институционально-инновационный контекст.

Рассмотрены существующие методические подходы к оценке энергетической эффективности региональных экономических систем. Выявлена взаимосвязь экономических, социальных и экологических критериев энергетической эффективности. Определены основные параметры и направления интегрированных подходов к анализу энергетической эффективности. Рассмотрена методологическая основа комплексного анализа энергетической эффективности территорий, создающая базис для разработки адаптивных стратегий управления энергопотреблением, повышения устойчивости экономики

и реализации политики устойчивого развития. Предложена интегрированная многоуровневая модель, где энергетическая эффективность оценивается как мультифакторный феномен, зависящий от институционального, технологического и ресурсного профиля региона.

Таким образом, разработка прикладного инструментария становится логическим продолжением теоретико-методологических положений, сформулированных в главе 1, и открывает возможности для построения комплексной системы оценки и управления энергетической эффективностью в региональном развитии.

Глава 2.

ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАК ОСНОВНОГО ФАКТОРА ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА НА ПРИМЕРЕ СУБЪЕКТОВ РФ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

2.1. Ключевые факторы развития регионов СЗФО в контексте энергетической эффективности

Анализ регионального развития, ориентированный на концепцию энергетической эффективности, опирается на совокупность социально-экономических, институциональных и технологических факторов. Северо-Западный федеральный округ (СЗФО) формирует многопрофильное пространство, объединяющее индустриально развитые и ресурсозависимые субъекты с различной инфраструктурной насыщенностью и модернизационным потенциалом. Текущая динамика ресурсной асимметрии и сужение каналов внешнего финансирования усиливают потребность в дифференцированных стратегиях управления, согласованных с региональной спецификой. Применение унифицированных сценариев снижает эффективность управленческих решений, поэтому разработка инструментов регионального планирования должна исходить из локальных структурно-функциональных характеристик.

В таблице 2.1 систематизированы преобладающие факторные группы для каждого субъекта РФ СЗФО. Формирование набора факторов базировалось на показателях отраслевой специализации, инфраструктурной обеспеченности, институциональной зрелости и природно-ресурсной базы.

Факторные различия между субъектами подтверждают, что повышение энергетической эффективности выступает объединяющей задачей для СЗФО. Интеграция критериев энергетической эффективности в региональные стратегии трансформирует локальные преимущества в системные драйверы развития. В результате сравнительного анализа было показано, что энергетическая

Таблица 2.1. — Факторы развития регионов СЗФО

Регион	Преобладающий фактор	Причины выраженности
Санкт-Петербург	Технологический, инновационный	Концентрация научных центров, вузов, технопарков; развитая ИТ-сфера; высокий уровень человеческого капитала
Ленинградская область	Инфраструктурный, промышленный	Развитая транспортно-логистическая сеть, наличие портов, крупных промышленных зон, близость к мегаполису
Калининградская область	Пространственный, институциональный	Изолированное геополитическое положение, особая экономическая зона, зависимость от внешнеторговых связей
Республика Карелия	Природно-ресурсный	Богатые лесные и водные ресурсы, низкая плотность населения, ориентация экономики на лесопереработку и энергетику
Архангельская область	Природно-ресурсный, промышленный	Наличие лесных ресурсов, судостроение, целлюлозно-бумажная промышленность, доступ к Арктике
Мурманская область	Природно-ресурсный, инфраструктурный	Арктическая добыча, рыбопереработка, наличие портов незамерзающего моря, опора на тяжелую промышленность и энергетику
Новгородская область	Социально-экономический, промышленный	Развивающийся промышленный сектор, попытки привлечь инвестиции, необходимость компенсировать демографический спад
Псковская область	Социальный, институциональный	Пограничное положение, слабая промышленная база, высокая миграционная убыль, зависимость от дотаций и кооперации
Ненецкий автономный округ	Природно-ресурсный, инфраструктурный	Сырьевая специализация нефть и газ; сложные условия транспортировки; малая численность населения, зависимость от ресурса
Вологодская область	Промышленный, инфраструктурный	Металлургия, химическая промышленность, высокая энергоемкость производств, наличие крупных градообразующих предприятий

результативность служит сквозным индикатором, объединяющим указанные детерминанты (таблица 2.2). Синтез представленных блоков позволяет идентифицировать точки роста для каждого субъекта, а также обосновать корректировку энергетических и инвестиционных приоритетов.

Таблица 2.2. — Базовые детерминанты развития субъектов СЗФО и их связь с энергетической результативностью

Группа факторов	Содержательная характеристика	Влияние на энергорезультативность
Ресурсно-природный потенциал	Запасы нефти, газа, древесины, гидроэнергии; степень освоения; логистика освоения	Высокая ресурсная база снижает риски дефицита, однако без модернизации приводят к росту удельных выбросов
Энергетическая инфраструктура	Генерирующие мощности, распределительные сети, индекс износа оборудования	Современные сети сокращают потери, повышают надежность снабжения и уменьшают энергоемкость производства
Отраслевая специализация	Доля металлургии, лесопереработки, услуг, высоких технологий	Преобладание энергоемких отраслей увеличивает интенсивность потребления, сервисная ориентация формирует спрос на «чистые» мощности
Автономия топливно-энергетического баланса	Соотношение внутреннего спроса и генерации, экспорт резервной мощности	Профицит энергии позволяет диверсифицировать экономику, импорт усиливает зависимость от ценовых колебаний
Инновационно-инвестиционный потенциал	Инвестиции в НИОКР, внедрение цифровых решений, количество патентов	Рост вложений ускоряет переход на ресурсосберегающие технологии и уменьшает удельные затраты
Социально-демографическая структура	Плотность населения, уровень доходов, квалификация кадров	Крупные агломерации требуют гибкой системы управления спросом, квалифицированные кадры ускоряют внедрение инноваций
Экологико-климатические условия	Среднегодовая температура, риск экстремальных погодных событий, углеродный след	Строгие климатические ограничения стимулируют развитие возобновляемых источников и силовых резервов
Институционально-управленческая зрелость	Координация региональных программ, наличие энергостратегий, эффективность мониторинга	Согласованные решения ускоряют модернизацию и обеспечивают целевое распределение инвестиций

Анализ региональных различий показывает, что, несмотря на разнообразие преобладающих факторов, будь то технологический потенциал Санкт-Петербурга, сырьевая специализация Ненецкого автономного округа или инфраструктурные вызовы Мурманской области, сквозной задачей, объединяющей все территории, становится повышение энергоэффективности. Сформированная система региональных факторов создает основу для построения обобщенного набора входных переменных, отражающих структуру развития субъектов РФ СЗФО.

К числу таких переменных относятся показатели ресурсной обеспеченности, уровень технологических инвестиций, доля энергоемких отраслей в ВРП, степень износа энергетической инфраструктуры, институциональные параметры планирования и реализации программ энергоэффективности, а также демографические характеристики, влияющие на распределение нагрузки и потребление энергии. Идентификация этих параметров создает базис для построения моделей, позволяющих формализовать взаимосвязи между спецификой регионального развития и уровнем энергетической эффективности.

Показатели, представленные на рисунке 2.1, иллюстрируют не только масштабы дисбаланса между производством и потреблением электроэнергии в регионах СЗФО, но и указывают на необходимость территориальной адаптации энергетической политики. Анализ полученных данных дает основание утверждать, что выравнивание энергетических условий невозможно без системного пересмотра инструментов межрегионального перераспределения энергоресурсов, создания механизмов устойчивой интеграции в рамках федерального энергетического пространства, а также без стимулирования локальной генерации там, где это технологически и экономически оправдано.

Фактор климатической турбулентности особенно критичен для северных субъектов округа — Республики Коми, Карелии, Мурманской области, где высокая климатическая чувствительность инфраструктуры сопряжена с рисками разрушения энергетических и транспортных узлов. Это требует дополнительных институциональных механизмов для повышения адаптивной устойчивости, включая введение стандартов климатоустойчивого проектирования и планов управления инфраструктурными рисками.

Внутренние вызовы, такие как дисбаланс между производством и потреблением энергии, четко проявляются в округе: например, профицит электроэнергии Ленинградской области контрастирует с низкими уровнями потребления и энергообеспеченности в Новгородской и Псковской областях. Такие асимметрии формируют потенциальные очаги внутренней неустойчивости и требуют дифференцированного энергетического планирования, включая балансировку потоков, развитие локальных сетей и смарт-инфраструктуры.

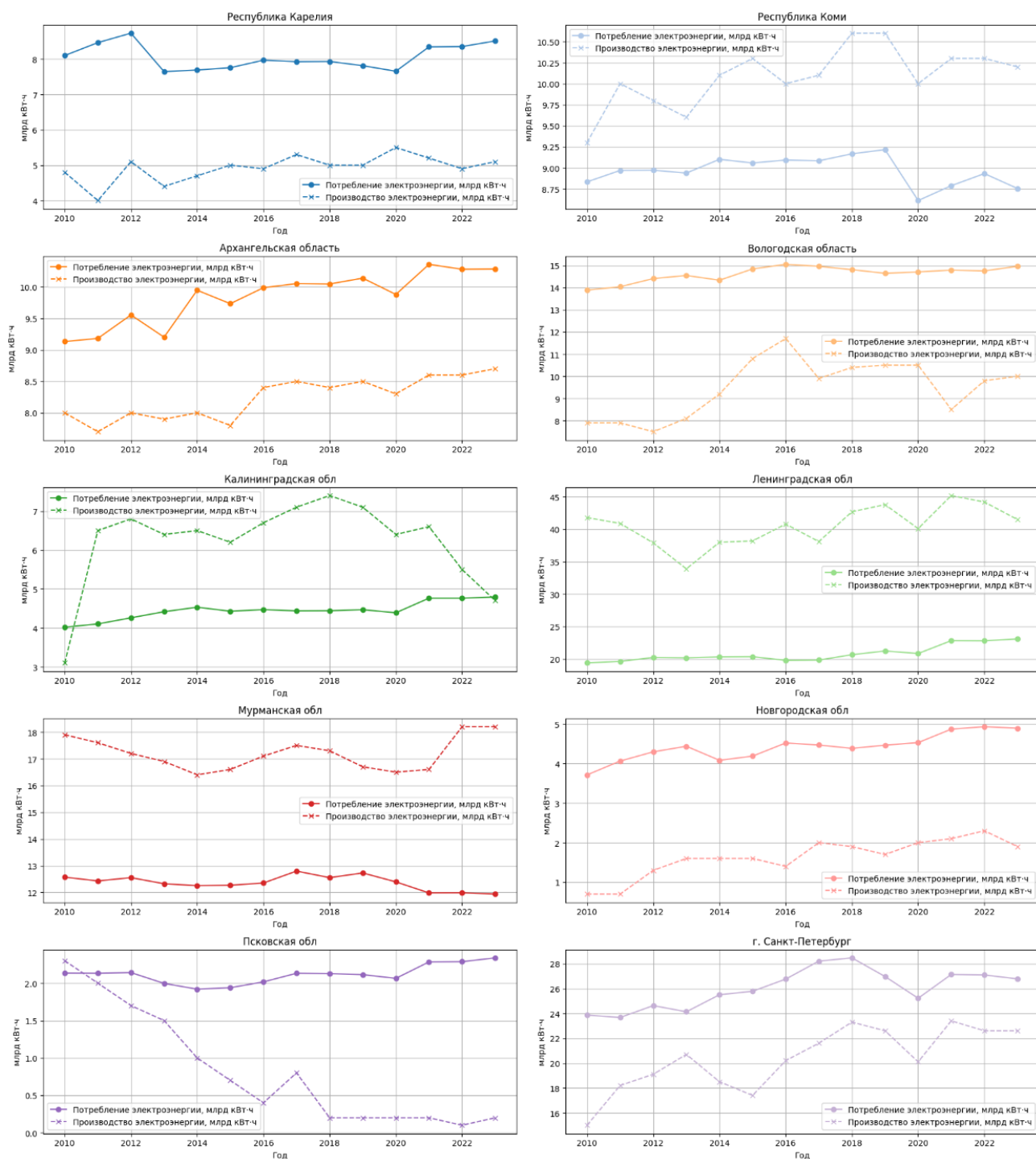


Рисунок 2.1. — Сравнение потребления и производства электроэнергии в СЗФО

Источник: Федеральная служба государственной статистики / Электробаланс и потребление электроэнергии в Российской Федерации в 2005–2024 гг.

Для системного анализа пространственной энергетической эффективности целесообразно использовать ключевые факторы развития регионов СЗФО в контексте энергетической эффективности (таблица 2.3), выступающие базой для типологизации субъектов РФ СЗФО и проектирования индивидуальных траекторий развития с опорой на их текущие характеристики.

Таблица 2.3. — Ключевые факторы развития регионов СЗФО в контексте энергетической эффективности

Регион	Ключевые факторы развития					
	Инфраструктура энергоснабжения	Уровень энергоемкости экономики	Специализация экономики	Энергетическая автономия	Уровень ВРП на душу населения	Особенности региона
Ленинградская область	Развитая, включая ЛАЭС, ТЭЦ, ГЭС	Средний	Машиностроение, химическая промышленность	Высокая	Выше среднего	Крупный энергетический узел, рост энергопотребления, необходимость «зеленого» перехода
Санкт-Петербург	Зависимость от поставок, распределенные сети	Низкий	Услуги, финансы, высокие технологии	Высокая	Высокий	Высокая плотность потребления, ограниченность расширения мощностей
Вологодская область	Изношенная, потребность в модернизации	Высокий	Металлургия, химическая промышленность	Средняя	Средний	Высокая нагрузка на энергосистему, дефицит современных сетей и оборудования
Республика Коми	Разветвленная, ресурсоориентированная	Высокий	ТЭК, нефтедобыча, энергетика	Высокая	Средний	Логистическая удаленность, необходимость в низкоуглеродной модернизации
Архангельская область	Среднеразвитая, лесоэнергетические мощности	Средний	Лесопромышленный комплекс	Средняя	Ниже среднего	Потенциал биоэнергетики, высокая ресурсоемкость и структурная зависимость
Калининградская область	Автономная, локализованная система	Средний	Машиностроение, логистика	Средняя	Средний	Изоляция от ЕЭС России, потребность в энергонезависимых решениях
Республика Карелия	Среднеразвитая, ГЭС, слабая ТЭЦ	Средний	ЦБК, добыча полезных ископаемых	Средняя	Ниже среднего	Потенциал ВИЭ, дефицит теплоэнергетики, климатические вызовы
Мурманская область	Сильная генерация: АЭС, ГЭС	Средний	Цветная металлургия, логистика	Высокая	Средний	Профицит генерации, низкий спрос, износ инфраструктуры
Новгородская область	Ограниченная мощность, старые сети	Средний	Пищевая, химическая промышленность	Низкая	Ниже среднего	Рост зависимости от внешних поставок, энергозатратные технологии
Псковская область	Слабая, неавтономная	Средне-высокий	Сельское хозяйство, переработка	Низкая	Низкий	Дефицит энергетической инфраструктуры, низкий спрос, высокая зависимость

Примечание: систематизация выполнена на основе анализа официальных статистических источников (Росстат, территориальные программы).

В таблице 2.3 представлены ключевые параметры, характеризующие институциональные, ресурсные и инфраструктурные особенности каждого субъекта. Например, Ленинградская область отличается высоким уровнем энергетической инфраструктуры и развитой промышленной базой, тогда как Псковская область характеризуется низким уровнем энергообеспечения и слабо диверсифицированной экономикой. Мурманская область обладает значительным потенциалом в области генерации электроэнергии, но сталкивается с ограничениями по транспортной связанности и сезонным колебаниям спроса. Вологодская область демонстрирует высокую энергоемкость металлургического сектора при наличии дефицита модернизированных мощностей. Республика Коми и Архангельская область сохраняют зависимость от углеродоемкого производства, что обостряет необходимость трансформации структуры энергопотребления. Таблица, суммирующая данные параметры, позволяет формализовать различия между регионами, определить приоритеты энергомодернизации и повысить обоснованность территориальной дифференциации стратегий.

Такой подход позволяет не только учесть исходные различия регионов, но и выявить ключевые факторы, определяющие их уровень энергетической автономии и потребности в модернизации. Важно подчеркнуть, что фиксация этих факторов служит не самоцелью, а инструментом выстраивания комплексных стратегий повышения энергоэффективности и адаптивности региональных энергетических систем. Это, в свою очередь, создает предпосылки для более эффективного распределения инвестиционных ресурсов и согласования интересов бизнеса, государства и общества. В итоге формируется методологическая основа, соединяющая качественный анализ факторов энергетической дифференциации с последующим построением количественных моделей оценки энергоэффективности.

Трансформация энергетического ландшафта СЗФО происходит в условиях одновременного действия внешних и внутренних вызовов, систематизированных в таблице 2.4. Так, воздействие глобального энергоперехода и политик

декарбонизации оказывает выраженное давление на ресурсозависимые регионы округа — Архангельскую и Мурманскую области, Республику Коми, где структура промышленности характеризуется высокой углеродоемкостью. Необходимость модернизации производств и декарбонизации продукции сопряжена с высокими инвестиционными и технологическими барьерами. Одновременно регионы с развитой энергетической логистикой, такие как Калининградская и Ленинградская области, становятся ядром внутренней энергетической интеграции, формируя замкнутые энергетико-инфраструктурные контуры.

Таблица 2.4. — Классификация внешних и внутренних вызовов пространственного развития регионов в условиях энергетической трансформации

Категория вызова	Направление	Содержание	Региональный контекст (СЗФО)
Внешние вызовы	Глобальный энергопереход и декарбонизация	Переход на ВИЭ, отказ от углеродоемких технологий, рост требований к углеродному следу продукции	Повышенное давление на ресурсозависимые и экспортно-ориентированные регионы: Архангельская, Мурманская области, Республика Коми
	Фрагментация производственно-логистических цепочек	Нарушение внешних кооперационных связей, рост логистических издержек	Необходимость формирования внутренних пространственно-энергетических кластеров (Севморпуть, порты СЗФО, Ленинградская и Калининградская области)
	Трансграничное углеродное регулирование	Введение СВАМ и аналогичных механизмов	Риски для экспортно-ориентированных субъектов: снижение конкурентоспособности, необходимость технологической модернизации (например, Мурманская и Архангельская области)
	Климатическая турбулентность	Потепление, изменение осадков, повышение риска аварий	Высокая климатическая чувствительность северных территорий: Карелия, Коми, Мурманская область

Категория вызова	Направление	Содержание	Региональный контекст (СЗФО)
Внутренние вызовы	Дисбаланс межрегионального развития	Разрыв между производством и потреблением электроэнергии	Мурманская и Ленинградская области — избыточное производство; Новгородская и Псковская — дефицит потребления
	Износ инфраструктуры и ограниченность инвестиций	Слабая связанность, высокая энергоемкость, дефицит модернизации	Вологодская, Псковская, Новгородская области: необходимость в стимулировании сетевых инвестиций
	Институциональная несогласованность	Фрагментация управления, слабая координация между уровнями власти	Карелия, Коми, Калининградская область: слабое участие в формировании федеральной повестки в энергетике
	Недоиспользование ресурсного потенциала	Отставание в развитии ВИЭ, биоэнергетики, низкая вовлеченность в энергетическую трансформацию	Биомасса Вологодской области, гидроресурсы Карелии, ветропотенциал Баренцева моря остаются не полностью реализованными

Фактор климатической турбулентности особенно критичен для северных субъектов округа — Республики Коми, Карелии, Мурманской области, где высокая климатическая чувствительность инфраструктуры сопряжена с рисками разрушения энергетических и транспортных узлов. Это требует дополнительных институциональных механизмов для повышения адаптивной устойчивости, включая введение стандартов климатоустойчивого проектирования и планов управления инфраструктурными рисками.

Рассмотрение факторов, определяющих развитие регионов Северо-Западного федерального округа, показывает особую значимость энергетической составляющей, которая выступает не отдельным условием, а системным фактором, влияющим на все ключевые стороны региональной динамики. Она задает основу для модернизационных преобразований, определяет устойчивость экономики и отражает способность территориальных систем к адаптации. Поэтому обращение к анализу уровня энергетической эффективности регионов

округа является закономерным шагом, позволяющим глубже понять механизмы их развития и конкурентоспособности.

2.2. Анализ уровня энергетической эффективности регионов

Первым инструментом модели (см. рисунок 1.8) является количественный анализ энергетической эффективности в региональной экономике. Для его реализации необходимо построение информационной базы, охватывающей широкий круг социально-экономических, демографических, инвестиционных, экологических и энергетических характеристик. На текущем этапе осуществляется предварительная обработка данных, включающая этапы нормализации, агрегирования и формальной трансформации, что создает основу для последующего построения модели, которая позволяет идентифицировать ключевые детерминанты удельного потребления электроэнергии в регионах и объяснить вариации в уровнях энергоэффективности.

В основе разработки регионализированной модели лежит допущение, что энергетическая эффективность формируется под влиянием совокупности объективных факторов, связанных с уровнем экономического развития, структурой производственного комплекса, инвестиционной активностью, демографическими показателями и уровнем экологической нагрузки. Исходные статистические массивы, используемые в регионализированном моделировании энергетической эффективности, формируются на уровне субъектов СЗФО и структурируются в соответствии с шестью содержательными блоками, каждый из которых отражает детерминанты формирования энергетического профиля:

1. Энергетические параметры включают агрегированные показатели валового потребления электроэнергии (в абсолютных величинах), удельного потребления (на душу населения), установленной мощности энергетических объектов и объемов выработки электроэнергии. Эти показатели служат основой для оценки уровня энергопотребления, загрузки энергетической инфраструктуры и степени обеспеченности региона собственными мощностями.

2. Экономические характеристики охватывают величины ВРП, доходов консолидированных бюджетов, оборотов розничной и оптовой торговли, а также финансовых результатов деятельности организаций. Эти переменные отражают обобщенный уровень экономической активности региона и степень участия в производственно-распределительных цепочках.

3. Социально-демографические детерминанты включают численность населения, уровень занятости и безработицы, структуру доходов и расходов домашних хозяйств. Эти показатели позволяют оценить масштаб и специфику бытового энергопотребления, включая зависимости между уровнем жизни и повседневным спросом на энергоносители в жилищно-коммунальном секторе.

4. Инвестиционные индикаторы представлены совокупностью абсолютных и удельных показателей капитальных вложений. В данном случае анализируется как общий объем инвестиций в основной капитал, так и распределение этих вложений на душу населения, что отражает уровень модернизации производственных фондов и готовность региона к внедрению энергоэффективных технологий.

5. Экологические индикаторы охватывают объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, долю улавливаемых загрязнений, объемы водопользования, а также показатели смертности от заболеваний, связанных с экологической обстановкой. Эти параметры позволяют учитывать устойчивость региона к экологическим нагрузкам и выявлять латентные угрозы, способные повлиять на функционирование энергетической инфраструктуры.

6. Индикаторы инновационной активности представлены данными о внутренних затратах на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), а также на реализацию инновационных проектов. Эти переменные характеризуют технологический уровень региона и потенциал для внедрения энергоэффективных решений.

Представленная группировка (таблица 2.5) позволяет структурировать исходную информацию в формате панельных данных.

Таблица 2.5. — Информационно-статистическая база для регрессионного моделирования энергетической эффективности регионов Российской Федерации

Код	Описание	Категория	Обоснование включения
X_1	Потребление электроэнергии (млн кВт·ч)	Энергетика	Отражает общий уровень потребления электроэнергии в регионе, что важно для оценки энергоэффективности
X_2	Потребление электрической энергии на душу населения (кВт·ч)	Энергетика	Используется для расчета показателя энергоэффективности (удельное потребление) и как отражение бытовых потребностей населения
X_3	Производство электроэнергии (млрд кВт·ч)	Энергетика	Отражает мощность энергетической системы региона, влияет на способность энергосистемы удовлетворять спрос
X_4	Мощность электростанций (млн кВт)	Энергетика	Позволяет оценить техническую базу и потенциал производства энергии
X_5	Валовой региональный продукт (ВРП) (млн руб.)	Экономика	Экономический рост региона тесно связан с энергетическим потреблением; используется для расчета энергоемкости
X_6	Валовой региональный продукт на душу населения (руб.)	Экономика	Отражает экономическое благосостояние региона; влияет на способность потреблять энергию и проводить модернизацию инфраструктуры
X_7	Фактическое конечное потребление домашних хозяйств (в млн руб.)	Социально-экономические	Отражает уровень бытовых расходов и качество жизни, что может быть связано с энергопотреблением
X_8	Реальные денежные доходы населения (в % к предыдущему периоду)	Социально-экономические	Изменение доходов влияет на потребительское поведение и, соответственно, на энергопотребление
X_9	Численность населения с доходами ниже границы бедности	Социально-демографические	Уровень бедности влияет на возможности населения по приобретению энергоемких товаров и услуг
X_{10}	Процент населения с доходами ниже прожиточного минимума	Социально-демографические	Позволяет оценить социальное неравенство, которое может коррелировать с особенностями энергопотребления
X_{11}	Потребительские расходы на душу населения (в руб.)	Социально-экономические	Индикатор уровня жизни, влияющий на энергопотребление через увеличение бытовых расходов
X_{12}	Среднегодовая численность занятых (тыс. человек)	Демографические	Демографический показатель, влияющий на экономическую активность и, косвенно, на энергопотребление
X_{13}	Среднедушевые денежные доходы населения (в месяц; руб.)	Социально-экономические	Отражают благосостояние населения, что может влиять на инновационный потенциал и энергетическую эффективность
X_{14}	Средний размер назначенных пенсий (на 1 января; руб.)	Социально-экономические	Социальное обеспечение может стимулировать развитие инфраструктуры и влиять на уровень потребления энергии
X_{15}	Уровень занятости населения (в %)	Социально-демографические	Уровень занятости характеризует экономическую активность и, соответственно, потребление энергии

Продолжение таблицы 2.5

Код	Описание	Категория	Обоснование включения
X ₁	Потребление электроэнергии (млн кВт·ч)	Энергетика	Отражает общий уровень потребления электроэнергии в регионе, что важно для оценки энергоэффективности
X ₂	Потребление электрической энергии на душу населения (кВт·ч)	Энергетика	Используется для расчета показателя энергоэффективности (удельное потребление) и как отражение бытовых потребностей населения
X ₃	Производство электроэнергии (млрд кВт·ч)	Энергетика	Отражает мощность энергетической системы региона, влияет на способность энергосистемы удовлетворять спрос
X ₄	Мощность электростанций (млн кВт)	Энергетика	Позволяет оценить техническую базу и потенциал производства энергии
X ₅	Валовой региональный продукт (ВРП) (млн руб.)	Экономика	Экономический рост региона тесно связан с энергетическим потреблением; используется для расчета энергоемкости
X ₆	Валовой региональный продукт на душу населения (руб.)	Экономика	Отражает экономическое благосостояние региона; влияет на способность потреблять энергию и проводить модернизацию инфраструктуры
X ₇	Фактическое конечное потребление домашних хозяйств (в млн руб.)	Социально-экономические	Отражает уровень бытовых расходов и качество жизни, что может быть связано с энергопотреблением
X ₈	Реальные денежные доходы населения (в % к предыдущему периоду)	Социально-экономические	Изменение доходов влияет на потребительское поведение и, соответственно, на энергопотребление
X ₉	Численность населения с доходами ниже границы бедности	Социально-демографические	Уровень бедности влияет на возможности населения по приобретению энергоемких товаров и услуг
X ₁₀	Процент населения с доходами ниже прожиточного минимума	Социально-демографические	Позволяет оценить социальное неравенство, которое может коррелировать с особенностями энергопотребления
X ₁₁	Потребительские расходы на душу населения (в руб.)	Социально-экономические	Индикатор уровня жизни, влияющий на энергопотребление через увеличение бытовых расходов
X ₁₂	Среднегодовая численность занятых (тыс. человек)	Демографические	Демографический показатель, влияющий на экономическую активность и, косвенно, на энергопотребление
X ₁₃	Среднедушевые денежные доходы населения (в месяц; руб.)	Социально-экономические	Отражают благосостояние населения, что может влиять на инновационный потенциал и энергетическую эффективность
X ₁₄	Средний размер назначенных пенсий (на 1 января; руб.)	Социально-экономические	Социальное обеспечение может стимулировать развитие инфраструктуры и влиять на уровень потребления энергии
X ₁₅	Уровень занятости населения (в %)	Социально-демографические	Уровень занятости характеризует экономическую активность и, соответственно, потребление энергии

Код	Описание	Категория	Обоснование включения
X_{31}	Улавливание загрязняющих веществ (тыс. т)	Экологические	Вместе с X_{30} используется для расчета Eco_Load ; показывает меры по смягчению экологической нагрузки, что может быть связано с инвестиционной и технологической политикой
X_{32}	Использование свежей воды (млн куб. м)	Экологические	Отражает важный ресурсный аспект, влияющий на экологическую устойчивость региона и косвенно — на энергопотребление в сельском хозяйстве и промышленности
$Y_1 (Ei_per_capita)$	Удельное потребление электроэнергии (рассчитывается на основе X_2)	Энергетическая эффективность	Используется для оценки энергетической эффективности на душу населения. Подчеркивает влияние бытовых и инфраструктурных факторов на энергопотребление
$Y_2 (Energy_Intensity)$	Энергоемкость (отношение X_1 к X_5)	Энергоэффективность	Показатель, отражающий, сколько энергии тратится на единицу экономической активности, и служащий индикатором технологической эффективности региональной экономики
$Y_3 (Electricity_Production)$	Производство электроэнергии (X_3)	Энергетическая система	Отражает производственные мощности региона, является ключевым показателем функционирования энергетической системы
$Y_4 (Innovation_Index)$	Инновационный индекс (среднее значение X_{23} и X_{24})	Инновационное развитие	Комплексный показатель, характеризующий уровень инвестиций в инновации и научно-исследовательскую деятельность, влияющий на технологическое развитие регионов
$Y_5 (Eco_Load)$	Экологическая нагрузка (разница между X_{30} и X_{31})	Экологическая устойчивость	Индикатор, отражающий экологическую нагрузку на регион. Позволяет оценить влияние производственной активности и мер по охране окружающей среды на энергосистему

На основе обработанных данных по субъектам СЗФО в 2023 г. выявлено, что анализ исходных данных по потреблению (X_1) и генерации электроэнергии (X_4) показывает выраженную дифференциацию среди субъектов СЗФО (таблица 2.6). Максимальное значение потребления электроэнергии зафиксировано в Санкт-Петербурге — 26,8 млн кВт·ч. На втором месте располагается Ленинградская область с 23 млн кВт·ч. Эти показатели коррелируют с высоким уровнем промышленной нагрузки и интенсивностью энергетического потребления.

Таблица 2.6. — Энергоснабжение и структура потребления электроэнергии в регионах СЗФО

Регион	Потребление, млн кВт·ч	Производство, млрд кВт·ч	Установленна я мощность, млн кВт	Удельное потребление, кВт·ч/чел.	Население, тыс. чел.	Соотношение производство/ потребление
СЗФО (всего)	116 332	123,1	28,6	8 397	13 857	1,06
Республика Карелия	8 512	5,1	1,1	16 187	526	0,60
Республика Коми	8 754	10,2	3	12 099	724	1,17
Архангельская область	10 283	8,7	2,7	10 263	1 002	0,85
Вологодская область	14 960	10	1,6	13 297	1 125	0,67
Калининградская область	4 792	4,7	2	4 638	1 033	0,98
Ленинградская область	23 087	41,5	8,7	11 374	2 031	1,80
Мурманская область	11 938	18,2	3,9	18 154	657	1,52
Новгородская область	4 892	1,9	0,5	8 527	574	0,39
Псковская область	2 338	0,2	0,5	4 000	584	0,09
Санкт-Петербург	26 776	22,6	4,7	4 782	5 600	0,84

Ленинградская область выделяется по генерации электроэнергии с уровнем 41,5 млрд кВт·ч, отражая значительные мощности местной генерации.

Калининградская область демонстрирует более умеренные показатели потребления (4792 млн кВт·ч) и генерации (4,7 млрд кВт·ч), балансируя производство и использование энергии.

По данным таблицы 2.6 видно, что:

- сегмент высокого удельного бытового спроса (16–18 тыс. кВт·ч/чел.) демонстрируют Республика Карелия и Мурманская область при относительно низких объемах генерации;
- Вологодская область сохраняет статус крупнейшего индустриального потребителя (14,96 млрд кВт·ч), при этом коэффициент самопокрытия не превышает 0,11;
- Санкт-Петербург, несмотря на развитую инфраструктуру, сохраняет статус крупнейшего нетто-импортера электроэнергии (дефицит порядка 22 млрд кВт·ч);
- наиболее сбалансированную структуру демонстрирует Калининградская область: производство покрывает до 42% внутреннего спроса благодаря ориентации на автономность.

Сравнительный анализ региональных энергетических систем по показателям суммарных выбросов загрязняющих веществ и объемов их улавливания фиксирует существенную неоднородность экологической нагрузки в субъектах Северо-Западного федерального округа (таблица 2.7). Наиболее выраженное негативное воздействие на окружающую среду зафиксировано в Мурманской области (экобаланс –1715,0 тыс. т) и Ленинградской области (–799,0 тыс. т), что указывает на необходимость дальнейшего развития экологических технологий, а также усиления природоохранных мероприятий. В этих регионах необходима реализация инновационных решений по снижению выбросов и модернизации фильтрующих систем в промышленности. Единственным субъектом, продемонстрировавшим положительный экологический баланс, стала Калининградская область (+17,0 тыс. т), что свидетельствует о высокой результативности региональной экологической политики и успешном управлении экологическими рисками.

Таблица 2.7. — Экологическая эффективность региональных энергосистем (эконагрузка = выбросы – улавливание, тыс. т)

Регион	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников, тыс. т	Улавливание загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников, тыс. т	Эко-нагрузка, тыс. т
СЗФО (суммарно)	1 624	4 580	–2 956
Мурманская область	147	1 862	–1 715
Ленинградская область	234	1 033	–799
Вологодская область	367	851	–484
Архангельская область	187	308	–121
Новгородская область	71	179	–108
Республика Карелия	135	123	+12
Калининградская область	30	13	+17
Псковская область	43	16	+27
Санкт-Петербург	67	36	+31
Республика Коми	344	159	+185

По данным таблицы 2.7 видно, что:

- северные регионы (Мурманская и Ленинградская области) характеризуются выраженным отрицательным экологическим балансом благодаря функционированию эффективных систем газо- и пылеулавливания;
- Республика Коми — ключевая зона экологического риска (положительный баланс +185 тыс. т при высоких объемах выбросов);
- Калининградская и Псковская области и Санкт-Петербург демонстрируют положительный экобаланс, что указывает на повышение эффективности региональных природоохранных инициатив.

Анализ среднедушевых денежных доходов населения и их корреляция с уровнем производственной инфраструктуры и энергетического потребления позволяет выявить устойчивые тенденции в региональном развитии (таблица 2.8).

Максимальные значения доходов характерны для Мурманской области (75,8 тыс. руб.) и Архангельской области (43,1 тыс. руб.), что обусловлено доминированием промышленных кластеров и высоким уровнем занятости в секторах, связанных с энергетикой. В Калининградской области среднедушевой доход населения (43,5 тыс. руб.) при относительно низком уровне энергетического потребления указывает на формирование менее энергоемкой модели регионального развития, что способствует снижению нагрузки на энергетическую инфраструктуру.

Таблица 2.8. — Социально-экономический профиль регионов СЗФО

Регион	Средний доход, Р/мес	Потреб. расходы, Р	Безработица, тыс. чел.	Уровень бедности, %
СЗФО (среднее)	58 669	47 100	203	9,2
Санкт-Петербург	72 037	59 969	51	4,4
Ленинградская область	45 989	38 583	31	6,8
Архангельская область	55 952	43 161	25,8	9,6
Калининградская область	43 543	36 496	17	10,2
Вологодская область	42 708	31 167	17	9,7
Республика Коми	56 152	39 531	17	11,5
Республика Карелия	53 068	43 443	14	10,2
Мурманская область	75 786	51 217	12	6,7
Псковская область	39 898	32 386	9	12,5
Новгородская область	38 903	32 064	7	10,8

По данным таблицы 2.8 видно, что:

- энергонапряженные регионы (Республика Карелия, Мурманская область) характеризуются относительно высоким средним доходом, что способствует снижению социального напряжения и поддержанию уровня жизни;
- наиболее сложная социальная ситуация наблюдается в Псковской области (12,5% населения ниже уровня бедности при минимальном удельном спросе);
- Санкт-Петербург выступает в роли социального и экономического центра с наименьшей относительной безработицей и максимальным уровнем доходов населения.

Инновационная и инвестиционная активность субъектов Северо-Западного федерального округа, характеризуемая показателями совокупных инвестиций в основной капитал, затрат на инновации и НИОКР, демонстрирует значительные различия (таблица 2.9). Санкт-Петербург и Ленинградская область концентрируют более 60% общего объема капитальных вложений и свыше 87% расходов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по округу, что отражает концентрацию инновационного потенциала и развитую научно-технологическую инфраструктуру. Остальные регионы, в частности Республика Коми, Республика Карелия и Новгородская область, демонстрируют низкий уровень инвестиционной и инновационной активности, что увеличивает структурное неравенство и создает риски для долгосрочной энергетической устойчивости.

Таблица 2.9. — Инвестиционно-инновационная активность регионов СЗФО

Регион	Инвестиции в основной капитал, млн руб.	Доля в округе, %	Затраты на инновационную деятельность организаций, млн руб.	Внутренние затраты на научные исследования и разработки по областям науки, млн руб.
СЗФО (итого)	3 074 202	100	264 895	214 385
Санкт-Петербург	1 195 595	38	184 337	184 850
Ленинградская область	685 584	22	47 787	11 156
Мурманская область	266 940	9	2 565	3 762
Вологодская область	168 815	5	2 105	1 220
Архангельская область	205 951	7	1 161	2 327
Калининградская область	195 973	6	14 458	2 331
Республика Коми	128 590	4	3 360	3 677
Новгородская область	75 544	2	2 460	3 147
Псковская область	47 602	2	743	262
Республика Карелия	103 609	3	5 918	1 654

По данным таблицы 2.9 видно, что:

- более 60% капитальных вложений и 87% расходов на НИОКР приходится на Санкт-Петербург и Ленинградскую область, что фиксирует структурную концентрацию инновационного потенциала;

- Калининградская область демонстрирует заметный рост инновационных расходов, обусловленный реализацией проектов по формированию «энергоострова» и развитию ВИЭ;
- Республика Коми по-прежнему характеризуется ограниченным уровнем инвестиционной активности и минимальной инновационной отдачей активности.

Развитие транспортно-логистической инфраструктуры, выраженное в протяженности автомобильных дорог и железнодорожных путей, оказывает существенное влияние на региональные показатели энергоемкости. Архангельская область (21,0 тыс. км дорог) и Вологодская область (24,2 тыс. км дорог) обладают одной из наиболее развитых дорожных сетей в округе, что способствует повышению мобильности, однако одновременно ведет к увеличению энергетических затрат в транспортном секторе. В отличие от них, Калининградская область, обладающая ограниченной протяженностью автомобильных дорог (9,0 тыс. км) и железнодорожных путей (611,0 км), благодаря компактности территории демонстрирует меньший уровень транспортной энергоемкости.

Структура и численность населения регионов СЗФО существенно определяют масштабы и характер энергетического спроса. Санкт-Петербург — крупнейший по населению субъект (5601,9 тыс. человек), формирует высокую долю в общем бытовом и коммерческом потреблении электроэнергии округа, что обуславливает необходимость повышения энергоэффективности городской инфраструктуры и систем коммунального хозяйства. На другом полюсе располагается Ненецкий автономный округ с наименьшей численностью населения (42,8 тыс. человек), где вследствие экстремальных климатических условий и разветвленной системы теплоснабжения формируется одна из наиболее высоких удельных энергоемкостей на душу населения. Такие демографические различия требуют реализации адресных программ повышения энергоэффективности и учета особенностей региональных климатических рисков при планировании энергетической политики.

Представленные результаты формируют аналитическую базу для комплексной диагностики энергоэффективности субъектов СЗФО и обосновывают целесообразность корректировки управленческих стратегий с учетом выявленных структурных различий. Для повышения точности выводов требуется восполнение пробелов в макроэкономических данных (особенно по ВРП), что позволит сконструировать интегральные индексы энергоэффективности и формализовать взаимосвязи между энергетическим развитием и экономическими результатами регионов.

2.3. Проблемы повышения энергетической эффективности в контексте устойчивого экономического развития регионов

Повышение энергетической эффективности в субъектах Северо-Западного федерального округа обусловлено наличием комплекса структурных и институциональных ограничений, которые охватывают как параметры функционирования энергетической инфраструктуры, так и специфику отраслевого управления. Несмотря на значительный ресурсный потенциал, высокая энергоемкость региональных экономик и наличие значимых различий в структуре производства и потребления указывают на недостаточную диверсификацию управленческих стратегий, а также на износ ключевых фондов.

Анализ по данным 2023 г. (таблица 2.10) выявляет парадоксальные эффекты: в ряде территорий, специализирующихся на экспортной генерации, экологическая ситуация находится в благоприятной зоне, однако из-за экстремальных климатических условий и неравномерного распределения мощностей сохраняется высокая энергоемкость на душу населения. Данный факт демонстрирует ограниченную результативность простого увеличения доли ВИЭ. Решение подобных задач требует внедрения комплексных инструментов управления спросом — погодозависимого регулирования ТЭЦ, массового внедрения тепловых насосов, модернизации систем учета и автоматизации ЖКХ.

Таблица 2.10. — Ключевые проблемы, ограничивающие повышение энергетической эффективности в регионах СЗФО

Кластер	Регионы	Главные структурные ограничения
Энергоемкие сырьевые	Республика Карелия Вологодская область	Изношенные технологические цепочки Низкая инвестиционная активность в НИОКР Высокие потери в ЖКХ
Северные «чистые» производители	Мурманская область Республика Карелия (по ГЭС)	Отсутствие эффективного рынка углеродных кредитов и климатических инвестиций
Интегрированные индустриальные	Ленинградская область Республика Коми	Высокие выбросы SO ₂ Недостаточный уровень цифровизации сетей
Постиндустриальные дефицитные	Санкт-Петербург Калининградская область	Недостаточная емкость для аккумулирования энергии ограничивает ввод ВИЭ
Агропериферийные	Псковская область Новгородская область	Высокие технические потери в сетях из-за разреженности инфраструктуры

Примечание: Республика Карелия включена как крупный бытовой потребитель и как регион с высокой долей гидрогенерации, отражая различия между бытовым и промышленным сегментами.

В Республике Карелия и Вологодской области региональное развитие осложняется рядом системных ограничений, связанных с состоянием производственной и инфраструктурной базы. Технологические цепочки в ключевых отраслях — лесной и металлургической — в значительной степени сформированы еще в 1970-е гг., что предопределяет их высокую степень износа и ограниченные возможности для модернизации. Инвестиционная активность в сфере исследований и разработок остается крайне низкой: в Республике Карелия она составляет около 1,7 млрд руб., в Вологодской области — 1,2 млрд руб., тогда как для сравнения в Санкт-Петербурге этот показатель достигает 184 млрд руб. Дополнительным фактором, снижающим эффективность региональной экономики, являются значительные потери в системе жилищно-коммунального хозяйства, достигающие 11–13%. Это ведет к росту удельного энергопотребления на уровне 1,4 кВт·ч на человека, что усиливает нагрузку как на энергетическую систему, так и на социально-экономические параметры качества жизни населения.

В Мурманской области и Республике Карелия энергетический баланс характеризуется высокой долей гидро- и атомной генерации, что способствует снижению углеродного следа и формирует основу для экологически устойчивого развития. Однако до 40% резервных мощностей фактически простаивают, что свидетельствует о неэффективной загрузке энергетической инфраструктуры. Дополнительным вызовом становится суровый климатический фактор: именно он обуславливает рекордно высокий уровень бытового энергопотребления — свыше 16 тыс. кВт·ч на человека в год. При этом в регионе отсутствует эффективный рынок углеродных кредитов и климатических инвестиций, что ограничивает возможности привлечения «зеленого» финансирования и препятствует интеграции в современные модели низкоуглеродного развития.

В Ленинградской области и Республике Коми сохраняется высокая зависимость энергетического комплекса от устаревших газовых генераций, характеризующихся низким коэффициентом полезного действия (менее 42%), что негативно отражается на общей эффективности использования ресурсов. Существенной проблемой для Республики Коми остаются значительные объемы загрязняющих выбросов, в частности диоксида серы, уровень которых превышает 185 тыс. т в год. Ситуация усугубляется недостаточной цифровизацией энергетических сетей, что ограничивает возможности для повышения управляемости и снижения потерь, а также низкой инновационной активностью: расходы на исследования и разработки составляют лишь 6% от совокупного окружного объема. Все это сдерживает модернизацию энергетической инфраструктуры и снижает конкурентоспособность регионов в условиях перехода к «зеленой» экономике.

В Санкт-Петербурге и Калининградской области наблюдается устойчивая тенденция роста энергопотребления при фактической стагнации генерационных мощностей. Дефицит, превышающий 22 млрд кВт·ч, компенсируется за счет дорогостоящего импорта электроэнергии, что формирует повышенную нагрузку на тарифную систему. Дополнительным ограничением выступает слабое развитие механизмов спросовой реакции: вечерние пики нагрузки стабильно превышают

110% базового уровня, что приводит к росту маржинальных тарифов и снижает предсказуемость ценовой динамики. Недостаточная емкость инфраструктуры по аккумулярованию энергии препятствует масштабному вводу возобновляемых источников, ограничивая потенциал перехода к более устойчивой и сбалансированной энергетической модели.

В Псковской и Новгородской областях ключевой проблемой энергетического комплекса выступают высокие технические потери в сетях, достигающие около 12% и обусловленные разреженностью инфраструктуры и значительными расстояниями между узлами потребления. Существенным барьером для повышения энергоэффективности является низкая рентабельность ESCO-проектов, что связано с высокой долей населения с низкими доходами и, как следствие, ограниченной платежеспособностью домохозяйств. Дополнительные издержки формируют и межрегиональные перетоки: возникающие при этом технические потери не компенсируются в тарифах, что снижает инвестиционную привлекательность сетевого хозяйства и затрудняет реализацию программ модернизации. В совокупности эти факторы ограничивают возможности региона для перехода к устойчивой энергетической модели и тормозят развитие современного рынка энергоуслуг.

Кроме специфических для групп регионов ограничений, фиксируется ряд общих проблем (таблица 2.11), оказывающих влияние на весь СЗФО.

В Северо-Западном федеральном округе одной из системных проблем остается высокий уровень технологического износа генерирующих мощностей: около 47% установленной мощности эксплуатируется более 35 лет. Это напрямую отражается на эффективности работы теплоэлектроцентралей, коэффициент полезного действия которых ниже среднероссийского уровня на 6–8 процентных пунктов. Следствием становится значительный перерасход энергоресурсов — порядка 7 млрд кВт·ч в год, что составляет около 6% совокупного потребления округа. Подобная диспропорция снижает конкурентоспособность региональной экономики, увеличивает себестоимость продукции и ограничивает потенциал для реализации задач устойчивого развития.

Таблица 2.11. — Общие проблемы повышения энергетической эффективности в СЗФО

Тип проблемы	Ключевые индикаторы	Прямой эффект
Технологический износ генерирующих мощностей	Низкий КПД ТЭЦ	Перерасход энергоресурсов
Потери в распределительных сетях	Потери в распределительных сетях превышают целевые показатели	Удорожание тарифа для населения
Дефицит «зеленых» инвестиций	Низкая доля инноваций и НИОКР в ВРП	Замедленное внедрение ВИЭ и цифровых решений
Климато-социальные ограничения	Средний уровень удельного потребления выше среднероссийского	Ограничение спроса на энергоэффективные технологии в секторе домашних хозяйств
Фрагментированность рынка мощности	Разница оптовых цен между регионами	Дублирующие капитальные вложения, неэффективное использование резервов
Экологические ограничения	В ряде субъектов отрицательный экобаланс, но ужесточение лимитов по выбросам NO _x и парниковых газов	Потенциальный рост затрат на квоты и участие в СОР >15 млрд руб. до 2030 г.

Потери в распределительных сетях существенно превышают целевые показатели и в среднем составляют 9,8% при нормативе 6,5%. Наибольшие значения фиксируются в Республике Карелия и Псковской области, где уровень потерь достигает 11–13%, что связано с высокой разреженностью сетевой инфраструктуры и ее технологическим износом. Данная неэффективность напрямую отражается на конечных потребителях: удорожание тарифа для населения оценивается в среднем на уровне 0,12 руб./кВт·ч, что снижает социальную устойчивость региона и усиливает нагрузку на домохозяйства с низкими доходами. Таким образом, проблема сетевых потерь становится не только технологическим, но и социально-экономическим ограничением регионального развития.

Отчетливо проявляется дефицит «зеленых» инвестиций, что выражается в крайне низкой доле инновационной активности: расходы на инновации и НИОКР составляют лишь 0,7% ВРП округа при среднероссийском уровне 1,3%. При этом наблюдается резкая территориальная концентрация инновационного

потенциала — около 87% всех разработок и внедрений приходится на Санкт-Петербург и Ленинградскую область, тогда как остальные регионы демонстрируют крайне низкие показатели. Такая диспропорция сдерживает развитие новых технологических решений, замедляет внедрение возобновляемых источников энергии и цифровых инструментов управления энергосистемами, что в итоге ограничивает возможности округа по переходу к устойчивой и конкурентоспособной модели развития.

Важным барьером повышения энергоэффективности выступают климатосоциальные ограничения. Средний уровень удельного энергопотребления здесь на 35% выше среднероссийского, что обусловлено суровыми природными условиями и длительным отопительным сезоном. Одновременно в аграрно-периферийных регионах округа уровень бедности превышает 12%, что существенно ограничивает платежеспособный спрос на современные энергоэффективные технологии в секторе домашних хозяйств. В результате формируется парадоксальная ситуация: при объективной необходимости энергосбережения именно социально-экономические условия препятствуют широкому внедрению таких решений, усиливая технологическое отставание и закрепляя межрегиональные диспропорции.

Фрагментированность рынка мощности в Северо-Западном федеральном округе формирует дополнительные институциональные и экономические барьеры для повышения энергоэффективности. Разница оптовых цен между Санкт-Петербургом и Ленинградской областью, с одной стороны, и Мурманской областью — с другой, превышает 37%, что свидетельствует о слабой интегрированности региональных энергорынков. Отсутствие долгосрочных контрактов на межрегиональные перетоки приводит к нестабильности тарифной политики и ограничивает возможности для оптимального распределения генерирующих мощностей. В результате наблюдается дублирование капитальных вложений в новые объекты и неэффективное использование резервов, что снижает общую инвестиционную привлекательность энергосистемы и препятствует ее переходу к сбалансированной и устойчивой модели развития.

Экологические ограничения становятся значимым фактором, сдерживающим развитие энергетического сектора Северо-Западного федерального округа. В ряде субъектов фиксируется отрицательный экологический баланс, при этом дальнейшее ужесточение лимитов по выбросам оксидов азота и парниковых газов неизбежно увеличит нагрузку на региональные экономики. По прогнозам, потенциальные затраты на приобретение квот и участие в системе ограничений выбросов (СОР) могут превысить 15 млрд руб. к 2030 г. Это создает риск удорожания производственных издержек, снижения инвестиционной активности и формирования новых диспропорций в конкурентоспособности регионов, особенно тех, где энергетическая инфраструктура базируется на устаревших и энергоемких технологиях.

В качестве определяющих проблем следует выделить: технологическое старение генерации и износ сетей, структурную недоинвестированность в цифровые решения, неравномерность распределения инновационного и человеческого капитала, высокий уровень потерь и тарифной нагрузки в периферийных и аграрных регионах, институциональные барьеры развития интегрированных рынков мощности и взаимодействия между субъектами.

Калининградская область, несмотря на максимальный уровень технической обеспеченности (42%), сталкивается с повышенными издержками — средняя цена электроэнергии для B2B-сегмента здесь превышает аналогичный показатель по Санкт-Петербургу на 18%. Основные причины связаны с высокой капиталоемкостью новых газовых станций и отсутствием долгосрочных контрактов на межрегиональные перетоки. Данный вывод согласуется с результатами анализа из таблицы 2.2, где акцентируется значимость системной интеграции сетей и повышения эффективности распределения мощности в пространстве округа.

Значимые выводы дает анализ комплексного взаимодействия энергетических и социально-демографических факторов. Комбинированная оценка указывает, что повышение бытового спроса на 1 МВт·ч на человека ассоциируется с ростом смертности от сердечно-сосудистых заболеваний на 1,5%

(при контроле дохода и возрастных характеристик). Таким образом, меры по термомодернизации и повышению энергоэффективности жилищного фонда способны не только оптимизировать энергозатраты, но и снизить социально-медицинские издержки, что создает дополнительные аргументы для общественной и государственной поддержки соответствующих программ.

Включение социально-экономических и демографических параметров в архитектуру аналитической модели энергетической эффективности обеспечивает более точную калибровку стратегических и тактических управленческих решений. Разнообразие типов заселенности, плотности населения, сезонности потребления и специфики урбанизации предопределяет дифференциацию профилей энергетической нагрузки. В Санкт-Петербурге доминируют пики вечернего спроса, в то время как в северных регионах (Мурманская область, Республика Коми) энергопотребление определяется прежде всего экстремальными климатическими условиями и необходимостью резервирования генерации.

Экономическая структура регионов (уровень индустриализации, доля энергоемких отраслей, объемы инвестиций в инновационные и энергосберегающие технологии) формирует специфику и устойчивость энергетического профиля. В таких регионах, как Ленинградская и Вологодская области, требуется интеграция энергоменеджмента в производственные процессы, модернизация цепочек создания стоимости и стимулирование внедрения цифровых платформ управления спросом. Для периферийных и преимущественно аграрных территорий (Псковская и Новгородская области) необходима оптимизация распределительных сетей и развитие механизмов адресной поддержки домохозяйств с низкой платежеспособностью.

На аналитическом уровне предлагается использовать широкий инструментарий: факторный и регрессионный анализ, методы кластеризации, редукция размерности с помощью анализа главных компонент (РСА), а также моделирование временных рядов для прогнозирования сезонных и структурных сдвигов в спросе и потреблении.

Данный подход позволит выявлять и контролировать следующие проблемы:

- неравномерное распределение инноваций и технологий — периферийные территории имеют ограниченную способность к обновлению инфраструктуры и внедрению современных энергосберегающих решений;
- низкий уровень самообеспеченности энергией в ряде субъектов — значительная дифференциация (от 18% в Санкт-Петербурге до более 40% в Калининградской области) создает дисбаланс в доступе к энергоресурсам;
- дисбаланс между генерацией и потреблением энергии — наиболее остро проявляется в Калининградской области и Санкт-Петербурге, что требует комплексных мер балансировки;
- высокие сетевые потери — особенно характерны для Псковской и Новгородской областей, приводя к неэффективному использованию ресурсов и росту издержек;
- износ и недостаточная модернизация генерирующих мощностей — необходимость обновления газовых блоков (Ленинградская область, Республика Коми) и других ключевых объектов;
- фрагментация энергетической инфраструктуры — отсутствие целостности и взаимосвязанности сетей в ряде регионов, что затрудняет оптимизацию энергопотоков;
- отсутствие гибких региональных стратегий энергетической эффективности
- меры, применяемые для одного субъекта (например, Мурманской области), не подходят для другого (например, Санкт-Петербурга), что снижает результативность программ;
- недостаточная цифровизация и системный мониторинг — ограниченное внедрение интеллектуальных систем управления энергопотреблением и диагностики состояния инфраструктуры;
- экологическая нагрузка и углеродная интенсивность — значительные различия по удельным выбросам между регионами требуют регионально-специфичных экологических стратегий.

Учитывая выявленные ранее структурные ограничения регионов СЗФО, в том числе высокий уровень сетевых потерь, фрагментацию энергетической инфраструктуры и экологическую нагрузку, особую значимость приобретает развитие механизмов, направленных на экологически устойчивое управление и цифровизацию мониторинга. Подобные меры должны стать обязательными элементами региональных программ повышения энергетической эффективности. Они содействуют снижению углеродной интенсивности, формируют благоприятные институциональные условия для привлечения инвестиций в «зеленые» проекты. В условиях СЗФО, где показатели удельных выбросов и энергопотребления существенно варьируются, необходима региональная детализация экологических стратегий, учитывающая степень индустриализации и климатические параметры каждого субъекта [57, с. 122].

Таким образом, учет структурных ограничений и региональной специфики СЗФО показывает, что повышение энергетической эффективности невозможно без внедрения целенаправленных инструментов, адаптированных к условиям отдельных субъектов округа. В связи с этим особый интерес представляет рассмотрение инструментов по повышению региональной энергетической эффективности на примере субъектов Российской Федерации Северо-Западного федерального округа, что позволит выявить практические механизмы и оценить их результативность в реальных условиях.

Выводы по главе 2

Систематизированы преобладающие факторные группы для каждого субъекта СЗФО. Комплексное исследование уровня энергетической эффективности в субъектах СЗФО подтвердило его весомую роль как системообразующего фактора социально-экономического развития. Проанализированы ресурсные, институциональные и инфраструктурные детерминанты регионального роста. Установлено, что выравнивание энергетических условий невозможно без системного пересмотра инструментов межрегионального перераспределения энергоресурсов и создания механизмов устойчивой интеграции в рамках федерального энергетического пространства.

Определены ключевые факторы развития регионов СЗФО в контексте энергетической эффективности с классификацией внешних и внутренних вызовов пространственного развития регионов в условиях энергетической трансформации

Составлена информационно-статистическая база для регрессионного моделирования энергетической эффективности регионов СЗФО. На основе обработанных данных выделены ключевые блоки анализа энергетической эффективности. Представленные результаты формируют аналитическую базу для комплексной диагностики энергоэффективности субъектов СЗФО и обосновывают целесообразность корректировки управленческих стратегий с учетом выявленных структурных различий.

Выявлены ключевые проблемы, ограничивающие повышение энергетической эффективности в регионах СЗФО. Исследовательский вопрос был сфокусирован на структурных и институциональных барьерах, ограничивающих потенциал повышения энергоэффективности. Обоснована необходимость применения многоуровневых моделей, формирующих аналитическую платформу для внедрения прикладных решений, направленных на обеспечение устойчивости регионального развития в условиях ресурсных, экологических, геополитических и иных ограничений.

Глава 3.

РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ В РЕГИОНАЛЬНОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ НА ПРИМЕРЕ СУБЪЕКТОВ РФ СЕВЕРО- ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

3.1. Оценка энергетической эффективности регионов СЗФО с использованием интегрированных моделей

Оценка энергетической эффективности регионов Северо-Западного федерального округа опирается на авторскую многоуровневую модель (см. рисунок 1.8), в которой энергоэффективность рассматривается как результат сложного взаимодействия институциональных, технологических и ресурсных факторов регионального развития. Применение интегрированных аналитических инструментов позволяет не только обеспечить комплексность диагностики, но и выявить устойчивые зависимости, определяющие межрегиональные различия в энергопотреблении.

Для количественной диагностики региональной энергоэффективности сформирован набор панельных данных по субъектам СЗФО за 2000–2023 гг. На основе представленных показателей формируются зависимые переменные, отражающие энергетическую эффективность и объясняющие признаки (регрессоры), интерпретируемые как экзогенные переменные в рамках многофакторной регрессионной спецификации. Основной целевой переменной в данной модели выступает показатель удельного потребления электроэнергии на душу населения, интерпретируемый как интегральный индикатор ресурсной и инфраструктурной обеспеченности региона (далее — $Y_1 = E_i$).

Формальная структура:

$$E_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i, \quad (15)$$

где E_i — удельное потребление электроэнергии в регионе i , выраженное в кВт·ч на душу населения (рассчитывается как отношение показателя 0 к 2.2);

X_{ki} — совокупность социально-экономических, инвестиционных, экологических и демографических факторов;

ε_i — стохастическая составляющая.

Цель построения интегрированной регрессионной модели — получить количественно подтвержденный перечень факторов, определяющих удельное энергопотребление населения регионов. Выделяется вклад макроэкономических, демографических, инвестиционных и экологических детерминант в формирование энергетической эффективности, а результаты моделирования становятся эмпирической опорой для корректировки региональной политики.

Эмпирическое покрытие и валидность моделей. Каждая из пяти построенных моделей Y_1 – Y_5 решает специфическую аналитическую задачу:

1. Модель $Y_1_Ei_per_capita$ (удельное энергопотребление) — формализует взаимосвязи между социально-демографическими факторами и индивидуальной энергетической нагрузкой. Установлено, что рост расходов и пенсий сопровождается увеличением энергопотребления, тогда как физический износ инфраструктуры оказывает обратный эффект.

2. Модель $Y_2_Energy_Intensity$ (энергоёмкость экономики) — отражает структурные закономерности снижения энергоёмкости в условиях роста инвестиций и улучшения социально-экономических условий. Показано, что рост реальных доходов населения может провоцировать рост бытового потребления энергии, демонстрируя наличие противонаправленных эффектов.

3. Модель $Y_3_Electricity_Production$ (объем производства электроэнергии) — выявляет, что интенсивность производственной активности и уровень загрязнения окружающей среды статистически значимо связаны с энергетической генерацией. Модель подтверждает сложные связи между инфраструктурными и экологическими индикаторами и энергетическим производством.

4. Модель $Y_4_Innovation_Index$ (инновационный потенциал энергетического сектора) — количественно описывает влияние экономических, институциональных и экологических условий на уровень региональной инновационной активности. Установлено, что ВРП и доходы населения

усиливают инновационную динамику, тогда как экологическая нагрузка и бюджетное давление ее подавляют.

5. Модель $Y_5_Eco_Load$ (экологическая нагрузка) — интерпретирует экологические эффекты через производственные и институциональные параметры. Показано, что инвестиции в НИОКР способствуют снижению экологической нагрузки, в то время как рост производства электроэнергии и бюджетных доходов увеличивает ее.

Каждая из моделей, от удельного энергопотребления до экологической нагрузки, построена на панельной регрессионной структуре с фиксированными эффектами, что обеспечивает контроль региональных неизменяемых характеристик и позволяет моделировать внутригрупповую (временную) динамику. При этом уровень объясняющей способности моделей варьируется:

- модели Y_3 ($R^2 \approx 0.86$) и Y_4 ($R^2 \approx 0.96$) демонстрируют исключительную согласованность между предсказанными и фактическими значениями, фиксируя устойчивые производственные и институциональные закономерности;
- модели Y_1 ($R^2 \approx 0.63$) и Y_2 ($R^2 \approx 0.81$) показывают высокую аппроксимационную способность в отношении бытовых и экономико-структурных индикаторов;
- модель Y_5 ($R^2 \approx 0.46$) отражает более сложную природу экологических процессов и указывает на необходимость дальнейшего уточнения структуры модели.

Анализ показывает наличие системной иерархии факторов:

- макроэкономические драйверы (X_5 , X_6 , X_{11} , X_{14}) демонстрируют двустороннее влияние: способствуют повышению инновационной и энергетической активности, но также увеличивают ресурсную нагрузку. Подтверждается в моделях Y_1 , Y_2 , Y_4 ;
- экологические показатели (X_{30} , X_{31} , X_{24}) фиксируют прямую связь между интенсивностью производства и уровнем загрязнений. В модели Y_4 экологическая нагрузка ингибирует инновационный потенциал, в Y_5 — провоцирует рост экологических издержек;

- институциональные и инвестиционные переменные (X_{20} , X_{21} , X_{22}) показывают парадоксальные эффекты: бюджетные доходы (X_{22}) в модели Y_4 оказывают сдерживающее влияние на инновации, тогда как в Y_5 усиливают экологическую нагрузку. Это указывает на неэффективность институционального перераспределения ресурсов;
- инновационные инвестиции (X_{24}) выступают единственным фактором, демонстрирующим стабильно отрицательное влияние на экологическую нагрузку и потенциальное стимулирующее действие на технологические преобразования;
- производственные индикаторы (X_3 , X_{26}) положительно связаны с экологической нагрузкой и объемом производства (Y_3 , Y_5), что отражает индустриальную основу региональной энергетики.

Каждая из моделей выполняет уникальную роль в рамках концептуальной схемы (таблица 3.1).

Таблица 3.1. — Интерпретационное назначение регрессионных моделей

Модель	Зависимая переменная	Интерпретационное назначение
Y_1	Удельное энергопотребление	Микроэкономическая структура бытового потребления
Y_2	Энергоемкость	Макроэкономическая эффективность и технологическое обновление
Y_3	Производство электроэнергии	Инфраструктурная и трудовая нагрузка, промышленный выпуск
Y_4	Инновационный индекс	Способность к технологической трансформации и структурной модернизации
Y_5	Экологическая нагрузка	Институциональная и производственная регуляция устойчивости

Интегративные выводы и последствия для энергостратегий:

- формирование энергетической политики требует одновременного контроля за экономической активностью и экологической нагрузкой. Модель Y_5 показывает, что рост производства (X_3) и занятости (X_{15}) увеличивает экологическую нагрузку, но модель Y_4 демонстрирует, что только при

эффективной инновационной политике возможно смягчение этих последствий;

- рост бюджетных доходов и финансовых ресурсов без инновационной направленности способен усиливать институциональную неэффективность. Регрессор X_{21} (бюджетные доходы) оказывает противоположное влияние на инновации (Y_4) и экологическую нагрузку (Y_5);
- инвестиции в НИОКР (X_{24}) подтверждают свою роль как адаптационного механизма, позволяющего смягчить негативные эффекты индустриального роста. Во всех моделях, где переменная включена, наблюдается значимое отрицательное влияние на нагрузочные параметры;
- социальные индикаторы (X_{11} , X_{14} , X_8) требуют гибкой интерпретации: они способны стимулировать модернизацию и провоцировать рост бытового потребления.

Комплекс построенных и интерпретированных моделей представляет собой когерентную архитектуру для анализа энергетической эффективности в региональной экономике. Модели отражают глубокую взаимосвязь между экономической динамикой, социальной структурой, институциональной активностью и экологическими последствиями функционирования энергетических систем. Регрессионный анализ позволяет формализовать эти взаимосвязи, обеспечить их количественную верификацию и применить полученные зависимости в рамках прогнозирования, типологии и разработки дифференцированных энергостратегий. Интеграция методов эконометрики, корреляционного анализа, сценарного прогнозирования и типологизации регионов позволяет перейти от фрагментарных оценок к системному представлению об энергетической устойчивости. Полученные результаты обосновывают необходимость междисциплинарного подхода и перехода от линейного анализа к иерархическим и нелинейным моделям при дальнейшем углублении исследования. Исследование демонстрирует, что подход, основанный на интегрированной регрессионной модели, может служить универсальным аналитическим инструментом в стратегическом управлении энергетической трансформацией регионов Российской Федерации.

Индексная модель оценки энергетической эффективности в региональном разрезе:

формализация интегрального показателя энергетической эффективности (далее — IEE) представляет собой этап эмпирической части исследования, направленный на количественную синтезацию многомерной информации о региональных различиях в сфере энергетики, экологии, экономики и инфраструктуры. Модель агрегирует стандартизированные значения ключевых показателей, отражающих структуру потребления, институциональный и экологический профиль, инвестиционную активность и социальную дифференциацию субъектов РФ. Индексная модель базируется на линейной свертке нормализованных признаков с использованием весовой схемы, рассчитанной на основе PCA. Преимуществом данной процедуры является сохранение эмпирически наблюдаемых пропорций влияния каждого признака на вариативность совокупного пространства.

Интегральный индекс энергетической эффективности региона определяется по формуле (16):

$$IEE_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot z_{ij}, \quad (16)$$

где IEE_i — интегральный индекс энергетической эффективности региона i ;

z_{ij} — нормализованное значение признака j в регионе i ;

w_j — весовой коэффициент признака j , полученный из структуры главных компонент.

Конструируемый индекс энергетической эффективности используется как числовой индикатор типологии регионов, позволяющий формализовать их положение в интегральном энергетико-институциональном пространстве. В сочетании с кластерной принадлежностью значения индекса позволяют проводить внутрикластерную и межкластерную верификацию, выявлять аномальные отклонения и обосновывать адаптивные траектории развития на основе количественной оценки эффективности.

Иерархизация регионов на основе *IEE* укрепляет методическую базу типологии, позволяя перейти от дискретной группировки к непрерывной шкале энергоэффективности. Это обеспечивает возможность построения стратифицированной политики регулирования, дифференцируемой по уровням энергетической адаптивности и институциональной устойчивости.

Стратификация по *IEE* формирует синтетическую ось типологии, на которой каждая точка соответствует уникальному сочетанию признаков энергоемкости, социального потенциала и институциональной инфраструктуры. Индекс служит агрегированным показателем и инструментом линеаризации многомерной структуры факторов.

Использование РСА для извлечения весов обусловлено необходимостью объективного учета вклада каждого признака в межрегиональную вариативность. Метод позволяет избежать субъективных и произвольных весовых схем, не опирающихся на данные.

Модель *IEE* построена на том же признаковом множестве, что и кластеризация (15 переменных $X_2, X_3, \dots, X_{32}$), обеспечивая преемственность аналитической логики и сопоставимость результатов. Переменные охватывают следующие блоки:

- энергетические характеристики: удельное потребление электроэнергии (X_2), производство энергии (X_3), энергоемкость экономики;
- экономико-институциональный блок: ВРП (X_5), инвестиции (X_{19}), бюджетные поступления (X_{22});
- социально-демографическая группа: доходы (X_{13}), занятость (X_{15}), жилищная обеспеченность (X_8);
- экологические и ресурсные индикаторы: выбросы, утилизация отходов, доступ к ресурсам (X_{30} – X_{32}).

Для исключения влияния масштабов измерения применена MinMax-нормализация, после чего проведена РСА-декомпозиция. Весовые коэффициенты рассчитаны как сумма абсолютных значений компонентных коэффициентов, отражающих вклад соответствующих признаков в дисперсию по всем главным

осям. Нормализация весов обеспечивает их суммирование к единице и позволяет интерпретировать значения как долевое участие переменной в формировании индекса.

Вычисленные значения весов позволяют проанализировать значимость каждой переменной. Наибольший вклад в индекс внесли переменные: X_2 (энергопотребление на душу населения), X_{22} (бюджетные ресурсы), X_{30} (показатель экологической нагрузки), X_{19} (объем инвестиций в основной капитал), X_5 (ВРП на душу населения). Данное распределение указывает на доминирующее значение экономической и инфраструктурной составляющей при оценке интегральной энергоэффективности, в то время как социальные и демографические параметры обеспечивают вариативность второго порядка.

Полученные значения IEE представлены в виде таблицы с ранговой сортировкой (таблица 3.2). Индекс продемонстрировал дифференциацию регионов по обобщенному уровню энергетической эффективности. Верхние позиции рейтинга заняли регионы с высокой концентрацией бюджетных и инвестиционных потоков, относительно низкой удельной энергоемкостью и выраженной институциональной инфраструктурой. Нижние позиции характеризуются дефицитом капиталовложений, высоким значением удельного энергопотребления при низкой производительности и слабой экологической устойчивостью. Для целей анализа и политической диагностики регионы могут быть стратифицированы по следующей шкале:

- 1) высокий уровень эффективности ($IEE > 0.75$) — региональные лидеры, демонстрирующие сбалансированное развитие инфраструктуры, экономики и энергетики;
- 2) средний уровень ($IEE \in [0.5, 0.75]$) — регионы с устойчивыми характеристиками, но сохраняющими потенциал роста;
- 3) низкий уровень ($IEE < 0.5$) — субъекты с высокой энергоемкостью, слабой инвестиционной динамикой и структурными ограничениями.

Таблица 3.2. — Весовые коэффициенты признаков

Признак	Содержание показателя	Вес (РСА)	Интерпретация
X_{19}	Инвестиции в основной капитал на душу населения	0.085145	Ключевой индикатор модернизации, отражающий динамику обновления энерго мощностей
X_{31}	Улавливание загрязняющих веществ	0.084094	Показатель эффективности экологической инфраструктуры
X_8	Реальные доходы населения	0.077566	Отражает уровень жизни и благосостояния, связанный с доступом к энергетике
X_{30}	Загрязнение атмосферы	0.075822	Отражает экологическую нагрузку на региональную среду
X_{15}	Уровень занятости	0.075728	Косвенно характеризует экономическую активность и занятость в энергоинтенсивных секторах
X_{14}	Средний размер пенсий	0.075546	Социальный индикатор зрелости системы и косвенно — уровня бюджетной устойчивости
X_2	Электропотребление на душу населения	0.075135	Базовая энергетическая характеристика потребления
X_{32}	Использование свежей воды	0.068863	Указывает на ресурсоемкость и инфраструктурные аспекты энергоснабжения
X_6	ВРП на душу населения	0.068679	Стандартизированный экономический масштаб региона
X_3	Производство электроэнергии	0.062737	Промышленная и энергетическая мощность
X_{13}	Среднедушевые доходы	0.061371	Интегральный индикатор уровня жизни
X_7	Потребление домашних хозяйств	0.055458	Расходная активность, сопряженная с уровнем потребления энергоресурсов
X_5	Валовой региональный продукт (ВРП)	0.049847	Абсолютная экономическая мощность региона
X_{11}	Потребительские расходы на душу населения	0.044340	Динамика потребления, сопряженная с уровнем доступности энергоресурсов
X_{22}	Доходы бюджетов субъектов РФ	0.039668	Финансовая способность субъектов к инвестициям в энергетическую инфраструктуру

Распределение РСА-весов демонстрирует сбалансированную модель, в которой одновременно учитываются:

- инвестиционные и институциональные факторы (X_{19} , X_{22});
- экологические характеристики (X_{30} , X_{31} , X_{32});

- социально-экономические показатели ($X_8, X_{13}, X_{14}, X_{15}$);
- энергетические метрики (X_2, X_3);
- ресурсные и макроэкономические параметры (X_5, X_6, X_7, X_{11}).

Преобладающее значение инвестиций, экологических индикаторов и доходов населения подтверждает концептуальное положение о том, что энергетическая эффективность не сводится к объему производства или потребления, а формируется в контексте устойчивости, технологической модернизации и благосостояния.

Показатель X_2 (удельное электропотребление) занимает седьмую позицию (0.075), демонстрируя, что потребление энергии является значимым, но не единственным источником межрегиональных различий. Низкий вес бюджетных доходов ($X_{22} = 0.040$) интерпретируется как вторичный фактор в объяснении вариативности. Такое распределение указывает на мультифакторную природу энергоэффективности: она формируется на стыке экономических, экологических и социальных характеристик.

Таблица 3.3. — Ранжирование регионов по интегральному индексу *IEE*

Регион	<i>IEE_Index</i>	Ранг	Интерпретация
Мурманская область	0.6389	1	Развитая энергетика, высокий экспортный потенциал, значительный промышленный сектор и инвестиции в энергетику
Санкт-Петербург	0.6076	2	Высокие доходы населения, модернизированная энергетическая инфраструктура, эффективная экологическая политика
Ленинградская область	0.5529	3	Интеграция с СЗЭК, высокий уровень производства электроэнергии, активная инвестиционная динамика
Республика Коми	0.4570	4	Сильный ТЭК, высокие объемы промышленной продукции и энергетической активности
Архангельская область	0.3967	5	Индустриализация, наличие развитой энергетической инфраструктуры, меры экологического контроля
Вологодская область	0.3768	6	Снижение темпов инвестирования, умеренные показатели социальной и экономической динамики
Республика Карелия	0.2575	7	Ограниченные инвестиционные потоки, слабые темпы модернизации энергетического сектора
Калининградская область	0.1674	8	Ограниченный доступ к ресурсам, сравнительно низкая энергетическая мощность и инфраструктура
Новгородская область	0.1488	9	Низкий уровень инвестиций, ограниченное потребление энергии, слабая инфраструктура
Псковская область	0.0366	10	Минимальные объемы инвестиций, демографические ограничения, низкая энергетическая активность

На рисунке 3.1 отражены интегральные значения *IEE* регионов, полученные на основе MinMax-нормализации и PCA-взвешивания. Горизонтальная ось отражает наименования регионов, вертикальная — значения индекса. Цветовое кодирование указывает на относительное положение региона в шкале эффективности (от фиолетового — низкие значения, до желтого — высокие).

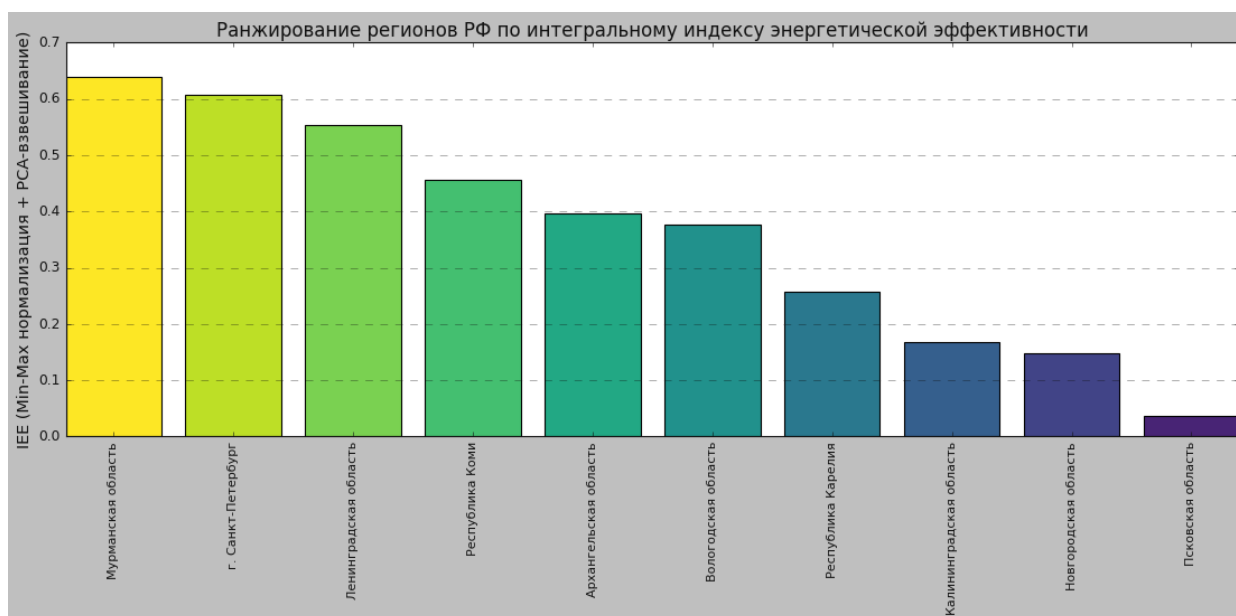


Рисунок 3.1. — Ранжирование субъектов РФ по интегральному индексу энергетической эффективности

Лидирующие регионы включают:

- Мурманскую область ($IEE = 0.639$) — максимальное значение, обусловленное индустриальной специализацией, высокой энергетической активностью и развитой инфраструктурой экологической компенсации;
- Санкт-Петербург ($IEE = 0.608$) — сбалансированная структура с высокой доходностью, энергоэффективной экономикой и прогрессивной социальной системой;
- Ленинградскую область ($IEE = 0.553$) — синергия инвестиционных и энергетических характеристик.

К субъектам с умеренными значениями относятся:

- Республика Коми и Архангельская область ($IEE \approx 0.457$ и 0.397), они демонстрируют выраженные энергетические и экологические компоненты, однако ограничены институциональной зрелостью.

Наименее эффективные регионы включают:

— Псковскую область ($IEE = 0.037$) — минимальный индекс, что отражает структурную уязвимость, низкий инвестиционный и энергетический потенциал;

— Новгородскую и Калининградскую области, Республику Карелия — фиксируются на «хвосте» рейтинга с индексами < 0.26 .

Таким образом, полученная модель отражает многомерную структуру энергетической устойчивости регионов, избегая чрезмерного акцента на каком-либо одном аспекте. Интерпретируемость весов и их соответствие предметной логике подтверждают методологическую состоятельность интегрального индекса как инструмента диагностики.

На данном этапе возникает необходимость перехода от обобщенных индикаторов к структурированию регионального пространства, что требует формирования типологии регионов по энергетическим и социально-экономическим характеристикам. Подобный шаг обеспечивает возможность выявления групп субъектов, обладающих схожими профилями развития, и создает основу для последующего проектирования дифференцированных мер повышения энергоэффективности.

3.2. Типология регионов по энергетическим и социально-экономическим характеристикам

Результаты ранжирования регионов Северо-Западного федерального округа по интегральному индексу энергоэффективности зафиксировали выраженную поляризацию субъектов на группу лидирующих и группу отстающих территорий (таблица 3.4).

К числу лидеров относятся Мурманская область, Санкт-Петербург и Ленинградская область, что обусловлено наличием развитой промышленно-энергетической базы, относительно высоким уровнем инвестиционной активности и институциональной зрелости. Санкт-Петербург демонстрирует преимущества за счет концентрации человеческого капитала и функционирования

механизмов экологического регулирования, Мурманская область выделяется экспортной направленностью и промышленной специализацией, Ленинградская область характеризуется сбалансированным развитием производственного и энергетического комплексов.

Таблица 3.4. — Ранжирование крайних значений *IEE*: лидеры и аутсайдеры

Категория	Регион	<i>IEE_Index</i>	Ранг	Краткая характеристика
Лидеры	Мурманская область	0.6389	1	Энергетический экспорт, инвестиции, промышленность
	Санкт-Петербург	0.6076	2	Высокие доходы, экологический контроль
	Ленинградская область	0.5529	3	Производственная и энергетическая активность
Аутсайдеры	Калининградская область	0.1674	8	Ограниченный доступ к ресурсам, слабая энергетика
	Новгородская область	0.1488	9	Низкие инвестиции, слабая инфраструктура
	Псковская область	0.0366	10	Минимальные инвестиции, демографические ограничения

В противоположной группе находятся Калининградская, Новгородская и Псковская области, чьи низкие показатели определяются ограниченностью ресурсного обеспечения, недостаточной развитостью инфраструктуры и слабой инновационно-инвестиционной активностью. Для Калининградской области ключевым ограничением выступает энергетическая изолированность, для Новгородской — низкая интенсивность инвестиционных процессов и технологическое отставание, для Псковской — минимальные объемы капитальных вложений в сочетании с неблагоприятной демографической ситуацией.

Выявленная дифференциация свидетельствует о значительной пространственной асимметрии внутри округа. «Ядровые» территории аккумулируют ресурсы и инновационный потенциал, формируя предпосылки для дальнейшей модернизации и повышения конкурентоспособности, тогда как периферийные регионы функционируют в условиях системных ограничений,

препятствующих реализации задач устойчивого развития. Данные обстоятельства обуславливают необходимость дифференцированной региональной политики, ориентированной, с одной стороны, на укрепление конкурентных преимуществ лидеров, а с другой — на снижение институциональных, инфраструктурных и инвестиционных диспропорций в аутсайдерах.

Таблица 3.5. — Типология регионов по группам

Тип региона	Критерии (индикаторы X)	Примеры регионов	Уровень IEE
Индустриально-устойчивые	Высокие значения: Потребление энергии на душу (X_2) Инвестиции в основной капитал на душу (X_{19}) Производство электроэнергии (X_3) Выбросы и улавливание загрязняющих веществ (X_{30}, X_{31})	Мурманская область (0.639), Ленинградская область (0.553)	> 0.55
Социально-инфраструктурные лидеры	Высокие значения: Доходы населения (X_{13}) Пенсии (X_{14}) Уровень занятости (X_{15}) Низкая безработица (X_{17}) Сбалансированная экология ($X_{30}-X_{31}$)	Санкт-Петербург (0.608)	≈ 0.61
Среднеэффективные индустриально-сырьевые	Умеренные показатели: ВРП (X_5, X_6) Производство электроэнергии (X_3) Инвестиции в основной капитал (X_{18}, X_{19}) Средние значения по социальным показателям (X_{13}, X_{15})	Республика Коми (0.457)	0.45–0.48
Промежуточные индустриально-инфраструктурные	Несбалансированная структура: Относительно высокое энергопотребление (X_1, X_2) Низкие инновационные расходы (X_{23}, X_{24}) Ограниченные доходы бюджета (X_{22})	Вологодская область (0.376), Архангельская область (0.396)	0.36–0.4

Тип региона	Критерии (индикаторы X)	Примеры регионов	Уровень IEE
Транзитивные социально-ресурсные	Средние показатели: Природные ресурсы (X_{32} вода, X_{30} выбросы) Низкая инвестиционная активность (X_{18} , X_{19}) Умеренные доходы населения (X_{13})	Республика Карелия (0.257)	0.2–0.3
Инфраструктурно-сбалансированные, но ограниченные	Умеренные показатели: Потребительские расходы (X_{11}) Розничная и оптовая торговля (X_{25} , X_{26}) Сальдо фин. результатов (X_{20}) Слабая генерация (X_3)	Калининградская область (0.167)	0.16–0.17
Социально-демографически сдерживаемые	Низкие показатели: Занятость (X_{15}) Высокая бедность (X_9 , X_{10}) Слабые инвестиции (X_{18} , X_{19}) Изношенная инфраструктура X_{27} смертность, X_{28} заболеваемость)	Новгородская область (0.149)	0.14–0.15
Аутсайдеры периферийные	Минимальные показатели: Инвестиции (X_{18} , X_{19}) Доходы населения (X_{13}) Высокая бедность (X_9 , X_{10}) Низкое энергопотребление (X_2)	Псковская область (0.037)	< 0.05

Предложенная типология регионов Северо-Западного федерального округа по интегральному индексу энергоэффективности отражает не столько различия в достигнутых результатах, сколько принципиально разные механизмы их формирования. Для индустриально развитых субъектов округа энергоэффективность обеспечивается сочетанием масштабных производственных мощностей и сравнительно устойчивой энергетической базы. Здесь на первый план выходят эффекты масштаба и возможности для технологической модернизации, что позволяет поддерживать конкурентоспособность даже при высоких нагрузках на инфраструктуру. Вместе с тем ключевым риском данной группы остается зависимость от конъюнктуры ресурсных рынков и ограниченная гибкость в условиях структурных изменений спроса.

Урбанизированный центр округа демонстрирует иной путь повышения энергоэффективности: решающее значение здесь имеют институциональное качество управления, высокий уровень развития социальной и транспортной инфраструктуры, а также концентрация человеческого капитала. В этом случае энергоэффективность формируется не столько за счет генерации, сколько за счет управления спросом и развитой системы регулирования. Основные перспективы связаны с цифровизацией сетей, расширением инструментов спросовой реакции и зеленым финансированием капитальных программ, тогда как риски определяются зависимостью от внешних поставок энергии и высокой чувствительностью к тарифной нагрузке в периоды пикового потребления.

Для регионов со средними значениями индекса характерна несбалансированная структура развития: наличие отдельных ресурсных преимуществ нивелируется высоким уровнем инфраструктурного износа, низкой инновационной восприимчивостью и слабой инвестиционной активностью. Здесь энергоэффективность ограничивается институциональными и сетевыми «узкими местами», а отсутствие синергии между отраслями снижает потенциал для экономии на масштабе. В перспективе такие регионы нуждаются в пакетной модернизации инфраструктуры, стандартизации механизмов энергоуслуг и устранении диспропорций в тарифной политике.

Таким образом, представленная типология подчеркивает, что различия регионов заключаются не столько в величине интегрального показателя, сколько в различии источников его формирования. Это задает основу для дифференцированной региональной политики, предполагающей поддержку индустриально развитых территорий в части технологической гибкости, развитие инструментов управления спросом в урбанизированных центрах и комплексное обновление инфраструктуры в периферийных субъектах округа.

Проведенная стратификация подчеркивает значимость инвестиционных, институциональных и экологических факторов в формировании энергетической

устойчивости. Высокий ИЕЕ соответствует регионам с развитой энергетической системой, модернизацией инфраструктуры и стабильной социальной базой. Низкие значения зафиксированы в субъектах с ограниченными финансовыми ресурсами и низкой плотностью энергетических активов.

В рамках оценки энергетической эффективности и устойчивости региональных энергетических систем особое значение приобретает анализ дифференциации регионов России. Построение регрессионных моделей (Y_1 – Y_5) позволяет зафиксировать основные закономерности влияния ключевых факторов на параметры энергоэффективности, однако не дает исчерпывающей картины межрегиональных различий. Для восполнения этого аналитического пробела используется кластерный анализ, позволяющий перейти от индивидуальных оценок к обобщенной типологизации регионов.

Кластеризация направлена на выявление устойчивых групп субъектов, обладающих схожими признаковыми профилями в пространстве многомерных энергетических, экологических, инвестиционных и социальных индикаторов. Основной целью кластерной модели является формирование объективной типологии субъектов по параметрам: энергоемкости и потребления энергии; структуры ВРП и инвестиционной активности; уровня доходов населения; институциональной инфраструктуры; экологической нагрузки; ресурсного потенциала. Типологизация позволяет: установить устойчивые группы регионов с общими характеристиками; повысить точность сценарного планирования и проектирования дифференцированных мер повышения энергоэффективности; структурировать архитектуру интегральной модели, в том числе путем агрегирования регионов по типу кластера; обосновать применимость кластерной типологии в качестве базиса для энергетической политики.

Полученные кластеры служат эмпирическим базисом экономической типологии субъектов РФ, отражая устойчивые конфигурации признаков, специфичных для региональных энергетических систем. Использование

кластерного анализа в рамках типологии опирается на принципы латентной структурной дифференциации, придавая моделям региональной энергетической устойчивости не только прогностическую, но и типологизирующую функцию. Региональная принадлежность к кластеру может быть интерпретирована как индикатор пространственной позиции субъекта.

В исследовании реализованы два метода кластеризации: алгоритм К-средних (K-means) обеспечивает разбиение в евклидовом пространстве, чувствителен к масштабу переменных, требует стандартизации (z-преобразование); иерархическая агломеративная кластеризация (метод Уорда) позволяет выявить вложенную структуру и провести дополнительную валидацию разбиения по дендрограмме. Использование двух методов обеспечивает перекрестную верификацию полученной структуры и устойчивость результатов к выбору алгоритма кластеризации.

Реализация кластерного анализа включала следующие этапы:

1. Подготовка и стандартизация данных. Для построения кластерной модели использованы усредненные по периоду 2000–2023 гг. значения признаков для каждого субъекта России. Из анализа исключены агрегированные макрорегионы и федеральные округа. Выбор признаков базировался на результатах регрессионного анализа и охватывает ключевые направления: энергоемкость, уровень экономического развития, доходность, инвестиционную активность, занятость, инфраструктурное состояние и экологическую нагрузку. В итоговый набор вошли переменные: X_2 — потребление электроэнергии на душу населения (кВт·ч/чел); X_5 , X_6 , X_{13} , X_{14} , X_7 , X_{11} — показатели экономического развития и уровня жизни; X_{19} , X_{22} — инвестиционные и бюджетные параметры; X_3 , X_{15} , X_8 — характеристики занятости и производства энергии; X_{30} , X_{31} , X_{32} — параметры экологического и ресурсного профиля.

2. Сопоставление результатов K-means и иерархической кластеризации. Для повышения интерпретируемости и проверки устойчивости структуры применена

агломеративная кластеризация методом Уорда. Данный алгоритм минимизирует внутрикластерную дисперсию на каждом шаге объединения, формируя дендрограмму, визуализирующую структуру вложенности и степень различий между регионами. Совпадение финальной кластерной принадлежности по двум методам указывает на устойчивость разбиения и его независимость от алгоритмических допущений.

3. Анализ эмпирических результатов кластерной модели. На первом этапе эмпирического анализа кластерной структуры проведена оценка допустимого числа кластеров с использованием графических и метрических критериев. Для интерпретации результатов кластеризации применено понижение размерности методом главных компонент (PCA), позволяющее отобразить многомерную структуру признаков в двумерном пространстве. Полученные проекции представлены на рисунках 3.2 и 3.3.

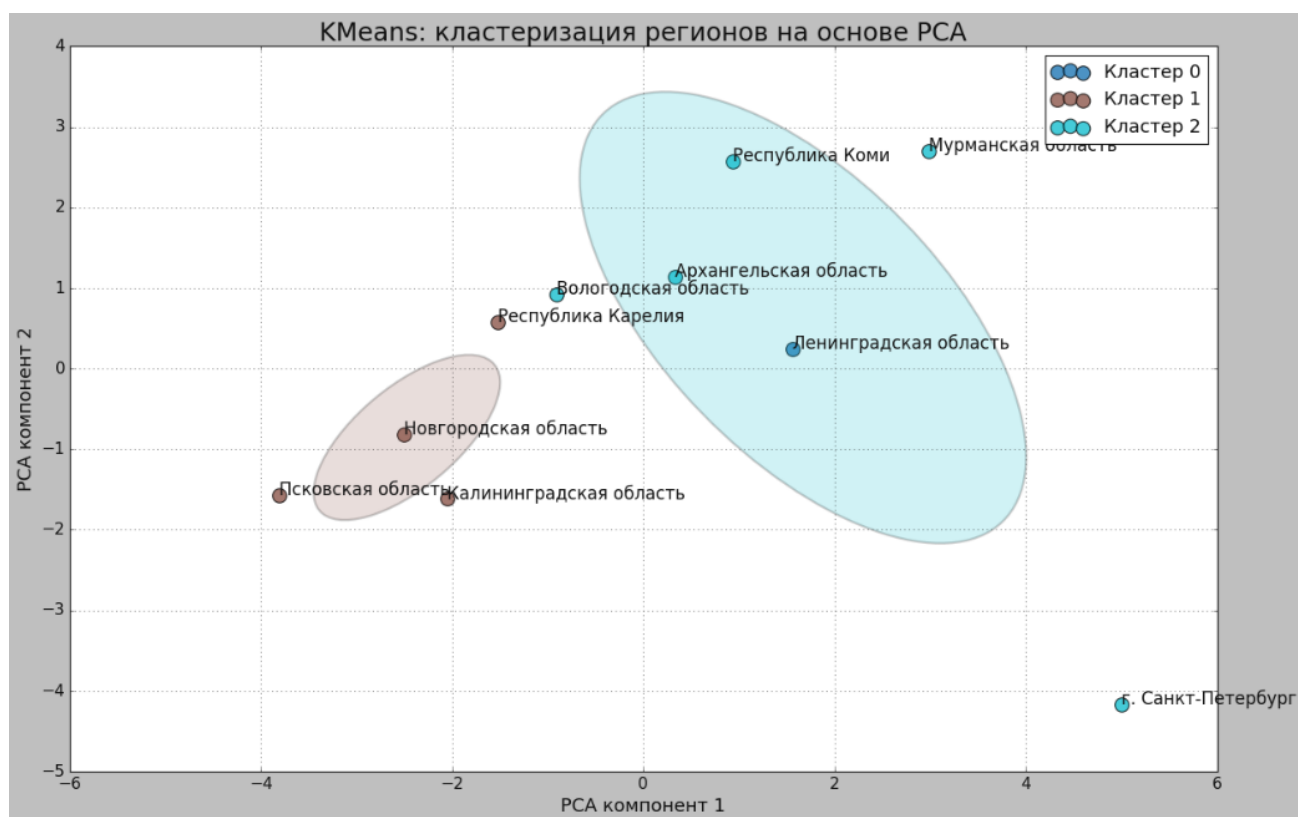


Рисунок 3.2. — K-means: кластеризация регионов на основе PCA

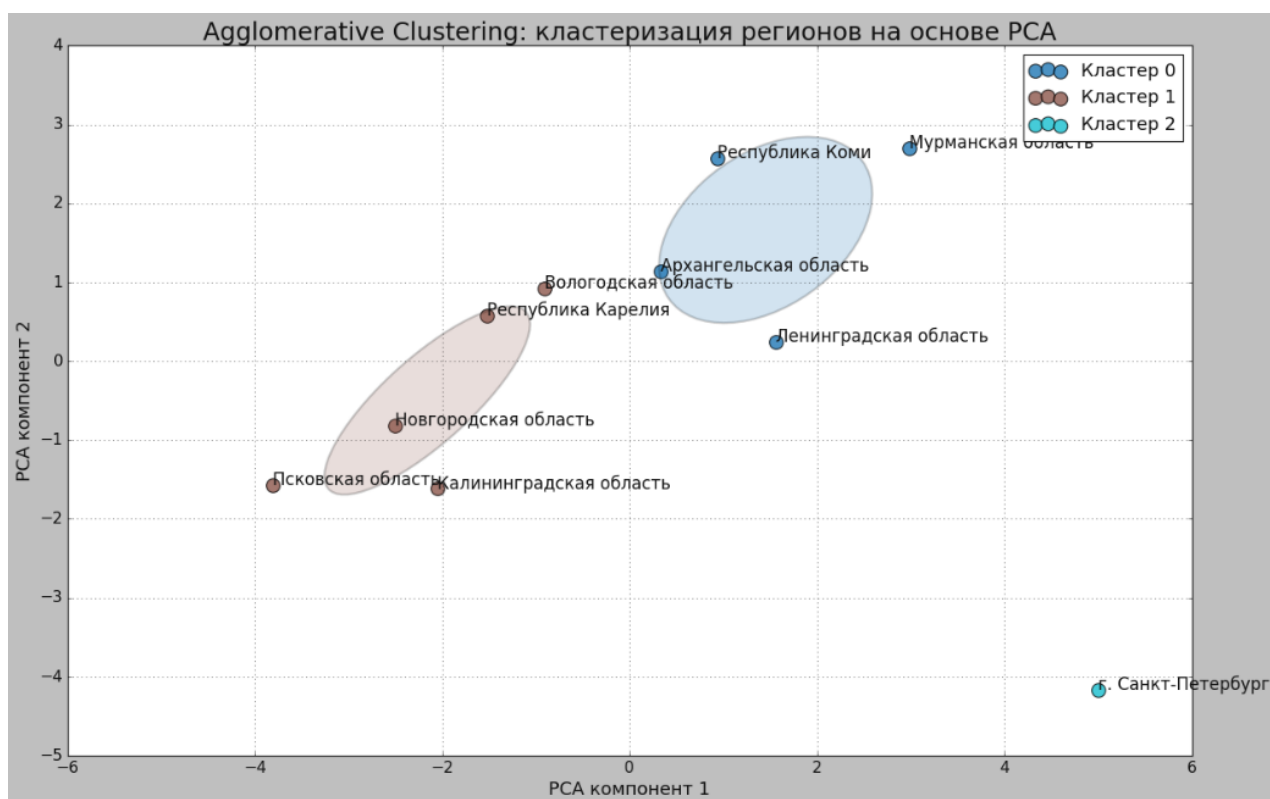


Рисунок 3.3. — Иерархическая кластеризация на основе PCA

На обоих PCA-графиках наблюдается согласованное распределение регионов, формирующее три устойчивых кластера:

- кластер 0 включает Ленинградскую область, Архангельскую область, Мурманскую область и Республику Коми. Субъекты характеризуются высокой нагрузкой на энергосистему, умеренной плотностью населения и выраженной индустриальной составляющей в структуре ВРП. Высокие значения потребления энергии (X_2), производства электроэнергии (X_3) и бюджетных ресурсов (X_{22}) свидетельствуют о системной роли данных регионов в функционировании энергетического комплекса;
- кластер 1 объединяет Калининградскую, Новгородскую и Псковскую области и Республику Карелия. Регионы демонстрируют относительно низкую энергоемкость, скромный инвестиционный профиль и умеренную социальную нагрузку. Типологически кластер соответствует периферийным субъектам с ограниченной энергетической инфраструктурой и слабой экологической нагрузкой (низкие значения X_{30} – X_{31});

— кластер 2 представлен Санкт-Петербургом как отдельно стоящим образованием, что подтверждается и на дендрограмме. Уникальный статус мегаполиса выражается в высокой концентрации доходов (X_{13}), значительных бюджетных ресурсах (X_{22}), крайне низкой энергоемкости (X_2) и экстремальных значениях занятости и урбанизации. Пространственная отдаленность на PCA-графике фиксирует его исключение из любых однородных группировок.

Дендрограмма на рисунке 3.4 (метод Уорда) демонстрирует степень и последовательность слияния субъектов. Выделяются два четко обособленных кластера — левый (Псковская, Калининградская и Новгородская области, Республика Карелия) и правый (Ленинградская, Мурманская и Архангельская области, Республика Коми), что соответствует результатам PCA. Позиция Санкт-Петербурга на максимальной высоте дендрограммы подтверждает его атипичность и подчеркивает уникальность социально-экономического и энергетического профиля.



Рисунок 3.4. — Дендрограмма (метод Уорда)

На основе пространственной структуры, дескриптивных статистик и визуализации можно предложить следующую типологию (таблица 3.6).

Таблица 3.6. — Типология кластеров

Тип кластера	Описание	Состав
Кластер 0	Индустриально-энергетические регионы с высокой нагрузкой и выраженной производственной специализацией	Ленинградская, Мурманская и Архангельская области, Республика Коми
Кластер 1	Субъекты с умеренной энергоемкостью, ограниченным ресурсным потенциалом и социальной уязвимостью	Псковская, Новгородская и Калининградская области, Республика Карелия
Кластер 2	Урбанизированный высокодоходный центр с низкой энергоемкостью и высокой инфраструктурной зрелостью	Санкт-Петербург

Обобщенный сравнительный анализ усредненных значений по ключевым переменным позволяет формализовать латентные особенности каждого из кластеров. Статистические различия между группами указывают на высокую степень гетерогенности по показателям, непосредственно влияющим на энергетическую эффективность, включая: X_2 (удельное электропотребление) варьируется от ~3300 кВт·ч/чел. в Псковской области (кластер 1) до более 17 000 кВт·ч/чел. в Мурманской области (кластер 0); X_5 (ВРП) и X_{13} (среднедушевой доход) обеспечивают интегральную оценку экономического развития, демонстрируя разрыв между Санкт-Петербургом (кластер 2) и большинством субъектов кластера 1; X_{22} (бюджетные ресурсы) и X_{19} (инвестиции) отражают фискальный потенциал, необходимый для модернизации энергетической инфраструктуры; X_{30} – X_{32} (экологическая нагрузка и ресурсобеспеченность) обеспечивают интерпретацию устойчивости энергосистем в экологическом аспекте.

Каждая из кластерных групп обладает собственной спецификой адаптивного поведения в энергетическом и инфраструктурном пространстве:

— кластер 0 (индустриально-нагруженные территории) характеризуется высоким уровнем производственной и энергетической активности, значительным вкладом в региональные и федеральные энергетические балансы. Однако экологические показатели (X_{30} – X_{31}) фиксируют

существенную нагрузку, требующую усиления природоохранных механизмов и устойчивого управления ресурсами;

- кластер 1 (низкоэнергетические и периферийные субъекты) демонстрирует устойчивую, но уязвимую конфигурацию. При сравнительно низкой энергоемкости и экологической нагрузке наблюдается дефицит инвестиционных и инфраструктурных ресурсов. Этот тип регионов требует таргетированной политики поддержки;
- кластер 2 (Санкт-Петербург) единственный субъект, системно выделяющийся в обоих алгоритмах. Его профиль (высокие значения X_5 , X_{13} , X_7 , крайне низкие — X_2 и X_{30}) позволяет рассматривать его как эталонную зону высокoeffективной урбанизированной модели. Тем не менее, высокий уровень бюджетной нагрузки (X_{22}) при сохранении энергоэффективности требует постоянного совершенствования механизмов управления энергетическими потоками и устойчивости инфраструктуры.

Кластерная принадлежность субъектов, определенная на базе стандартизированных данных за 2000–2023 гг., может быть использована: при построении сценариев устойчивости энергосистем; в модели оценки рисков и уязвимости к внешним шокам; в региональной энергетической политике как инструмент территориальной сегментации и адресного регулирования.

Кластеризация и типология регионов на основе агрегированных энергетических, инвестиционных и экологических показателей представляет собой валидный инструмент анализа, способный выполнять классификационные и прогностико-управленческие функции.

Все это позволяет сформировать распределение регионов СЗФО по уровню социально-экономического развития с позиции энергоэффективности.

Энергоэффективность постепенно выходит за рамки исключительно инфраструктурного и технологического параметра, приобретая статус самостоятельного детерминанта регионального развития. Она проявляется как комплексное явление, оказывающее влияние на экономическую, социальную, экологическую и институциональную сферы.

Иными словами, это интегральная характеристика, отражающая способность региона оптимально использовать энергетические ресурсы для достижения роста и улучшения качества жизни.

В этих условиях возникает необходимость перехода к структурированию регионального пространства с позиции энергоэффективности, что требует формирования нового подхода к управленческой концепции развития территории с данной позиции, заключающегося в распределении регионов СЗФО по уровню социально-экономического развития. Цель социально-экономического развития территории заключается в повышении качества жизни населения, т.е. удовлетворении доминирующих потребностей ее жителей [86, с. 220]. За основу принята классификация регионов РФ по доминирующим целям социально-экономического развития, предложенная Г.В. Двасом в монографии «Региональная экономика: мотивационные аспекты и механизмы стратегического планирования». Классификация территории по доминирующим целям СЭР базируется на принципах концепции А. Маслоу, т.е. на иерархии потребностей человека.

В классификации регионов СЗФО применяется только один из представленных критериев в монографии [90]. Все остальные показатели не имеют критериальных проблем (см. таблицу 3.7), т.е. параметры, определяющие эти критерии ниже среднероссийского уровня менее чем на четверть, например, среднедушевые доходы или среднедушевые инвестиции в основной капитал ниже среднероссийского уровня менее чем в 2 раза. Добавляется критерий — уровень энергетической эффективности. Это говорит о том, что качество жизни населения этих регионов улучшилось. Например, потребительские расходы и денежные доходы на душу населения, даже в депрессивном регионе (Псковская область), ниже среднероссийского показателя, соответственно, всего лишь на 12 и 20%, а не на 200% или более. Уровень безработицы ниже среднероссийского показателя во всех регионах округа. Инвестиции в основной капитал на душу населения ниже в 2 и более раза ниже среднероссийского показателя только в Псковской области, в остальных регионах, ниже среднероссийского показателя от 8 до 43%. ВРП

Таблица 3.7. — Распределение регионов СЗФО по уровню социально-экономического развития с позиции энергоэффективности

Регион	Состояние социально-экономического развития	Критерии отнесения к группе
Депрессивный регион		
Псковская область	Самый низкий индекс энергетической эффективности в СЗФО (0,04) ВРП на душу населения около 50% от среднероссийского Инвестиции в основной капитал на душу населения ниже в 2,9 раза среднероссийского показателя Внутренние затраты на научные исследования и разработки на душу населения ниже в 28 раз ниже среднероссийского показателя Высокий уровень бедности населения — 12,5%, (8,5) превышает среднероссийский показатель Потребительские расходы на душу населения (0,88) и среднедушевые денежные доходы (0,8) ниже среднероссийского показателя, соответственно, на 12 и 20% Уровень безработицы и выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух ниже среднероссийского показателя	Индекс энергетической эффективности: очень низкий ($IEE \leq 0,25$) ВРП на душу населения от 40 до 80% от среднероссийского показателя
Новгородская область	Низкий индекс энергетической эффективности (0,15) ВРП на душу населения (0,72) менее 80% среднероссийского показателя Высокий уровень бедности населения — 10,8%, (8,5) превышает среднероссийский показатель Инвестиции в основной капитал на душу населения (0,57), внутренние затраты на научные исследования и разработки на душу населения (0,43), потребительские расходы на душу населения (0,87), среднедушевые денежные доходы (0,78) ниже среднероссийского, соответственно, на 43, 57,13 и 22% Уровень безработицы и выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух ниже среднероссийского показателя	
Калининградская область	Низкий индекс энергетической эффективности (0,17) ВРП на душу населения (0,76) менее 80% среднероссийского показателя Внутренние затраты на научные исследования и разработки на душу населения ниже среднероссийского показателя — менее чем на четверть (0,18) Высокий уровень бедности населения — 12,5%, (8,5) превышает среднероссийский показатель Низкий индекс энергетической эффективности (0,17)	

Продолжение таблицы 3.7

Регион	Состояние социально-экономического развития	Критерии отнесения к группе
	ИОК на душу населения (0,81), потребительские расходы на душу населения (0,98), среднедушевые денежные доходы (0,88) ниже среднероссийского, соответственно, на 19,2 и 12% Уровень безработицы и выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух ниже среднероссийского показателя	
Регионы надежд		
Вологодская область	Низкий индекс энергетической эффективности (0,38) Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников выше среднероссийского (1,42) на 42% Внутренние затраты на научные исследования и разработки на душу населения (0,08) ниже среднероссийского показателя на 92% Уровень бедности населения — 9,7% (8,5) превышает среднероссийский показатель Низкий индекс энергетической эффективности (0,38) ВРП на душу населения (0,97) более 80% среднероссийского показателя Инвестиции в основной капитал на душу населения (0,65), потребительские расходы на душу населения (0,84), среднедушевые денежные доходы (0,78) ниже среднероссийского показателя, соответственно, на 35, 16 и 22% Уровень безработицы ниже среднероссийского показателя	Индекс энергетической эффективности: низкий ($IEE\ 0.25 < IEE \leq 0.5$) ВРП на душу населения более 80% среднероссийского показателя
Архангельская область	Низкий индекс энергетической эффективности (0,39) ВРП на душу населения (0,8) Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников выше среднероссийского (1,19) на 19% Внутренние затраты на научные исследования и разработки (0,19) ниже среднероссийского показателя на 81% Уровень бедности населения — 9,6%, (8,5) превышает среднероссийский показатель Низкий индекс энергетической эффективности (0,39) Инвестиции в основной капитал на душу населения (0,88), среднедушевые денежные доходы (0,98) ниже среднероссийского показателя, соответственно, на 22 и 2% Потребительские расходы на душу населения превышают среднероссийский показатель на 17% Уровень безработицы ниже среднероссийского показателя Низкий индекс энергетической эффективности (0,26) Внутренние затраты на научные исследования и разработки на душу населения ниже среднероссийского показателя на 75%	

Продолжение таблицы 3.7

Регион	Состояние социально-экономического развития	Критерии отнесения к группе
Республика Карелия	Уровень бедности населения высокий — 10,2% (8,5) превышает среднероссийский показатель ВРП на душу на душу населения (0,83) — более 80% среднероссийского показателя Инвестиции в основной капитал на душу населения (0,85) ниже среднероссийского показателя на 15% Потребительские расходы на душу населения и среднедушевые денежные доходы выше среднероссийского показателя, соответственно, на 18 и 6% Уровень безработицы и выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух ниже среднероссийского показателя	
Республика Коми	Низкий индекс энергетической эффективности (0,46) Внутренние затраты на научные исследования и разработки на душу населения ниже среднероссийского показателя на 60% Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников выше среднероссийского на 33% Уровень бедности населения высокий — 11,5% (8,5) превышает среднероссийский показатель ВРП на душу на душу населения — более 80% среднероссийского показателя Инвестиции в основной капитал на душу населения ниже среднероссийского показателя на 24% Потребительские расходы на душу населения и среднедушевые денежные доходы выше среднероссийского показателя, соответственно, на 9 и 12% Уровень безработицы ниже среднероссийского показателя	
Регионы устойчивого роста		
Мурманская область	Средний индекс энергетической эффективности (0,64) Внутренние затраты на научные исследования и разработки на душу населения ниже среднероссийского на 55% ВРП на душу на душу населения больше среднероссийского показателя на 72% Инвестиции в основной капитал на душу населения выше среднероссийского показателя на 74% Потребительские расходы на душу населения и среднедушевые денежные доходы выше среднероссийского показателя, соответственно, на 38 и 52%	Индекс энергетической эффективности средний: (0,5 < IEE ≤ 75) ВРП на душу на душу населения составляет около 80–110% среднероссийского показателя

Регион	Состояние социально-экономического развития	Критерии отнесения к группе
	Уровень безработицы и выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух ниже среднероссийского показателя Уровень бедности населения не превышает среднероссийский показатель	
Ленинградская область	Средний индекс энергетической эффективности (0,55) Внутренние затраты на научные исследования и разработки на душу населения ниже среднероссийского на 43% Среднедушевые денежные доходы ниже среднероссийского показателя на 8% ВРП на душу населения более 80% среднероссийского показателя (ниже среднероссийского показателя на 5%) Инвестиции в основной капитал на душу населения выше среднероссийского показателя на 45% Потребительские расходы на душу населения выше среднероссийского показателя, соответственно, на 63 и 44% Уровень безработицы и выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух ниже среднероссийского показателя Уровень бедности населения не превышает среднероссийский показатель	
Регион-лидер		
Санкт-Петербург	Средний индекс энергетической эффективности (0,61) Внутренние затраты на научные исследования и разработки на душу населения выше среднероссийского 2,5 раза Средний индекс энергетической эффективности (0,61) ВРП на душу населения больше среднероссийского показателя почти в 2 раза Инвестиции в основной капитал на душу населения ниже среднероссийского показателя на 8% Потребительские расходы на душу населения и среднедушевые денежные доходы выше среднероссийского показателя, соответственно, на 6% Уровень безработицы и выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух ниже среднероссийского показателя Уровень бедности населения не превышает среднероссийский показатель, самый низкий в округе	Индекс энергетической эффективности средний: $(0,5 < IEE \leq 75)$ ВРП на душу на душу населения выше среднероссийского показателя более чем 1,5 раза

Источник: разработана на основе [48].

на душу населения около 50% от среднероссийского показателя только у Псковской области, в ВРП на душу населения менее 80% среднероссийского показателя — в Калининградской и Новгородской областях. В остальных регионах — более 80%, кроме Санкт-Петербурга и Мурманской области. В этих регионах ВРП более 1,5 раза выше среднероссийского показателя.

Предложенная классификация отражает доминантные потребности регионов, обосновывает меры совершенствования региональной политики, необходимые для достижения основных целей социально-экономического развития регионов СЗФО и показывает, что в современных непростых условиях для большинства населения, проживающего на территории регионов СЗФО, доминантой является удовлетворение потребности в уважении, безопасности и уверенности в завтрашнем дне, а не в удовлетворении только физиологических потребностей.

Применение данных инструментов создает основу для формирования концептуальной модели модернизации энергетической политики региона, в которой результаты проведенного анализа и оценки трансформируются в стратегические ориентиры управления энергоэффективностью. Однако успешная реализация РЭП требует предварительного анализа особенностей каждого конкретного региона, его потенциала и вызовов, с которыми он сталкивается. Это позволяет определить приоритеты и стратегические направления развития, а также разработать соответствующие программы и мероприятия [88, с. 57].

3.3. Концептуальная модель совершенствования региональной энергетической политики как инструмента снижения дифференциации регионального экономического развития

Контур энергетической политики с учетом новых приоритетов развития

В условиях выраженной региональной дифференциации реализация целевых стратегий энергоэффективного развития требует уточнения приоритетов с учетом экономической специализации, особенностей инфраструктурной конфигурации и климатических условий субъектов. Северо-Западный

федеральный округ характеризуется высокой степенью неоднородности как по параметрам энергоемкости, так и по уровню технологической готовности к модернизации энергетического комплекса. Для более наглядного сопоставления ключевых направлений и различий в подходах целесообразно рассмотреть стратегические ориентиры социально-экономического и энергетического развития регионов округа.

В таблице 3.8 представлены приоритетные направления развития регионов СЗФО.

Таблица 3.8. — Основные направления энергетической политики в стратегиях социально-экономического развития регионов СЗФО

Регион	Стратегия	Приоритетные направления (действующие)
Республика Карелия	Стратегия социально-экономического развития Республики Карелия до 2030 г.	Модернизация ГЭС и распределительных сетей; снижение потерь в ЖКХ; поддержка НИОКР и энергоаудитов; пилоты ВИЭ малой мощности
Республика Коми	Стратегия социально-экономического развития Республики Коми до 2030 г.	Комплексная модернизация теплоснабжения и сетей; программы снижения выбросов; развитие распределенной и биоэнергетики
Архангельская область	Стратегия социально-экономического развития Архангельской области до 2035 г.	Проекты биоэнергетики на базе ЛПК; снижение сетевых потерь в разреженной сети; «зеленые» стандарты для судостроения и портовой логистики
Вологодская область	Стратегия социально-экономического развития Вологодской области до 2030 г.	Модернизация металлургического и лесопромышленного комплексов; энергоэффективность ЖКХ; цифровизация сетей; снижение энергоемкости
Калининградская область	Стратегия социально-экономического развития Калининградской области.	Рост автономности энергосистемы; развитие микросетей; «зеленое» финансирование
Ленинградская область	Стратегия социально-экономического развития Ленинградской области до 2036 г.	Интеллектуализация сетей; «зеленые» промышленные парки и энергоаудит предприятий
Мурманская область	Стратегия социально-экономического развития Мурманской области до 2030 г.	Повышение загрузки низкоуглеродной генерации; аккумулирование энергии; «чистая» модернизация горнопромышленного кластера
Новгородская область	Стратегия социально-экономического развития Новгородской области до 2026 г.	Точечная реконструкция сетей с высоким уровнем потерь; ESCO-проекты в ЖКХ; поддержка энергоэффективной модернизации предприятий

Регион	Стратегия	Приоритетные направления (действующие)
Псковская область	Индивидуальная программа социально-экономического развития на 2025–2030 гг.	Снижение сетевых потерь; поддержка энергосбережения в домохозяйствах; компенсация потерь при межрегиональных перетоках
Санкт-Петербург	Стратегия социально-экономического развития Санкт-Петербурга до 2035 г.	Управление спросом и цифровизация сетей; глубокая реновация жилфонда; декарбонизация транспорта; климатическая архитектура

Источник: составлено автором на основе [7–11; 17–19; 22; 23].

Представленные приоритеты подтверждают необходимость территориально-дифференцированного подхода к формированию стратегий повышения энергоэффективности, но также требуют корректировки с учетом ключевых проблем и системных барьеров, тормозящие повышение энергетической эффективности в регионах СЗФО и совершенствования их в логике энергоэффективности. В связи с этим формирование энергетической политики до 2030 г. должно строиться на принципах системности и дифференциации, учитывающих социально-экономическую специфику и уровень экологической нагрузки территорий. Анализ показывает необходимость интеграции четырех блоков — социального, технологического, экономического и экологического (ESG), которые в совокупности задают контур модернизации и управленческую концепцию ее реализации.

Контур энергетической политики включает следующие блоки.

Социальный блок:

- обеспечение доступности и надежности энергоснабжения для населения;
- снижение социальной уязвимости через развитие маломасштабных и локальных решений;
- формирование новых социальных практик через механизмы кооперации и вовлечение населения в энергетические проекты;
- использование инструментов экологических сертификатов и компенсаторов для повышения вовлеченности в устойчивое развитие.

Технологический блок:

- внедрение цифровых и инновационных решений в развитых территориях (умные сети, управление спросом, электромобильность);
- развитие децентрализованных форм генерации в условиях ограниченных ресурсов (мини-ТЭЦ, когенерация, малая гидроэнергетика, гибридные системы на ВИЭ);
- ориентация на адаптивность энергетической инфраструктуры и ее способность к функционированию в изменяющихся условиях.

Экономический блок:

- баланс капиталоемких и малозатратных направлений модернизации;
- активное использование энергосервисных контрактов и привлечение частного бизнеса;
- развитие механизмов «зеленого финансирования» (облигации, специализированные фонды, льготные кредиты для малых проектов);
- диверсификация источников финансирования и снижение нагрузки на бюджет.

Экологический блок:

- снижение негативного воздействия энергетики на окружающую среду;
- внедрение систем экологического аудита и инструментов контроля за выбросами;
- формирование рынков «зеленых сертификатов» и использование рыночных механизмов экологического регулирования;
- институционализация отчетности для сопоставимости результатов и интеграции в стратегическое планирование.

В связи с этим особое значение приобретает рассмотрение действующих и планируемых программ в регионах СЗФО, так как именно они позволяют выявить не только общие направления политики энергосбережения, но и конкретные механизмы ее реализации с учетом локальных условий. Анализ содержания этих программ открывает возможность оценить уровень их соответствия национальным целям, выявить проблемные зоны и определить перспективные

инструменты стимулирования энергоэффективности. Таким образом, реализация целевых программ повышения энергетической эффективности в СЗФО требует системного баланса между универсализмом подходов и учетом региональной специфики.

Таблица 3.9. — Программы повышения энергоэффективности регионов СЗФО с учетом новых приоритетных направлений

Регион	Энергетическая программа	Приоритетные направления	Перспективные приоритетные направления
Ленинградская область	Программа «Обеспечение устойчивого функционирования и развития коммунальной и инженерной инфраструктуры и повышение энергоэффективности в Ленинградской области»	Снижение энергоемкости в промышленности и ЖКХ; модернизация систем теплоснабжения; внедрение энергосберегающих технологий в бюджетных учреждениях; развитие учета энергоресурсов	Введение системы «зеленого аудита» и экологических компенсаторов
Санкт-Петербург	Программа «Комплексное развитие систем коммунальной инфраструктуры, энергетики и энергосбережения в Санкт-Петербурге»	Сокращение потребления энергии; внедрение автоматизированных систем учета; модернизация освещения; стимулирование ВИЭ; повышение энергоэффективности в транспорте	Цифровое управление спросом Зеленое финансирование Развитие электромобильности
Архангельская область	Госпрограмма «Развитие энергетики и ЖКХ Архангельской области»	Реконструкция котельных и сетей; распределенная энергетика; переход на местные виды топлива; снижение потерь в сетях	Переход к биоэнергетике и когенерации
Республика Коми	Программа «Энергосбережение и повышение энергоэффективности» (2022–2026)	Энергоаудит; снижение затрат на тепло и электричество; повышение эффективности в бюджетной сфере; инвестиции в энергетику	Децентрализованные энергосистемы (мини-ТЭЦ на биомассе, малые ГЭС) при поддержке НИОКР

Регион	Энергетическая программа	Приоритетные направления	Перспективные приоритетные направления
Республика Карелия	Госпрограмма «Энергосбережение, энергоэффективность и развитие энергетики»	Энергоэффективность в ЖКХ; использование ВИЭ (биоэнергетика, малая гидроэнергетика); модернизация сетей; снижение зависимости от завозного топлива	Развитие малой гидроэнергетики и «зеленых сертификатов»
Псковская область	Госпрограмма «Развитие энергетики»	Снижение энергопотребления в социальной сфере; модернизация тепловых сетей; переход на местные виды топлива; развитие учета	Программа «энергосамодостаточности сельских территорий»
Новгородская область	Схема и программа перспективного развития электроэнергетики (2022–2026)	Строительство и модернизация подстанций; развитие генерации; снижение потерь; надежность энергоснабжения	Инновационные узлы распределенной генерации с энергосервисными моделями
Калининградская область	Муниципальная программа энергосбережения и энергоэффективности (2020–2024)	Модернизация уличного освещения; повышение энергоэффективности бюджетных учреждений; автоматизированный учет; энергосбережение в ЖКХ	«Энергетический суверенитет» через гибридные ВИЭ и цифровизацию сетей

Источник: составлено автором на основе [12; 13; 15; 16; 20; 21].

Ленинградская область характеризуется высоким объемом производства электроэнергии ($X_3 = 41,5$ млрд кВт·ч), значительными выбросами загрязняющих веществ ($X_{30} = 234$ тыс. т) при относительно ограниченном объеме улавливания загрязнений ($X_{31} = 1033$ тыс. т). Это говорит о высокой нагрузке на энергосистему и экосистему региона, что подтверждает необходимость внедрения системы «зеленого аудита» и экологических компенсаторов. При высокой индустриальной активности без должного контроля экологические риски усиливаются, поэтому модернизация должна быть направлена на баланс между производством и природоохранной политикой.

Санкт-Петербург демонстрирует высокий уровень доходов населения ($X_{13} = 72\,037$ руб.), значительные бюджетные ресурсы ($X_{22} = 1149\,928,66$ млн руб.) и высокие реальные доходы ($X_8 = 103,8\%$). При этом потребление электроэнергии на душу населения ($X_2 = 47\,823$ кВт·ч) остается относительно низким, что подтверждает энергоэффективность города. Данные факторы позволяют сосредоточиться на инновационных направлениях: цифровом управлении спросом, зеленом финансировании и развитии электромобильности. Городу с его финансовым и технологическим потенциалом целесообразно двигаться в сторону интеграции «умных» энергетических решений.

Архангельская область имеет умеренное производство электроэнергии ($X_3 = 8,7$ млрд кВт·ч), но при этом уровень инвестиций в основной капитал ($X_{19} = 205,6$ млрд руб.) остается ограниченным. Улавливание загрязнений ($X_{31} = 308$ тыс. т) низкое, что увеличивает экологическую нагрузку. Эти факторы обосновывают выбор стратегии перехода к биоэнергетике и когенерации: это относительно малозатратные и экологически чистые технологии, позволяющие решать задачу снижения потерь в сетях и улучшения экоситуации в условиях ограниченных инвестиций.

Республика Коми характеризуется высокой занятостью ($X_{15} = 56,7\%$), что требует надежного энергоснабжения промышленных центров, однако инвестиции ($X_{19} = 177,7$ млрд руб.) нестабильны, а уровень НИОКР ($X_{24} = 3677,1$ млн руб.) остается низким. Это ограничивает возможности крупномасштабных инновационных проектов, но создает предпосылки для децентрализации: мини-ТЭЦ на биомассе и малые ГЭС могут обеспечить устойчивость энергетики и надежность снабжения рабочих мест при сравнительно невысоких капитальных затратах. Действительно, централизованный завоз энергоносителей в районы Крайнего Севера, в малонаселенные жилые поселения в горноотдаленных районах обходится очень дорого и содержит во многих случаях степень риска оставить без тепла и электроэнергии не только жилые поселки, но и административно-территориальные единицы. В районах Крайнего Севера такими средствами «малой» энергетики могут быть ветряные электростанции (ЭС), «мини-ГЭС», «дровяные ЭС», а еще лучше их сочетание в одном агрегате [96].

Республика Карелия отличается низким уровнем инвестиций ($X_{19} = 197$ млрд руб.) и невысоким ВРП на душу населения ($X_6 = 738\,326$ млн руб.), что не позволяет рассчитывать на капиталоемкие решения. Вместе с тем выбросы загрязняющих веществ ($X_{30} = 135$ тыс. т) невелики, а улавливание загрязнений ($X_{31} = 123$ тыс. т) остается сопоставимым. Эти особенности подтверждают обоснованность стратегии развития малой гидроэнергетики и внедрения «зеленых сертификатов». С одной стороны, регион может укреплять имидж экологически чистой территории, с другой — компенсировать слабую систему улавливания загрязнений через рыночные механизмы экологического регулирования.

Псковская область имеет низкое энергопотребление на душу населения ($X_2 = 4000$ кВт·ч), высокую долю бедного населения ($X_{10} = 12,5\%$), низкие потребительские расходы ($X_{11} = 32\,386$ руб.) и ограниченные доходы населения ($X_{13} = 39\,898$ руб.). Эти факторы делают регион социально уязвимым и ограничивают возможности участия населения в централизованных энергосистемах. Поэтому целесообразным направлением модернизации становится программа «энергосамодостаточности сельских территорий», предусматривающая маломасштабные локальные проекты. Такая модель позволит повысить устойчивость снабжения и снизить социальные риски.

Новгородская область сталкивается с низким уровнем инвестиций ($X_{19} = 131$ млрд руб.), ограниченными бюджетными доходами ($X_{22} = 77\,528$ млн руб.), низкими затратами на инновации ($X_{23} = 2460$ млн руб.) и слабым развитием НИОКР ($X_{24} = 3147$ млн руб.). Эти факторы сдерживают технологическое развитие региона. В таких условиях наиболее целесообразны малозатратные энергосервисные модели и узлы распределенной генерации, которые позволят снизить нагрузку на бюджет, вовлекая бизнес в энергосервисные контракты и стимулируя точечное внедрение инноваций.

Калининградская область характеризуется средним уровнем потребления электроэнергии ($X_2 = 4639$ кВт·ч), ограниченными инвестициями ($X_{19} = 189$ млрд руб.) и бюджетными доходами ($X_{22} = 132\,838$ млн руб.), а также умеренными выбросами загрязняющих веществ ($X_{30} = 30$ тыс. т) при низком использовании

водных ресурсов ($X_{32} = 106$ млн куб. м). Это формирует нестабильность в развитии традиционной энергетики и усиливает необходимость перехода к автономным гибридным решениям на основе ВИЭ и цифровизации сетей. Такой подход позволяет укрепить энергетический суверенитет региона и снизить зависимость от внешних факторов.

Можно отметить, что в индустриально развитых субъектах (Ленинградская область, Санкт-Петербург) акцент делается на экологический контроль и инновации, в ресурсных и промышленных территориях (Архангельская область, Республика Коми) главной задачей является локальная устойчивость при ограниченных инвестициях, в регионах с низкой экономической базой (Республика Карелия, Псков, Новгородская область) модернизация строится на маломасштабных и имиджевых проектах, в специфических условиях Калининграда приоритетом становится энергетический суверенитет через автономные гибридные системы.

Такое распределение приоритетов отражает различия в социально-экономическом потенциале и экологической нагрузке регионов и задает вектор для региональной энергетической политики до 2030 г.

Управленческая концепция для реализации энергетической политики

Управленческая концепция строится на дифференцированном подходе: развитые территории сосредоточены на инновациях и цифровизации, ресурсные — на децентрализованных формах снабжения, социально уязвимые — на маломасштабных и имиджевых проектах. В основе управления лежит сетевая модель, предполагающая координацию действий органов власти разных уровней, бизнеса и местных сообществ. Базовым принципом выступает баланс между технологическим развитием, социальной устойчивостью и экологическими ограничениями.

Таким образом, предложенный контур энергетической политики отражает современные приоритеты и обеспечивает целостность модернизационных процессов, формируя основу для устойчивого развития энергетики и общества в целом.

В результате комплексный подход стал инструментом, позволяющим не просто описать текущее состояние энергетики в субъектах Северо-Западного федерального округа, но и выявить скрытые закономерности, формирующие основу для эффективной модернизационной политики. Это делает предложенные направления развития не набором абстрактных рекомендаций, а результатом глубокой аналитики, где каждый показатель имеет доказанную значимость для принятия управленческих решений.

Адаптивное управление в контексте устойчивости энергосистем подразумевает способность быстро реагировать на изменения, а также оценивать потенциальные риски. Оценка и прогноз рисков позволяют выявлять угрозы и определять меры, необходимые для минимизации негативных последствий. Гибкость политик является основой для разработки эффективных стратегий управления, способных адаптироваться к изменяющимся условиям на энергетических рынках. В последние десятилетия в области анализа социально-технических переходов произошел значительный пространственный поворот, что вызвало возрастание интереса к географическим аспектам энергетических трансформаций и активному исследованию региональных энергетических изменений с начала 2010-х гг. Многообразие подходов и динамичное развитие данной области затрудняют систематизацию накопленных данных. В ответ на вызовы возможно сформировать концептуальную основу, направленную на интеграцию подходов к региональным энергетическим преобразованиям. Она должна учитывать влияние региональной экономической политики на энергетическое развитие, позволяя преодолеть ограниченность простого наблюдения за региональными различиями в энергетических преобразованиях и содействуя анализу их системных факторов и последствий [54, с. 6].

Формирование устойчивой региональной экономической структуры требует внедрения стратегии диверсификации, направленной на снижение зависимости от узкого круга отраслей и адаптацию к внешним шокам. В условиях ограничений на экспорт, доступа к технологиям и изменений на глобальных энергетических рынках диверсификация выступает как механизм перераспределения рисков и стимулирования новых точек роста. Анализ уязвимостей показал необходимость

поддержки малого и среднего бизнеса, развития инновационных и сервисных направлений, модернизации агропромышленного комплекса и инфраструктуры, особенно в ресурсозависимых субъектах. Преодоление монозависимости, характерной для ряда регионов СЗФО, позволит сбалансировать их отраслевую структуру, повысить адаптивность территориальных систем к внешнеэкономической турбулентности и заложить основу для устойчивого развития [138, с. 875].

Применение интегрированных моделей анализа в рамках территориального регулирования энергетических процессов способствует системному учету региональной специфики и формированию адаптивных механизмов управления энергопотреблением. Создание централизованной институциональной платформы в виде Федеральной энергосервисной компании (ФЭСКО), аналогичной суперЭСКО-структурам в странах Азии, открывает возможности для масштабного внедрения энергоэффективных решений на региональном уровне. Особый интерес представляют перспективы апробации таких подходов в субъектных образованиях СЗФО, где наблюдается дисбаланс между потенциалом энергосбережения и фактической структурой потребления. Акцент на пилотные проекты, финансируемые при поддержке ФЭСКО, может усилить региональную энергетическую автономию, особенно в условиях высоких издержек на модернизацию инфраструктуры и институциональных ограничений. Взаимодействие государственных, частных и муниципальных структур при реализации энергосервисных контрактов становится базисом для формирования устойчивых моделей энергоменеджмента, способных повысить уровень управляемости и результативности энергополитики в регионах.

В этих условиях энергетическая эффективность перестает рассматриваться исключительно как технологическая задача, превращаясь в стратегический элемент регионального и корпоративного развития. Для российских предприятий, включая участников энергетически интенсивных кластеров СЗФО, формирование внутренней системы энергетического менеджмента является обязательной реакцией на рост себестоимости, ресурсные ограничения и усиливающийся регуляторный контроль. Реализация энергоменеджмента как управленческой

концепции требует перехода к структурированному циклу, включающему восемь функциональных блоков. Во-первых, проводится аудит текущих практик, позволяющий выявить зоны неэффективного расходования энергоресурсов. Во-вторых, формируется официальная энергетическая политика, закрепляющая целевые ориентиры. В-третьих, осуществляется институциональная встройка энергоменеджмента в иерархию управления предприятием. В-четвертых, внедряются механизмы мотивации и вовлечения персонала. В-пятых, используются цифровые решения для мониторинга и прогнозирования энергопотребления. В-шестых, акцентируется внимание на публичном позиционировании достижений в области энергосбережения. В-седьмых и в-восьмых, осуществляется проектное управление: от выбора направлений модернизации до обоснования инвестиций и формирования схем финансирования. Такая последовательность шагов создает институциональную основу для рационального управления энергоресурсами и обеспечения устойчивости производственного цикла [26, с. 21].

Проведение комплексного анализа энергетической эффективности регионов СЗФО требует перехода от описательного уровня к построению формализованных, количественно воспроизводимых моделей. Особенность таких моделей заключается в необходимости включения гетерогенных переменных, отражающих как макроэкономические характеристики (ВРП, инвестиционная активность, уровень доходов), так и структурные детерминанты (отраслевая специализация, износ инфраструктуры, объемы производства энергии). Дополнительными модулями встраиваются показатели климатической нагрузки, институциональной эффективности и логистической доступности. Конструирование моделей осуществляется в рамках панельной регрессии, пространственно-взвешенных моделей, стохастических границ эффективности и факторного анализа. Такие инструменты позволяют формализовать взаимосвязи и строить сценарные прогнозы, определять чувствительность энергетических систем к внешним шокам и оценивать потенциал снижения энергоемкости при принятии управленческих решений. На этой основе предлагается концептуальная модель совершенствования энергетической политики региона (рисунок 3.5).



Рисунок 3.5. — Концептуальная модель совершенствования энергетической политики региона

Модель охватывает полный жизненный цикл проектирования: от предварительной диагностики и выявления предпосылок модернизации до анализа достигнутых результатов и реализации механизмов адаптивного регулирования. Структурно модель организована по пяти функциональным блокам, каждый из которых выполняет автономную, но сопряженную функцию в рамках интегрального цикла управления.

Обобщенная структурно-функциональная модель модернизации, представленная на рисунке, выполняет функцию платформенной интеграции всех элементов региональной энергетической политики. Она обеспечивает визуализацию перехода от аналитических процедур и оценочных механизмов к инструментам практического управления и обратной адаптации. Это придает программным мерам не линейный, а циклично-адаптивный характер, что соответствует логике развития регионов в условиях институциональной и технологической нестабильности. Интеграция структурных, функциональных и прогнозных компонентов в рамках единой экономической схемы позволяет обеспечить согласованность при анализе энергетической эффективности и формировании управленческих решений в региональной экономике.

1. Диагностика и предпосылки модернизации. Начальная стадия проектирования задает точку входа в процесс территориального планирования. Задача блока — объективная фиксация текущих дисбалансов, инфраструктурных ограничений и технологических барьеров, препятствующих устойчивому энергетическому развитию. Блок включает три взаимодополняющих компонента.

Первый компонент — оценка энергетической эффективности по регионам — реализуется на основе индексного ранжирования, статистического анализа и панельного сравнения. Он формирует приоритетную карту территорий, где требуется экстренное или системное вмешательство.

Второй компонент — идентификация узких мест в ТЭК и смежной инфраструктуре — выполняется через анализ логистических цепочек, пропускной способности энергетических сетей, уровня износа основных фондов и степени резервной мощности. Это обеспечивает привязку стратегий модернизации к реальным физическим ограничениям.

Третий компонент — пространственный анализ ресурсной и технологической обеспеченности — учитывает различия регионов по доступу к первичным ресурсам, уровню технологического потенциала, инновационной восприимчивости и нормативной готовности к изменениям. Инструментально блок базируется на средствах геоинформационного анализа и сценарных панелей.

Блок диагностики выявляет исходные условия и закладывает аналитическую основу для формулирования стратегических целей и проектирования инструментов их достижения. Его структурная завершенность гарантирует целевую фокусировку программных мероприятий и устойчивость планируемых решений к внешним шокам и внутренним ограничениям.

2. Целевые установки модернизации. Блок целей отражает нормативные ориентиры, к достижению которых должна быть направлена трансформация программ развития. В модели выделяются три стратегические цели:

- повышение энергоэффективности и снижение издержек как основа для повышения экономической результативности территориальных систем;
- устойчивость и адаптивность энергетических систем, отражающая готовность к внешним и внутренним шокам (ценовым, технологическим, нормативным);
- сбалансированное развитие социально-экономических систем, обеспечивающее справедливое распределение выгод от модернизации между всеми группами населения и секторами экономики.

3. Инструментальный контур модернизации. Инструменты являются связующим звеном между целями и этапом реализации на практике. Блок инструментов включает методические, управленческие и институциональные меры, которые позволяют оперативно реализовать поставленные цели. Среди них:

- интеграция цифровых платформ мониторинга и управления, предполагающая построение автоматизированных систем наблюдения за параметрами энергоэффективности в реальном времени;
- применение индексов, моделей и сценарных прогнозов — ключевой элемент аналитического обеспечения принятия решений;

— адаптивное тарифное и инвестиционное регулирование обеспечивает гибкость в распределении стимулов и субсидий в зависимости от территориальной специфики.

4. Практическая реализация программ. Блок отражает институционализацию инструментов и целей в реальных механизмах политики. Он включает институциональные меры и управленческие действия, направленные на внедрение инструментов в конкретные региональные условия:

- корректировка региональных программ энергетического развития реализуется через обновление стратегий, индикативных планов и нормативных документов;
- создание центров компетенций по энергоэффективности формирует инфраструктуру поддержки, консультаций и обучения для всех участников процесса;
- интеграция региональных и муниципальных стратегий обеспечивает вертикальную согласованность между уровнями власти, устраняя дублирование и противоречия.

5. Мониторинг и обратная связь. Финальный блок замыкает цикл и обеспечивает возможность адаптации:

- динамический мониторинг индикаторов эффективности базируется на автоматизированных системах сбора и визуализации данных;
- обратная связь и обновление инструментов представляет собой адаптивный механизм возврата к инструментальному контуру при отклонении от целевых траекторий.

Сформированная модель обеспечивает содержательную взаимосвязь между исходной ситуацией в регионе, стратегическими целями энергетической политики, инструментами реализации, институциональными действиями и процедурами оценки результатов. Такой подход соответствует принципам цифрового управления, региональной дифференциации и устойчивого развития, что делает модель применимой для обновления программ социально-экономического развития субъектов СЗФО в условиях трансформации энергетических систем.

Выводы по главе 3

Проведенная оценка энергетической эффективности регионов СЗФО с использованием регрессионного анализа позволила выявить связи параметров, влияющих на ключевые модели, представленные удельным энергопотреблением, энергоемкостью валового регионального продукта, объемом электрогенерации, инновационным потенциалом и экологической нагрузкой. Проведенный индексный анализ позволил определить весомость отдельных показателей, что дало возможность установить их относительную значимость в общей системе оценки. На основе полученных весов был рассчитан интегральный индекс, в соответствии с которым осуществлено ранжирование регионов. Данный подход наглядно продемонстрировал масштабы и характер дифференциации субъектов по уровню энергоэффективности.

Кластеризация регионов позволила выделить три устойчивых типа. Первая группа характеризуется высокой нагрузкой на энергосистему при серьезном промышленном выпуске и заметных экологических рисках. Вторая представлена периферийными субъектами с ограниченным инвестиционным потенциалом и умеренным потреблением. Третья включает единственный урбанизированный центр-мегаполис с минимальной энергоемкостью при максимальных финансовых ресурсах. Сформированная типология служит инструментом дифференциации бюджетных стимулов, инвестиционных мер и нормативных требований.

Совокупная оценка показала, что ни один из рассмотренных сценариев не обеспечивает оптимальных результатов для всех метрик одновременно; успешная политика требует согласования экономических, технологических и природоохранных приоритетов на основе поиска мультикритериального баланса. Выявлена территориальная неоднородность энергетических характеристик: различия формируются под воздействием ресурсного потенциала, индустриального профиля, степени развития инфраструктуры и инновационных возможностей. Рассмотрены существующие стратегии социально-экономического развития определенных регионов, программы по повышению энергоэффективности и предложены меры по их модернизации с учетом проведенной комплексной оценки.

Предложена концептуальная модель совершенствования энергетической политики региона, охватывающая полный жизненный цикл проектирования: от предварительной диагностики и выявления предпосылок модернизации до анализа достигнутых результатов и реализации механизмов адаптивного регулирования. Сформированная модель обеспечивает содержательную взаимосвязь между исходной ситуацией в регионе, стратегическими целями энергетической политики, инструментами реализации, институциональными действиями и процедурами оценки результатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках исследования последовательно рассмотрены основные виды экономического развития и конкретизировано содержание категории «устойчивое развитие» как ключевого ориентира современной социально-экономической динамики. На этой основе проанализированы подходы к интерпретации регионального экономического развития, что позволило определить его задачи и перейти к формированию принципов, отражающих специфику территориального развития. Систематизированы группы факторов, влияющих на региональное экономическое развитие, среди которых особое место отведено фактору энергоэффективности как сквозному и системообразующему элементу. В результате предложено авторское определение регионального экономического развития с позиции энергетической эффективности, что обеспечивает более полное раскрытие его сущности и адаптацию к современным вызовам.

Проведен анализ подходов к интерпретации энергетической эффективности в региональной экономике, выявлены ограничения их универсальности в условиях российской территориальной неоднородности. Обоснованы зависимости между энергетической эффективностью и параметрами регионального развития. Отражены основные элементы, определяющие энергетическую эффективность на уровне региона. Предложена трактовка энергетической эффективности, объединяющая технико-экономические критерии с целевыми социально-экономическими ориентирами, учитывающая институционально-инновационный контекст.

Рассмотрены существующие методические подходы к оценке энергетической эффективности региональных экономических систем. Выявлена взаимосвязь экономических, социальных и экологических критериев энергетической эффективности. Определены основные параметры и направления интегрированных подходов к анализу энергетической эффективности. Рассмотрена методологическая основа комплексного анализа энергетической эффективности территорий, создающая базис для разработки адаптивных стратегий управления энергопотреблением, повышения устойчивости экономики и реализации политики устойчивого развития. Предложена авторская

многоуровневая модель, где энергетическая эффективность оценивается как мультифакторный феномен, зависящий от институционального, технологического и ресурсного профиля региона.

Таким образом, разработка прикладного инструментария становится логическим продолжением теоретико-методологических положений, сформулированных в первой главе, и открывает возможности для построения комплексной системы оценки и управления энергетической эффективностью в региональном развитии.

Систематизированы преобладающие факторные группы для каждого субъекта СЗФО. Комплексное исследование уровня энергетической эффективности в субъектах СЗФО подтвердило его весомую роль как системообразующего фактора социально-экономического развития. Проанализированы ресурсные, институциональные и инфраструктурные детерминанты регионального роста. Установлено, что выравнивание энергетических условий невозможно без системного пересмотра инструментов межрегионального перераспределения энергоресурсов и создания механизмов устойчивой интеграции в рамках федерального энергетического пространства. Определены ключевые факторы развития регионов СЗФО в контексте энергетической эффективности с классификацией внешних и внутренних вызовов пространственного развития регионов в условиях энергетической трансформации.

Составлена информационно-статистическая база для регрессионного моделирования энергетической эффективности регионов СЗФО. На основе обработанных данных выделены ключевые блоки анализа энергетической эффективности. Представленные результаты формируют аналитическую базу для комплексной диагностики энергоэффективности субъектов СЗФО и обосновывают целесообразность корректировки управленческих стратегий с учетом выявленных структурных различий.

Выявлены ключевые проблемы, ограничивающие повышение энергетической эффективности в регионах СЗФО. Исследовательский вопрос был сфокусирован на структурных и институциональных барьерах, ограничивающих потенциал повышения энергоэффективности. Обоснована необходимость

применения многоуровневых моделей, формирующих аналитическую платформу для внедрения прикладных решений, направленных на обеспечение устойчивости регионального развития в условиях ресурсных, экологических, геополитических и иных ограничений.

Проведенная оценка энергетической эффективности регионов СЗФО с использованием регрессионного анализа позволила выявить связи параметров, влияющих на ключевые модели, представленные удельным энергопотреблением, энергоемкостью валового регионального продукта, объемом электрогенерации, инновационным потенциалом и экологической нагрузкой. Проведенный индексный анализ позволил определить весомость отдельных показателей, что дало возможность установить их относительную значимость в общей системе оценки. На основе полученных весов был рассчитан интегральный индекс, в соответствии с которым осуществлено ранжирование регионов. Данный подход наглядно продемонстрировал масштабы и характер дифференциации субъектов по уровню энергоэффективности.

Кластеризация регионов позволила выделить три устойчивых типа. Первая группа характеризуется высокой нагрузкой на энергосистему при серьезном промышленном выпуске и заметных экологических рисках. Вторая представлена периферийными субъектами с ограниченным инвестиционным потенциалом и умеренным потреблением. Третья включает единственный урбанизированный центр-мегаполис с минимальной энергоемкостью при максимальных финансовых ресурсах. Сформированная типология служит инструментом дифференциации бюджетных стимулов, инвестиционных мер и нормативных требований.

Совокупная оценка показала, что ни один из рассмотренных сценариев не обеспечивает оптимальных результатов для всех метрик одновременно; успешная политика требует согласования экономических, технологических и природоохранных приоритетов на основе поиска мультикритериального баланса. Выявлена территориальная неоднородность энергетических характеристик: различия формируются под воздействием ресурсного потенциала, индустриального профиля, степени развития инфраструктуры и инновационных возможностей. Рассмотрены существующие стратегии социально-экономического

развития рассматриваемых регионов, программы по повышению энергоэффективности и предложены меры по их модернизации с учетом проведенной комплексной оценки.

Предложена концептуальная модель совершенствования энергетической политики региона, охватывающая полный жизненный цикл проектирования: от предварительной диагностики и выявления предпосылок модернизации до анализа достигнутых результатов и реализации механизмов адаптивного регулирования. Сформированная модель обеспечивает содержательную взаимосвязь между исходной ситуацией в регионе, стратегическими целями энергетической политики, инструментами реализации, институциональными действиями и процедурами оценки результатов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доктрина энергетической безопасности Российской Федерации. Утверждена указом Президента РФ от 13.05.2019 № 216. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_324378/
2. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергоэффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/
3. Постановление Правительства РФ от 31.12.2009 № 1225 (в ред. от 22.07.2013) «О требованиях к региональным и муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_97014/
4. Распоряжение Правительства РФ от 09.06.2020 № 1523-р (ред. от 15.02.2025) «Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/128340/>
5. Распоряжение Правительства РФ от 28.12.2024 № 4146-р «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_495567/
6. Приказ Министерства экономического развития РФ от 21.11.2022 № 636 «Об утверждении методических рекомендаций по оценке эффективности реализации государственной политики и нормативно-правового регулирования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности на региональном уровне». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_432430/
7. Индивидуальная программа социально-экономического развития Псковской области на 2025–2030 годы, утверждена распоряжением Правительства РФ от 13.12.2024 № 3731-р. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://base.garant.ru/411121522/#block_1000
8. О стратегии социально-экономического развития Новгородской области до 2026 года. Областной закон от 04.04.2019 № 394-ОЗ. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/553230534?marker>

9. Закон Санкт-Петербурга от 19.12.2018 № 771-164 (ред. от 26.11.2020) «О Стратегии социально-экономического развития Санкт-Петербурга на период до 2035 года». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/551979680>

10. Стратегия социально-экономического развития Архангельской области до 2035 года, утверждена законом Архангельской области от 18.02.2019 № 57-5-ОЗ. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/462642024>

11. Стратегия социально-экономического развития Ленинградской области до 2036 года, утверждена областным законом от 23.06.2025 № 70-ОЗ. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://lenoblpravo.ru/zakon/2025/06/23/n-70-oz/>

12. Правительство Архангельской области. Постановление от 15.10.2013 № 487-пп «О государственной программе Архангельской области “Развитие энергетики и жилищно-коммунального хозяйства Архангельской области”». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/462608457>

13. Правительство Ленинградской области. Постановление от 14.11.2013 № 400 «Об утверждении государственной программы Ленинградской области “Обеспечение устойчивого функционирования и развития коммунальной и инженерной инфраструктуры и повышение энергоэффективности в Ленинградской области”». — СПб., 2013. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?from=31637153&req=doc&base=SPB&n=320203&rnd=y24zDA#luCEK3Vw779bHH8n1>

14. Правительство Мурманской области. Постановление от 19.12.2024 № 907-ПП «Об утверждении государственной программы Мурманской области “Развитие энергетики и коммунального хозяйства”». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/document/5100202412240004?index=1>

15. Правительство Республики Карелия. Постановление от 20.11.2014 № 341-П «Об утверждении государственной программы Республики Карелия “Энергосбережение, энергоэффективность и развитие энергетики Республики Карелия”» (с изм. на 07.07.2023). [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/919512409>

16. Правительство Санкт-Петербурга. Постановление от 17.06.2014 № 486 «О государственной программе Санкт-Петербурга “Комплексное развитие систем

коммунальной инфраструктуры, энергетики и энергосбережения в Санкт-Петербурге»». — СПб., 2014. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/822403593>

17. Стратегия социально-экономического развития Вологодской области на период до 2030 года утверждена Постановлением Правительства области от 17.10.2016 № 920 (в ред. от 26.12.2024). [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/444743929>

18. О Стратегии социально-экономического развития Калининградской области на долгосрочную перспективу. Список изменяющих документов (в ред. Постановления Правительства Калининградской области. от 02.08.2012 № 583). [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/469728648>

19. Стратегия социально-экономического развития Республики Коми на период до 2030 года, утверждена постановлением Правительства Республики Коми от 11.04.2019 № 185. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/553237768>

20. Администрация городского округа «Город Калининград» Калининградской области. Постановление от 25.11.2024 № 1021 «Об утверждении Программы городского округа “Город Калининград” по энергосбережению и повышению энергетической эффективности на 2024–2026 годы». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.klgd.ru/upload/iblock/bcc/ucpl966vj1l8h715hxfhdpttdgue40e.pdf>

21. Правительство Республики Коми. Распоряжение от 24.05.2022 № 189-р «Об утверждении региональной программы “Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на территории Республики Коми (2022–2026 годы)”». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/406076630>

22. Стратегия социально-экономического развития Республики Карелия до 2030 года, утверждена распоряжением Правительства Республики Карелия от 29.12.2018 № 899р-П. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/465420565>

23. Стратегический план развития Мурманской области до 2030 года «На Севере — жить!», утвержден распоряжением Правительства Мурманской области от 28.12.2024 № 460-РП. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://gov-murman.ru/regulatory/pnszh/>

24. Абрамов, В.И. Анализ энергопотребления ведущих стран накануне глобальных изменений современного мира / В.И. Абрамов, И.В. Абрамов, А.В. Путилов // Энергетическая политика. — 2023. — С. 84–97.

25. Алаев, Э.Б. Социально-экономическая география: понятийно-терминологический словарь / Э.Б. Алаев. — М.: Мысль, 1983. — 290 с.
26. Алибаев, Т.Л. Критерии и показатели уровня энергетической безопасности государства / Т.Л. Алибаев // Экономика и бизнес: теория и практика. — 2019. — № 1. — С. 21–23.
27. Анисимова, Т.Ю. Анализ энергетической эффективности экономики регионов Российской Федерации / Т.Ю. Анисимова // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. — 2014. — № 4. — С. 59–67.
28. Аносов, В.М. Стимулы повышения эффективности использования энергоресурсов в переходной экономике / В.М. Аносов // Экономика. Финансы. Управление. — 2003. — № 3. — С. 15–22.
29. Анчарова, Т.В. Энергосберегающая технология электроснабжения народного хозяйства: в 5 кн. Кн. 1 / Т.В. Анчарова; под ред. В.А. Веникова. — М.: Высшая школа, 1989. — 190 с.
30. Арефьев, Н.В. Приоритетные направления повышения энергетической эффективности экономики России: монография / Н.В. Арефьев, Л.В. Иваницкая, Н.С. Сафронов, Е.Е. Можаяев. — М.: Директ-Медиа, 2019. — 382 с.
31. Башмаков, И.А. Повышение энергоэффективности и экономический рост / И.А. Башмаков // Вопросы экономики. — 2019. — № 10. — С. 32–63. — DOI 10.32609/0042-8736-2019-10-32-63.
32. Башмаков, И.А. Региональная политика повышения энергетической эффективности: от проблем к решениям / И.А. Башмаков. — М.: ЦЭНЭФ, 1996. — 245 с.
33. Белов, В.И. Повышение энергоэффективности регионов России как государственная задача / В.И. Белов // Теория и практика общественного развития. — 2023. — № 12. — С. 222–227.
34. Белова, Т.Д. Методика оценки энергоэффективности региональной экономики / Т.Д. Белова // Региональная экономика: теория и практика. — 2016. — № 3. — С. 82–91.
35. Бобылев, С.Н. Экономика устойчивого развития: учебник / С.Н. Бобылев. — М.: КНОРУС, 2021. — 672 с.
36. Борталевич, С.И. Методология управления энергобезопасностью регионов / С.И. Борталевич // УЭКС. — 2012. — № 11 (47). — С. 1–20.
37. Василевский, А.А. Пути экономии ТЭР / А.А. Василевский // Государственное регулирование: опыт, проблемы, пути решения. — 1999. — С. 129–137.
38. Волошина, Е.Ф. Институциональные факторы развития экономики региона / Е.Ф. Волошина. — Ставрополь, 2019. — 156 с.
39. Высокая экономия и бережливость энергоресурсов — необходимые условия энергетической безопасности страны: информационный материал. — 2006. — № 7 (32) — С. 26–28.

40. Гаврилов, А.И. Региональная экономика и управление: учеб. пособие для вузов / А.И. Гаврилов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. — 239 с.
41. Гатауллин, Р.Ф. Экономическое пространство: содержание, единство и разрывы / Р.Ф. Гатауллин, А.Г. Каримов, А. Г. Комаров // Проблемы современной экономики. — 2014. — № 4. — С. 196–200.
42. Гашо, Е.Г. Развитие через энергоэффективность: региональный аспект / Е.Г. Гашо // Энергосбережение в зеркале промышленной политики. — М.: Аналитический центр при Правительстве РФ, 2014. — С. 17–25.
43. Гичиев, Н.С. Региональное экономическое развитие: теория, политика, методология / Н.С. Гичиев. — Новосибирск: Издательство Сибирский университет экономики и управления, 2019. — 224 с.
44. Глазьев, С.Ю. Безопасность экономическая / С.Ю. Глазьев // Политическая энциклопедия. — М.: Мысль, 1999. — 113 с.
45. Глазьев, С.Ю. Информационно-цифровая революция / С.Ю. Глазьев // Евразийская интеграция: экономика, право, политика. — 2018. — № 1. — С. 70–83.
46. Гранберг, А.Г. Региональная экономика и региональная наука в России: десять лет спустя / А.Г. Гранберг // Регион: экономика и социология. — 2004. — № 1. — С. 57–81.
47. Гулбрандсен, Т.Х. Энергоэффективность и энергетический менеджмент: учебно-методическое пособие / Т.Х. Гулбрандсен, Л.П. Падалко, В.Л. Червинский. — Минск: БГАТУ, 2010. — 240 с.
48. Двас, Г.В. Региональная экономика: мотивационные аспекты и механизмы стратегического планирования / Г.В. Двас. — СПб.: Наука, 2008. — 97 с.
49. Дедикин, Г.В. Основные термины и понятия энергосбережения // Архитектурно-пространственная среда в контексте будущего: взгляд молодых: сборник научных статей научно-практических чтений, Курск, 31 марта 2023 г. / Г.В. Дедикин, В.М. Толмачева; редколлегия: О.В. Будникова (отв. ред.) [и др.]. — Курск: Юго-Западный государственный университет, 2023. — С. 183–188.
50. Дмитриев, Н.Д. Интеллектуальный капитал в промышленности: особенности и место рентных подходов / Н.Д. Дмитриев, А.А. Зайцев. — СПб.: Астерион, 2022. — 193 с.
51. Дмитриев, Н.Д. Оптимизация управленческих процессов в электроэнергетике на основе математического моделирования / Н.Д. Дмитриев, Д.Г. Родионов, С.А. Жильцов // Kant. — 2021. — № 1. — С. 18–23.
52. Дмитриев, Н.Д. Пространственная дифференциация энергетической эффективности регионов на основе кластерного анализа / Н.Д. Дмитриев, Ю.Ю. Купоров, В.В. Занин // Естественно-гуманитарные исследования. — 2025. — № 4 (60). — С. 1–10.
53. Дмитриев, Н.Д. Региональная энергетическая эффективность как параметр пространственно-экономической устойчивости территорий в условиях

институциональной фрагментации / Н.Д. Дмитриев, Ю.Ю. Купоров, В.В. Занин // Естественно-гуманитарные исследования. — 2025. — № 4 (60). — С. 1–12.

54. Занин, В.В. Влияние энергетической безопасности на энергетическую эффективность регионов / В.В. Занин, К.В. Евсеева, А.С. Фуртатова // Мягкие измерения и вычисления. — 2025. — № 9. — С. 1–12.

55. Занин, В.В. Разработка интегрированной многоуровневой модели оценки энергетической эффективности на примере регионов / В.В. Занин // РНЖ «Экономика и управление». — 2025. — № 12. — С. 1–12.

56. Занин, В.В. Совершенствование энергетической политики регионов СЗФО с позиции повышения энергоэффективности / В.В. Занин // Экономика и предпринимательство. — 2025. — № 11. — С. 1–18.

57. Занин, В.В. Трансформация приоритетов устойчивого развития регионов и хозяйствующих субъектов / В.В. Занин // Государственное и муниципальное управление: актуальные проблемы и современные тренды: Сборник конференции. — М., 2023. — С. 120–125.

58. Занин, В.В. Факторы регионального развития в контексте энергоэффективности на примере регионов СЗФО / В.В. Занин // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. — 2025. — № 3 (83). — С. 1–18.

59. Зимин, А.В. Проблемы экономической безопасности в России / А.В. Зимин // Экономика и бизнес: теория и практика. — 2023. — № 1-1. — С. 133–136.

60. Зубаревич, Н.В. Регионы России: неравенство, кризис, модернизация / Н.В. Зубаревич. — М.: Независимый институт социальной политики, 2010. — 160 с.

61. Кичигин, О.Э. Институциональный аспект формирования стратегических ориентиров государственной энергетической политики на региональном уровне при реализации стратегии национальной экономической безопасности / О.Э. Кичигин, Д.Г. Родионов // Экономика и предпринимательство. — 2017. — № 10-2. — С. 394–399.

62. Коданева С.И. Энергетический переход: перспективы и механизмы реализации / С.И. Коданева // Россия и современный мир. — 2022. — № 4. — С. 162–183.

63. Кокшаров, В.А. Методический подход к обоснованию и оценке приоритетов энергетической политики региона / В.А. Кокшаров // Вестник УГТУ — УПИ. — 2009. — № 2. — С. 51–60.

64. Котов, Р.М. Исследование роли стратегического планирования в повышении уровня устойчивого развития экономики региона / Р.М. Котов // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. — 2021. — № 4. — С. 548–559.

65. Крикунов, И.С. Цифровая экономика как фактор обеспечения экономической безопасности России / И.С. Крикунов // Прогрессивная экономика. — 2023. — № 5. — С. 18–31.
66. Кудревич, В.В. Совершенствование механизма формирования стратегии сбалансированного социально-экономического развития региона (на примере Республики Крым): дис. ... канд. экон. наук / В.В. Кудревич. — Вольск, 2021. — 196 с.
67. Кузнецова, О.В. Экономическое развитие регионов: теоретические и практические аспекты государственного регулирования / О.В. Кузнецова. — М.: Едиториал УРСС, 2007. — 304 с.
68. Лебедев, Ю.А. К вопросу об оценке энергоэффективности регионов / Ю.А. Лебедев, Е.Н. Летягина, Ю.А. Сидоренко // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. — 2012. — С. 1-9.
69. Лейкина, К.Б. Ликвидация потерь — резерв интенсификации производства / К.Б. Лейкин. — М.: Экономика, 1985. — 184 с.
70. Ленчук, Е.Б. Стратегическое планирование в России: проблемы и пути решения / Е.Б. Ленчук // Инновации. — 2020. — № 2. — С. 24–28.
71. Литвинец, В.П. Энергоэффективность экономики российских регионов как фактор развития в современных условиях / В.П. Литвинец, Н.Р. Кельчевская. // 1 Всероссийский студенческий конкурс научных статей «Лучшая статья ВДН»: сборник работ конкурса. — Екатеринбург: Издательский дом «Ажур», 2025. — С. 58–63.
72. Маградзе, Т. Будущее электроэнергетики в условиях цифровой трансформации / Т. Маградзе, С.А. Жильцов, А.В. Кубарский // Modern Economy Success. — 2020. — № 5. — С. 158–163.
73. Максимов, М.А. Механизмы реализации государственных программ в РФ в современных условиях: проблемы, перспективы и критерии эффективности / М.А. Максимов, В.Н. Чичерова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. — 2022. — № 9-2. С. 217–221.
74. Маркин, В.В. Энергоэффективность как фактор экономического развития / В.В. Маркин // Экономика и управление. — 2008. — С. 31–35.
75. Марченко, Е.Н. Методические подходы к оценке энергоэффективности муниципальных образований / Е.Н. Марченко, Т.Д. Белова // Вопросы управления. — 2016. — С. 138–143.
76. Матюшок, В.М. Энергоэффективность и развитие умных сетей в регионах России / В.М. Матюшок, С.А. Балашова, С.Ю. Ревина, К.Г. Гомонов // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. — 2019. — С. 1–14.
77. Мельникова, М.П. Механизм государственного регулирования энергоэффективности экономики России / М.П. Мельникова. — М., 2005. — 198 с.

78. Морозова, Т.Г. Государственная экономическая политика / Т.Г. Морозова. — М.: Юнити-Дана, 2017. — 255 с.
79. Мутушуев, М.М. Критерии оценки энергоэффективности развития промышленных систем / М.М. Мутушуев, А.И. Моисеева // Энергетическая политика. — 2024. — С. 39–45.
80. Мясникович, М.В. Управление системой обеспечения экономической безопасности / М.В. Мясникович, С.С. Полоник, В.В. Пузиков. — Минск: ИООО «Право и экономика», 2005. — 264 с.
81. Национальная безопасность России: проблемы обеспечения экономического роста / под ред. В.А. Ильина, Т.В. Усковой. — Вологда: ИСЭРТ РАН, 2016. — 300 с.
82. Незамайкин, В.Н. Стратегия устойчивого развития Российской Федерации / В.Н. Незамайкин // Финансы и кредит. — 2005. — № 17 (185). — С. 31–35.
83. Николаев, М.А. Региональная экономика и управление территориальным развитием / М.А. Николаев, М.Ю. Махотаева. — Псков: Псковский гос. ун-т, 2014. — 254 с.
84. Нуртдинов, Р.М. Экономический рост и его факторы: учебно-методическая разработка / Р.М. Нуртдинов. — Набережные Челны: Камский издательский дом, 2010. — 95 с.
85. Пак, Х.С. Анализ финансовых механизмов обеспечения энергетической эффективности региона / Х.С. Пак, В.В. Занин, Ю.Ю. Кочинев, У. Ласло // Modern Economy Success. — 2024. — № 6. — С. 1–18.
86. Пак, Х.С. Аспекты региональной политики нефтегазовых компаний / Х.С. Пак // Архитектура университетского образования: построение единого пространства знаний: сборник материалов IV Национальной научно-методической конференции с международным участием. Часть III / под ред. проф. И.А. Максимцева, проф. В.Г. Шубаевой, проф. Л.П. Харченко. — СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2020. — С. 217–224.
87. Пак, Х.С. Аудит эффективности региональной экономической политики в топливно-энергетическом комплексе / Х.С. Пак, А.А. Зайцев, В.В. Занин. — СПб.: Изд-во Астерион, 2024. — 166 с.
88. Пак, Х.С. Вклад компаний топливно-энергетического комплекса в устойчивое развитие регионов присутствия / Х.С. Пак, В.В. Кулибанова, В.В. Занин // Известия СПбГЭУ. — 2023. — № 2 (140). — С. 51–61.
89. Пак, Х.С. Иерархическое управление в топливно-энергетическом комплексе: интеграция социально-экономических факторов в региональную политику / Х.С. Пак, В.В. Занин // Государственное и муниципальное управление: актуальные проблемы и современные тренды. IV Международная научно-практическая конференция, к 30-летию Законодательного собрания Санкт-Петербурга, 21–22 ноября 2024 г. — СПб.: СПбУТУиЭ, 2025. — С. 187–192.

90. Пак, Х.С. Инновационные подходы к управленческой концепции развития территории / Х.С. Пак // Экономика и управление. — 2013. — № 10. — С. 72–75.
91. Пак, Х.С. Региональная политика компаний ТЭК на территории их присутствия / Х.С. Пак, В.В. Занин // Государственное и муниципальное управление: актуальные проблемы и современные тренды. III Международная научно-практическая конференция, Санкт-Петербург, 16–17 ноября 2023 г. — СПб.: СПбУТУиЭ, 2024. — С. 312–316.
92. Пак, Х.С. Социально-экономическое развитие регионов Северо-Западного федерального округа в условиях пандемии COVID-19: оценка экономического потенциала / Х.С. Пак, Е.В. Ушакова, Т.А. Борисова // Экономика и управление. — 2022. — С. 42–51.
93. Пак, Х.С. Способы оценки эффективности государственного и муниципального управления / Х.С. Пак // Европейская наука и технологии: материалы IV междунар. науч.-практ. конф., 10–11 апр. 2013 г. — Мюнхен, 2013. — С. 118–121.
94. Пак, Х.С. Трансформация приоритетов устойчивого развития регионов и хозяйствующих субъектов / Х.С. Пак, В.В. Занин // Государственное и муниципальное управление: актуальные проблемы и современные тренды. II Международная научно-практическая конференция, Санкт-Петербург, 17–18 ноября 2022 г. — СПб.: СПбУТУиЭ, 2023. — С. 120–125.
95. Пак, Х.С. Топливо-энергетический комплекс России: оценка ресурсного потенциала и безопасности / Х.С. Пак, Г.В. Макаренко // Транспортное дело России. — 2016. — № 4. — С. 68–70.
96. Пак, Х.С. Устойчивое развитие региона: комплексная оценка / Х.С. Пак, Е.С. Хутиева, А.А. Куприн // Государственное и муниципальное управление: актуальные проблемы и современные тренды. 25–26 ноября 2021 г. Труды международной научно-практической конференции. — СПб.: Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, 2021. — С. 124–128.
97. Подгайнов, Д.В. Инструментарий формирования экономико-технологического механизма энергоэффективности в теплоэнергетике / Д.В. Подгайнов // Российское предпринимательство. — 2018. — № 2. — С. 395–404.
98. Пospelова, Т.Г. Основы энергосбережения / Т.Г. Пospelова. — Минск: Технопринт, 2000. — 353 с.
99. Похабов, В.И. Энергетический менеджмент на промышленных предприятиях / В.И. Похабов, В.Л. Клевзович, В.В. Ворфоломеев. — Минск: Технопринт, 2002. — 176 с.
100. Проскуряков, В.М. Эффективность использования топливно-энергетических ресурсов (показатели, факторы роста, анализ) / В.М. Проскуряков, Р.И. Самуйловичус. — М.: Экономика, 1988. — 158 с.

101. Ратнер, С.В. Динамические задачи оценки эколого-экономической эффективности регионов на основе базовых моделей анализа среды функционирования / С.В. Ратнер // Управление большими системами: сб. тр. — 2017. — № 67. — С. 81–106.
102. Роков, А.И. Инновационные риски реализации электроэнергетических проектов / А.И. Роков, С.А. Жильцов, Н.Н. Трофимова // Промышленность и сельское хозяйство. — 2020. — № 9. — С. 48–57.
103. Седова, Н.В. Государственное регулирование энергетической безопасности (региональный аспект) / Н.В. Седова // Вестник Томского гос. ун-та. Экономика. — 2015. — № 3. — С. 155–164.
104. Семикашев, В.В. Совершенствование системы анализа энергетической безопасности России в контексте утверждения новой доктрины энергетической безопасности 2019 г. / В.В. Семикашев, В.В. Саенко, А.Ю. Колпаков // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. — 2020. — № 18. — С. 135–156.
105. Сенчагов, В.К. Экономическая безопасность России / В.К. Сенчагов. 5-е изд. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. — 818 с.
106. Системный оператор ЕЭС. Схема и программа развития электроэнергетических систем России на 2026–2031 годы: энергосистема Новгородской области.
107. Скоков, Р.Ю. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности: баланс государственного надзора и саморегулирования / Р.Ю. Скоков, Ю.Б. Прибытков // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. — 2023. — № 1. — С. 79–91.
108. Смирнов, К.А. Нормирование и рациональное использование материальных ресурсов / К.А. Смирнов. — М.: Высш. шк., 1990. — 342 с.
109. Соколов, А.Д. Энергоэкономический анализ топливно-энергетического комплекса Дальнего Востока / А.Д. Соколов, С.Ю. Музычук, Р.И. Музычук // iPolytech Journal. — 2017. — № 1. — С. 141–155.
110. Татаркин, А.И. Инновационная модель и системная модернизация Российской Федерации / А.И. Татаркин // Федерализм. — 2011. — № 3. — С. 45–58.
111. Тополева, Т.Н. Генезис концептуальных подходов пространственной экономики: основополагающие теории, новые направления и перспективы исследований / Т.Н. Тополева // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. — 2022. — № 4. — С. 94–130.
112. Ускова, Т.В. Управление устойчивым развитием региона / Т.В. Ускова. — Вологда: ИСЭРТ РАН, 2009. — 355 с.

113. Фуртатова, А.С. Инструментарий вероятностной оценки региональной энергетической эффективности с учетом пространственно-экономических характеристик / А.С. Фуртатова, В.П. Никифоров, В.В. Занин // Мягкие измерения и вычисления. — 2025. — № 9. С. 1–12.
114. Цифровизация экономических систем: теория и практика / под ред. А.В. Бабкина. — СПб.: Политех-Пресс, 2020. — 796 с.
115. Чайка, Л.В. Задачи и методы анализа энергоэффективности экономики / Л.В. Чайка // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. — 2018. — Т. 11, № 2. — С. 117–126.
116. Чемезов, А.В. К вопросу определения понятия «энергоэффективность» / А.В. Чемезов, Е.Р. Яхина, Н.А. Шамарова // Вестник Иркутского государственного технического университета. — 2015. — № 10 (105). — С. 258–262.
117. Шаркова, А.В. Экономика организаций топливно-энергетического комплекса / А.В. Шаркова. — 2-е изд. — М.: Дашков и К, 2021. — 578 с.
118. Шаталов, М.А. Пространственно-территориальное планирование в системе обеспечения устойчивого регионального развития / М.А. Шаталов, С.А. Суслов, Н.И. Кузьменко // АНИ: экономика и управление. — 2018. — № 4. — С. 299–303.
119. Швецов, А.В. Энергоемкость и энергоэффективность отечественной экономики в контексте социально-экономического развития регионов / А.В. Швецов, Н.К. Швецова // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». — 2023. — Т. 9, № 4. — С. 451–461.
120. Энергоиспользование в промышленности: управление потреблением, оборудование и технологии, вторичные энергоресурсы: метод. рекомендации для преподавателей средних технических учебных заведений по энергосбережению / Ю.С. Петруша [и др.]; под ред. В.В. Кузьмича. — Минск: Бел ВИАЦ, 1996. — 101 с.
121. Яровая, Т.В. К вопросу об обеспечении устойчивости развития в компаниях мирового топливно-энергетического комплекса / Т.В. Яровая, Т.В. Кострубина // Естественно-гуманитарные исследования. — 2023. — № 1. — С. 315–319
122. Acemoglu, D. Why Nations Fail: The Origins of Power, Prosperity, and Poverty / D. Acemoglu, J.A. Robinson. — New York: Crown Publishers, 2012. — 579 p.
123. Economics and Management. — 2022. — p. 42–51.

124. Capello, R.. Location, Regional Growth and Local Development Theories / R. Capello. In R. Capello & P. Nijkamp (Eds.), Handbook of Regional Growth and Development Theories. 2nd ed. — P. 1–21.
125. Corey, G.R. Land Economics. — 1979. — Vol. 55, — No. 3. — P. 417–426.
126. Directive (EU) 2024/1275 of the European Parliament and of the Council of 24 April 2024 on the energy performance of buildings (recast).
127. Fujita, M. The spatial economy: cities, regions and international trade / M. Fujita, P. Krugman, A.J. Venables. — Cambridge: MIT Press, 1999. —380 p.
128. IEA. Top Runner Programme — Japan. Updated 3 June 2024. P. 1–42.
129. KfW Impact Insights 2024. — KfW Bankengruppe, 2024. — P. 1–22.
130. Li, J. Spatial and Temporal Evolution of Regional Energy Efficiency in China and Its Influencing Factors / J. Li, Y. Hu, H. Zhang // Energies. — 2024. — Vol. 17, No. 23. — P. 1–18.
131. Lovins, A.B. Soft Energy Paths: Toward a Durable Peace / A.B. Lovins. — Harper & Row, 1979. — 231 p.
132. Mikkola, M. Collaboration in Regional Energy-Efficiency Development / M. Mikkola, A. Jussila, T. Rynänen // In: Bisello A., Vettorato D., Stephens R., Elisei P. (Eds.) Smart and Sustainable Planning for Cities and Regions: Results of SSPCR 201. — Springer, 2017. — p. 55–66.
133. Mundaca, L. Evaluating Energy Efficiency Policies with Energy-Economy Models / L. Mundaca, L. Neij, E. Worrell, M. McNeil // Annual Review of Environment and Resources. — 2010. — Vol. 35. — p. 305–344.
134. Peng, Lei The consequence of the digital economy on energy efficiency in Chinese provincial and regional contexts: Unleashing the potential / Peng Lei, Xiaoyan Li, Mingkang Yuan. // Energy. — 2024. – p. 1–10.
135. Porter, M.E. On competition / M.E. Porter. — Boston: Harvard Business Review Press, 2008. – 544 p.
136. Regional development and planning: a reader / eds. J. Friedmann, W. Alonso. — Cambridge: MIT Press, 1964. – 722 p.
137. Rodrik, D. Institutions Rule: The Primacy of Institutions over Geography and Integration / D. Rodrik, A. Subramanian, F. Trebbi // Journal of Economic Growth. — 9(2). — P. 131–165.
138. Sineviciene, L. Determinants of energy efficiency and energy consumption of Eastern Europe post-communist economies / L. Sineviciene, I. Sotnyk, O. Kubatko // Energy & Environment. — 2017. — Vol. 28, No. 8. — p. 870–884.
139. State support for energy transition in German homes on the rise // Clean Energy Wire. — 2025. p. 1–2.

140. Tryfonas, Christou. Economic growth and environmental objectives: An evaluation based on 2021–2027 cohesion policy regional data / Tryfonas Christou, Abián García-Rodríguez, Tillmann Heidelk, Nicholas-Joseph Lazarou, Philippe Monfort, Simone Salotti // *Journal of Policy Modeling*. — 2025. — p. 1–22.

141. Yang, G. How does industry-university-research collaborative innovation affect energy intensity in China: a novel explanation based on political turnover / G. Yang, D. Cao, G. Zhang // *Humanit Soc Sci Commun*. — 2023. — p. 1–12.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А. Основные направления реализации региональной экономической политики в энергетической сфере

Таблица А.1. — Основные направления реализации региональной экономической политики в энергетической сфере

Направления	Пути для достижения
Экономический рост региона	– Привлечение капитала в энергетическую сферу региона с приоритетом энергоэффективных проектов – Развитие инфраструктуры для эффективного производства, транспорта и распределения энергии
Повышение уровня жизни населения	– Формирование рабочих мест с высоким уровнем квалификации и конкурентной оплатой труда – Обеспечение доступности энергоэффективных технологий и стабильного энергоснабжения
Развитие конкурентоспособных отраслей	– Содействие внедрению передовых энергоэффективных решений в энергетической сфере – Инвестирование в возобновляемые источники энергии и инновационные энергоемкие технологии
Снижение региональных диспропорций	– Интеграция возобновляемых энергосистем и энергоэффективных подходов во всех регионах – Равномерное распределение инвестиций в энергетическую инфраструктуру с учетом энергоэффективности
Устранение социально-экономических разрывов	– Организация равного доступа к современным энергетическим ресурсам и технологиям – Реализация программ поддержки энергоэффективности в социально уязвимых сообществах
Привлечение инвестиций	– Создание благоприятного инвестиционного климата с налоговыми преференциями для энергоэффективных инициатив – Проведение целевых мероприятий по презентации проектов инвесторам
Повышение производительности труда	– Внедрение автоматизированных и энергоэффективных систем в энергетическом секторе – Повышение квалификации специалистов в области энергоуправления
Развитие инфраструктуры	– Планирование проектов модернизации сетей и объектов с применением энергосберегающих технологий – Обеспечение надежности и доступности инфраструктуры энергоэффективным оборудованием
Поддержка малого и среднего предпринимательства	– Предоставление финансовой помощи и налоговых льгот МСП в энергетической сфере для внедрения энергосберегающих решений – Разработка консультационных программ по энергоэффективности

Направления	Пути для достижения
Инновационное развитие	– Финансирование научных исследований в области энергоэффективности и чистых технологий – Партнерство университетов, исследовательских центров и энергетических компаний
Создание условий для предпринимательства	– Оптимизация процедур регистрации и лицензирования энергоэффективных инициатив – Снижение административных барьеров для стартапов в сфере энергоуправления
Оценка эффективности программ	– Регулярный мониторинг показателей энергоэффективности реализованных программ – Адаптация стратегий на основе анализа данных и тенденций энергопотребления
Экологическая устойчивость	– Формирование политик по снижению экологических последствий энергетической деятельности – Рациональное использование ресурсов и повышение энергосбережения
Межведомственное сотрудничество	– Установление механизмов координации между федеральными и региональными органами в области энергоэффективности – Обеспечение обмена данными и лучшими практиками по энергосбережению
Межрегиональное сотрудничество	– Организация площадок для обмена опытом и ноу-хау в области эффективного потребления энергии – Поддержка совместных проектов по внедрению энергоэффективных решений

Приложение Б. Выбранные регрессоры и интерпретация коэффициентов моделей

Y₁_ анализ удельного потребления электроэнергии

Переменная	Интерпретация	Коэффициент	Знак	Значимость
X_{11}	Расходы на душу населения	312.61	+	p = 0.0119
X_{14}	Средний размер пенсий	333.94	+	p = 0.0002
X_{27}	Смертность от БСК	535.81	+	p = 0.0027
X_7	Износ фондов	-196.28	-	p = 0.0287

Y₂_ Энергоемкость

Переменная	Интерпретация	Коэффициент	Знак	Значимость
X_{11}	Потребительские расходы на душу населения	-0.0032	-	p = 0.0146
X_{14}	Средний размер назначенных пенсий	-0.0029	-	p = 0.0000
X_{19}	Инвестиции в основной капитал на душу населения	-0.0029	-	p = 0.0003
X_8	Индекс реальных доходов населения	+0.0009	+	p = 0.0049

Y₃_ Производство электроэнергии

Переменная	Интерпретация	Коэффициент	Знак	Значимость
X_{17}	Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу	-8.5361	-	p = 0.0000
X_{26}	Производство тепловой энергии (млн Гкал)	+4.6794	+	p = 0.0000
X_{31}	Число отработанных часов в электроэнергетике	-12.533	-	p = 0.0247

Y_4 Инновационный индекс

Переменная	Направление влияния	Коэффициент	Значимость (p-value)	Интерпретация
X_{13}	Положительное	+12750	0.0695	Рост доходов населения стимулирует инновационную активность за счет повышения спроса на технологические решения
X_{21}	Отрицательное	−166700	< 0.0001	Увеличение объемов бюджетных ресурсов без эффективного перераспределения может тормозить инновационные процессы
X_{30}	Отрицательное	−288900	0.0004	Экологическая нагрузка подавляет инновации в связи с усилением институциональных ограничений
X_5	Положительное	+246600	< 0.0001	Рост регионального ВРП формирует инвестиционную базу для развития наукоемких направлений
X_6	Отрицательное	−19480	0.0231	Структура потребления, ориентированная на текущие расходы, не способствует инвестициям в технологическое обновление

Y_5 Экологическая нагрузка

Переменная	Интерпретация	Коэффициент	Знак	Значимость
X_{15}	Уровень занятости населения	149.02	+	p = 0.0678
X_{20}	Финансовый результат деятельности организаций	834.06	+	p = 0.0000
X_{22}	Доходы консолидированных бюджетов	2064.4	+	p = 0.0119
X_{24}	Внутренние затраты на НИОКР	−9886.5	−	p = 0.0000
X_3	Производство электроэнергии	42760.0	+	p = 0.0000