

АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Институт Управления

на правах рукописи

Кабдуллов Максут Хабдлнагимович

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛИЩНОГО СЕКТОРА
В УСЛОВИЯХ СТАНОВЛЕНИЯ НИЗКОУГЛЕРОДНОЙ ЭКОНОМИКИ
КАЗАХСТАНА**

Образовательная программа «7М04106 - Экономика»
по направлению подготовки «7М041 – Бизнес и управление»

Магистерский проект на соискание степени магистра бизнеса и управления

Научный руководитель: _____ Дуламбаева Р.Т. профессор, д.э.н.

Проект допущен к защите: « ____ » _____ 2024 г.

Директор Института управления _____ Гайпов З.С., д.п.н.

г. Астана, 2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	3
ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	5
ВВЕДЕНИЕ	7
Глава 1 Теоретические основы низкоуглеродной экономики энергоэффективности	11
1.1 Низкоуглеродная экономика: концепция, цели, инструменты	15
1.2 Энергоэффективность: понятия и классификация	22
1.3 Мировой опыт повышения энергоэффективности жилищного сектора на примере Японии	26
Глава 2 Роль энергоэффективности жилищного сектора в построении низкоуглеродной экономики Казахстана	30
2.1 Анализ энергоемкости экономики Казахстана	30
2.2 Анализ современного состояния жилищного сектора Казахстана	37
2.3 Сравнительный анализ НПА в сфере энергетики, ЖКХ и энергоэффективности	46
Глава 3 Рекомендации по повышению энергоэффективности жилищного сектора	49
3.1 Влияния дифференциации тарифов на тепло и электроэнергию на государственные расходы	49
3.2 Кейс – стадии: Анализ пилотного проекта ПРООН по энергоэффективной модернизации МЖД в г. Астана	52
3.3 Предложение по совершенствованию Концепции развития ЖКХ на 2023–2029 с учетом результатов исследования	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	61
ПРИЛОЖЕНИЯ	66

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем магистерском проекте использованы ссылки на следующие нормативно-правовые акты.

Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК) от 9 мая 1992 года.

Киотский протокол к рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата от 11 декабря 1997 года.

Парижское соглашение от 12 декабря 2015 года.

Указ Президента РК от 02 февраля 2023 года № 121 «Об утверждении Стратегия достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 года».

Экологический кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI ЗРК.

Закон РК от 4 ноября 2016 года № 20-VI ЗРК «О ратификации Парижского соглашения».

Закон РК от 13 января 2012 года № 541-IV «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности».

Закон Республики Казахстан от 27 декабря 2021 года № 86-VII «О промышленной политике» (с изменениями по состоянию на 01.05.2023 г.).

Закон Республики Казахстан от 9 июля 2004 года № 588-II «Об электроэнергетике».

Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана. 29 января 2010 г. Новое десятилетие – Новый экономический подъем – Новые возможности Казахстана.

Государственная программа по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010–2014 годы, утвержденная Указом Президента Республики Казахстан от 19 марта 2010 года № 958.

Постановление Правительства РК от 19 апреля 2023 года № 313 «Об утверждении обновленного национального вклада Республики Казахстан в глобальное реагирование на изменение климата».

Постановление Правительства РК от 23 сентября 2022 года № 736 «Об утверждении Концепции развития жилищно-коммунальной инфраструктуры на 2023–2029 годы».

Постановление Правительства РК от 28 марта 2023 года № 263 «Об утверждении Концепции развития электроэнергетической отрасли Республики Казахстан до 2035 года».

Постановление Правительства РК от 28 марта 2023 года № 264 «Об утверждении Концепции развития сферы энергосбережения и повышения энергоэффективности Республики Казахстан на 2023–2029 годы».

Приказ Министра по инвестициям и развитию РК от 31 марта 2015 года № 399 «Об утверждении Правил определения и пересмотра классов энергоэффективности зданий, строений, сооружений».

Приказ Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами МНЭ РК от 29.12.2014 № 156-НҚ с 1 июля 2015 года, утвержденный государственный стандарт СП РК 2.04–107–2013 «Строительная теплотехника».

Приказ Министра по инвестициям и развитию РК от 31 марта 2015 года № 406 «Об установлении требований по энергоэффективности зданий, строений, сооружений и их элементов, являющихся частью ограждающих конструкций».

Приказ Председателя Агентства Республики Казахстан по регулированию естественных монополий от 20 февраля 2009 года № 57-ОД «Об утверждении Правил дифференциации энергоснабжающими организациями тарифов на электрическую энергию в зависимости от объемов ее потребления физическими лицами».

Приказ Председателя МНЭ РК №160 от 11 августа 2016 года «Об утверждении Методики по формированию топливно-энергетического баланса и расчету отдельных статистических показателей, характеризующих отрасль энергетики».

Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 15 ноября 2022 года № 704 «Об утверждении углеродного бюджета».

Технический регламент ЕАЭС «О требованиях к энергетической эффективности энергопотребляющих устройств (ТР ЕАЭС 048/2019)».

Национальный энергетический доклад KAZENERGY 2023 года.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем магистерском проекте (исследовании) применяются следующие термины с соответствующими определениями:

Природоемкость – это отношение затрат природного капитала к объему произведенной продукции.

Первичная энергия – валовое внутренне энергопотребление и относится к выявленному по формуле, которая учитывает данные по производству, импорту, экспорту, международному бункеру и изменению запасов всех видов топлива.

Конечное энергопотребление – это показатель, характеризующий общее количество энергии, потребляемое конечными потребителями в различных секторах экономики.

Энергоемкость экономики — это частный показатель природоемкости. Это ключевой индикатор, характеризующий устойчивость развития как страны в целом, так и энергетического сектора.

Жилищный сектор – это комплексная система, охватывающая жилищный фонд, инженерные сети и обслуживающие организации.

Жилищный фонд - находящиеся на территории Республики Казахстан жилища всех форм собственности, включает частный и государственный жилищные фонды.

Тонна нефтяного эквивалента (т.н.э.) — это единица измерения энергии, которая используется для сравнения разных видов топлива по их энергоемкости. 1 т.н.э. равна количеству энергии, которое выделяется при сжигании 1 тонны нефти.

Гигакалория в час (Гкал/ч) — это единица измерения мощности или скорости передачи энергии, используемая для измерения тепловой энергии.

Мегаватт (МВт) — это единица измерения мощности, используемая в Системе международных единиц (СИ).

Киловатт-час (кВт·ч) — это внесистемная единица измерения работы или количества энергии, используемая для измерения потребленной или произведенной электроэнергии.

Терраджоуль (ТДж) – это единица измерения энергии, равная 1 000 000 000 000 джоулей. Используется для измерения больших объемов энергии, таких как энергия, вырабатываемая электростанциями, или потребляемая страной.

РК – Республика Казахстан

ООН – Организация Объединенных нации

ВИЭ – возобновляемые источники энергии

ТЭБ РК – Топливо-энергетический баланс Республики Казахстан

РКИК ООН – Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата

ПГ- Парниковые газы

ВВП-внутренний валовый продукт

ППС – паритет покупательской способности

ТУР -Трансграничный углеродный налог

ГПФИИР – Государственная программа по форсированному
индустриально-инновационному развитию РК

ОНУВ - Определяемый на национальном уровне вклад

ЖКХ – Жилищно-коммунальное хозяйство

ПРООН – Программа развития Организации объединенных нации

ТЭК – Топливо – энергетический комплекс

LEED – Leadership in Energy and Environmental Design

ОЭСР – Организация экономического сотрудничества и развития

ЦУР – Цели устойчивого развития

СТВ – Система торговли выбросами

СВАМ – Carbon Border Adjustment Mechanism

ТЭС – Тепловая электрическая станция

ТЭЦ – Теплоэлектроцентраль

НПА- Нормативно-правовые акты

ЕС – Европейский союз

АО – Акционерное общество

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Изменение климата является одной из самых серьезных проблем, с которыми сталкивается человечество в XXI веке. В результате деятельности человека в атмосферу земли выбрасывается большое количество парниковых газов, которые вызывают глобальное потепление. Это приводит к повышению уровня моря, более частым и интенсивным экстремальным погодным явлениям, таким как засухи, наводнения и лесные пожары.

Для решения этой проблемы в 1992 году была принята Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН) [1]. Конвенция обязывает страны-участницы принимать меры по сокращению выбросов парниковых газов и адаптации к их последствиям.

В 2005 году был принят Киотский протокол, который является дополнением к РКИК ООН. Киотский протокол устанавливал конкретные обязательства по сокращению выбросов парниковых газов для развитых стран [2]. Однако он не был достаточно успешным, и в 2012 году его действие истекло.

В 2015 году в Париже состоялась 21-я Конференция сторон РКИК ООН. На этой конференции было принято Парижское соглашение, которое является новым глобальным соглашением по борьбе с изменением климата [3].

Парижское соглашение является более амбициозным, чем Киотский протокол. Оно обязывает все страны-участницы принимать меры по сокращению выбросов парниковых газов. Целью соглашения является ограничение глобального потепления до 2 градусов Цельсия, а при возможности - до 1,5 градуса Цельсия по сравнению с доиндустриальным уровнем.

Для достижения этой цели страны-участницы определяют свои собственные обязательства по сокращению выбросов парниковых газов. Эти обязательства называются определяемыми на национальном уровне вкладами (ОНУВ) [4].

Декарбонизация экономики является одним из основных трендов развития мировой экономики. Это означает, что страны переходят от использования ископаемых видов топлива к возобновляемым и альтернативным источникам энергии. В мире уже пройдена точка невозврата, и процесс декарбонизации будет только продолжаться.

Казахстан присоединился к Парижскому соглашению в 2016 году [5], а в 2023 году принял свою Стратегию достижения углеродной нейтральности к 2060 году [6]. Это значит, что Казахстан стремится к тому, чтобы его экономика не производила никаких выбросов парниковых газов.

В Казахстане основные бюджетные доходы поступают от добычи и экспорта нефти, промышленных и драгоценных металлов, а также производства зерна. Львиную долю этих доходов составляют налоговые поступления от нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих компаний.

В связи с этим возникает вопрос о том, удастся ли Казахстану достичь углеродной нейтральности к 2060 году, если энергетический сектор базируется на нефтегазовом секторе и угле.

Согласно принятой Стратегии, основным показателем достижения углеродной нейтральности является уменьшение выбросов парниковых газов. Однако достижение углеродной нейтральности без эффективного потребления энергии, вырабатываемой ВИЭ и альтернативными источниками энергии, будет длительным и дорогостоящим процессом.

Согласно данным топливно-энергетического баланса Казахстана за 2022 год, жилищный сектор является крупнейшим потребителем конечной энергии, потребляя столько же энергии, сколько и промышленность. Правительство Казахстана, чтобы не допустить социального напряжения среди населения, сдерживает рост тарифов для населения за счет повышения тарифов для юридических лиц и государственных учреждений. Это приводит к неэффективному расходованию бюджетных средств и ограничениям для развития бизнеса.

Таким образом, жилищный сектор является крупнейшим потребителем энергии в Казахстане, поэтому его декарбонизация будет сложной и дорогостоящей задачей. Однако, если к этому вопросу подойти рационально и вовремя принять меры по повышению энергоэффективности, этот сектор может стать одним из драйверов развития экономики страны.

Новизна темы магистерского исследования: теоретически обосновывается роль жилищного сектора в построении низкоуглеродной экономики. Жилищный сектор является одним из ключевых факторов, влияющих на предложение энергии. Исследование также демонстрирует взаимосвязь между энергоэффективностью, низкоуглеродной экономикой и ролью, которую играет в этом процессе жилищный сектор.

Цель исследования: разработать рекомендации по повышению роли энергоэффективности жилищного сектора в условиях становления низкоуглеродной экономики Казахстана.

Объектом исследования является - жилищный сектор Казахстана, а **предметом** – повышение роли энергоэффективности жилищного сектора в контексте низкоуглеродной экономики страны.

Задачей исследования: изучить теоретические основы энергоэффективности жилищного сектора и низкоуглеродной экономики, выявить современные тенденции энергоэффективности жилищного сектора в мировой экономике, провести анализ современного состояния жилищного сектора Казахстана и разработать рекомендации для повышения энергоэффективности жилищного сектора.

Основные научные положения, выносимые на защиту:

1. Снижение выбросов парниковых газов (ПГ): Жилищный сектор является одним из основных источников выбросов ПГ, особенно в развивающихся странах. Повышение энергоэффективности зданий может привести к значительному сокращению выбросов ПГ за счет снижения потребления энергии. Это может иметь существенное влияние на смягчение изменения климата и улучшение качества воздуха.

2. Развитие альтернативных отраслей экономики: Переход к энергоэффективным зданиям стимулирует рост новых отраслей экономики, связанных с производством и установкой энергоэффективных материалов, технологий и оборудования. Это может привести к созданию новых рабочих мест и экономическому росту.

3. Снижение государственных расходов: Государственные расходы на энергоснабжение жилищного сектора могут быть значительно сокращены за счет повышения энергоэффективности. Это может привести к освобождению средств, которые могут быть направлены на другие важные цели, такие как образование, здравоохранение и инфраструктура. Повышение энергоэффективности также может привести к снижению субсидий на энергоносители, что может помочь сократить дефицит бюджета.

Теоретика - методологическая основа исследования: В работе был применен комплекс методов, охватывающих как теоретические, так и практические аспекты изучения роли энергоэффективности жилищного сектора в достижении углеродной нейтральности. Изучение научных трудов стало основой для исследования методов достижения низкоуглеродной экономики, повышения энергоэффективности и ознакомления с мировым опытом в этой области. Анализ статистических данных дал количественную оценку энергоемкости экономики Казахстана и жилищного сектора, выявив проблемные области. Факторный и кластерный анализ помог разобраться в сложных взаимосвязях между различными факторами, влияющими на энергоэффективность. Сравнительный анализ нормативно-правовых документов вскрыл их несогласованность, препятствующую реализации мер по повышению энергоэффективности. Пилотный проект по энергоэффективной модернизации жилых домов в г. Астана продемонстрировал практическую реализуемость и эффективность предлагаемых решений.

Теоретическая и практическая значимость: Результаты исследования могут быть использованы в разработке новых подходов в декарбонизации экономики Казахстана с учетом особенности жилищного сектора, а также для разработки и реализации государственной политики в области повышения энергоэффективности жилищного сектора. Расширение знаний о мировом опыте и разработке рекомендации по его адаптации к условиям Казахстана. Для разработки и внедрение строительных норм и правил, направленных на повышение энергоэффективности зданий. Разработка и реализация программ управляющими компаниями по повышению энергоэффективности жилых домов, находящихся под их управлением. Проведение информационно-просветительской работы с населением по вопросам энергосбережения и энергоэффективности. Результаты работы могут быть использованы в качестве учебного материала тематических курсов и дисциплин, посвященных вопросам энергоэффективности жилищного сектора и низкоуглеродной экономики. На основе этих данных можно определить приоритеты для распределения бюджетных средств на разработку и внедрение энергоэффективных технологий,

проведение научно-исследовательских работ, подготовку кадров, стимулирование спроса на энергоэффективное жилье и т. д.

Результаты исследования также могут быть использованы для демонстрации инвесторам потенциала рынка энергоэффективных решений в жилищном секторе Казахстана.

Таким образом, данное исследование является ценным вкладом в дело развития низкоуглеродной экономики Казахстана, повысить энергобезопасность страны, создать новые рабочие места и улучшить качество жизни населения.

Информационная база исследования: в качестве источников использовались свободно доступные данные как статистические данные ТЭБ, энергоемкости экономики Казахстана, публикации о жилищном секторе сформированные Бюро национальной статистики РК. А также научные, статьи, отчеты национальных компании, электронные ресурсы, экспертные заключения, литература библиотеки Академии государственного управления при Президенте РК, Стратегия достижения углеродной нейтральности Казахстана до 2060 года, концепции развития ЖКХ, электроэнергетической отрасли и развития сферы энергосбережения и энергоэффективности. Также полученный практический опыт в рамках стажировка в Институте экономических исследований, Агентстве по стратегическому планированию и реформированию РК, зарубежная стажировка в институте Миколо Ромерио (Литва).

Данные методы и источники информации позволили провести комплексный анализ и сделать обоснованные выводы.

Апробация и внедрение результатов исследования: в рамках исследования магистерского проекта опубликовано статья в «XIX Научно-практическая конференция «Управление информационными услугами» с докладом на тему: Повышение энергоэффективности в условиях перехода Казахстана к низкоуглеродной экономике» (Академия управления при Президенте Республики Беларусь, г. Минск 22 марта 2023 года) и в Международной научно – практической конференции: «Открытое правительство и новая культура управления: слушать, понимать, действовать» статья на тему: Декарбонизация экономики Казахстана (Академия государственного управления при Президенте РК 20 апреля 2023 года).

Структура и объем магистерского проекта: магистерский проект объемом 77 страниц состоит из введения, трех глав, девяти под глав, заключения, списка использованных источников (54 наименований), включает 26 рисунков, 10 таблиц, а также приложения, в которых собраны рабочие материалы по теме исследования.

1 Теоретические основы низкоуглеродной экономики и энергоэффективности

Тема низкоуглеродной экономики и энергоэффективности активно исследуется как казахстанскими, так и зарубежными учеными.

В частности, в своей работе «Низкоуглеродная экономика: проблемы и перспективы развития в России» (2020) А.И. Шинкевич подробно освещает комплекс вопросов, связанных с переходом к новой экономической модели. Автор не только анализирует актуальные проблемы этого процесса, но и определяет основные направления развития низкоуглеродной экономики в России, давая оценку ее перспектив. Шинкевич убежден, что переход к «зеленой» экономике замкнутого цикла – это не просто дань моде, а жизненно важный шаг для устойчивого развития экономики и общества. Он позволит решить проблему истощения ресурсов, замедлить их утрату, увеличить жизненный цикл на каждой стадии, снизить нагрузку на окружающую среду, уменьшить количество отходов и повысить эффективность ресурсо- и энергосбережения. Помимо этого, переход к новой модели создаст новую экосистему производства и потребления, основанную на принципах замкнутого цикла, коллаборации и межсекторального сотрудничества. Ожидается, что результативность производственно-хозяйственной деятельности возрастет за счет использования биотехнологий и технологий ресурсосбережения [7].

В работе Ануфриева В. П. и Кулигина А.П. (2011) «Низкоуглеродная экономика, энергоэффективность, устойчивое развитие» на примере Свердловской области РФ проводится комплексный анализ взаимосвязи между основным источником выбросов парниковых газов (ПГ), низкоуглеродной экономикой, энергоэффективностью и устойчивым развитием. Авторы подчеркивают, что переход к низкоуглеродной экономике и устойчивому развитию невозможен без снижения выбросов ПГ от ТЭК (топливно-энергетического комплекса). В этой связи повышение энергоэффективности ТЭК является одним из наиболее эффективных методов сокращения выбросов ПГ. Достижение целей низкоуглеродной экономики и устойчивого развития требует комплексного подхода, который включает: повышение энергоэффективности, развитие ВИЭ и внедрение низкоуглеродных технологий. Работа убедительно демонстрирует, что энергоэффективность играет ключевую роль в устойчивом развитии региона [**Error! Reference source not found.**].

Исследование «Механизмы реализации концепции низкоуглеродного развития экономики», авторства И.С. Белик, Н.В. Стародубец, Т. В. Майоровой и А. И. Ячменевой (2016), представляет собой глубокий анализ концепции низкоуглеродной экономики. Авторы детально рассматривают ее актуальность, цели и задачи. В работе дается определение ключевых понятий: низкоуглеродная экономика, концепция устойчивого развития, «зеленая» экономика. Авторы подчеркивают, что переход к низкоуглеродной экономике – это комплексный процесс, требующий системного подхода. В работе также дается описание инструментов, которые могут быть использованы для реализации этой задачи. Центральная идея исследования фокусируется на том, что низкоуглеродная

экономика базируется на использовании источников энергии с низким уровнем выбросов парниковых газов. Концепция устойчивого развития — это долгосрочная стратегия развития общества, направленная на удовлетворение потребностей текущего поколения без ущерба для будущих возможностей. «Зеленая» экономика нацелена на повышение благосостояния людей и обеспечение социальной справедливости, одновременно значительно снижая риски для окружающей среды. В работе также дается оценка барьерам, препятствующим переходу к «зеленой» экономике. Среди них: низкие цены на ресурсы, высокие первоначальные затраты на «зеленые» технологии, инертность бизнеса и потребителей, недостаточное внимание вопросам международного сотрудничества в области перехода к низкоуглеродной экономике, а также вопросы финансирования «зеленых» проектов. В целом, монография представляет собой ценный вклад в изучение проблем перехода к низкоуглеродной экономике [Error! Reference source not found.].

В своей работе «Теоретические и практические аспекты низкоуглеродного развития экономики» (2021) М. А. Любарская детально исследует актуальный вопрос перехода к новой экономической модели. Автор не только анализирует причины и предпосылки этого шага, но и представляет обзор различных подходов к его реализации. Особое внимание уделяется обоснованию необходимости перехода к низкоуглеродной экономике в контексте проблемы глобального потепления и изменения климата. В статье даются ценные рекомендации по разработке и реализации комплексной национальной стратегии, направленной на стимулирование развития возобновляемых источников энергии и энергосберегающих технологий. Помимо этого, автор подчеркивает важность повышения осведомленности как населения, так и бизнеса о преимуществах низкоуглеродной экономики, что станет важной частью успешного перехода к новой модели [10].

В своей работе Голубчиков О.Ю. и Бадьин А. В. (2013) «Роль жилищного хозяйства в климатической и энергетической политике» акцентируют внимание на жилищном секторе как одном из главных потребителей энергии и источников выбросов CO₂. Анализ показывает, что жилой фонд в бывших социалистических странах имеет низкие стандарты энергоэффективности, обусловленные: устаревшим жилым фондом, слабым контролем за потреблением энергии и низкими доходами населения. В то же время, наследие централизованного планирования, наличие ТЭЦ и оживление в жилищном строительстве открывают возможности для внедрения энергоэффективных решений. Авторы предлагают повышать осведомленность населения о выгодах энергосбережения, привлекать инвестиции в модернизацию жилищного фонда и использовать возможности централизованного теплоснабжения. Подчеркивается негативное влияние низкой энергоэффективности на здоровье и условия жизни людей. Делается вывод, что повышение энергоэффективности в жилищном секторе имеет множество экономических, социальных и экологических выгод [11].

В работе Акулова, Я. Н. (2014) «Система показателей оценки энергоэффективности как фактора экономического роста региональной

экономики» автор анализирует проблемы энергоэффективности в российской экономике. В работе анализируется система показателей, используемая для оценки энергоэффективности в Оренбургской области. Автор приходит к выводу, что существующая система показателей является недостаточной и требует ввода дополнительных показателей. В работе предлагается использовать систему показателей, разработанную Башмаковым И. А. и Лебедевым Ю. А., Летягиной Е. Н. и Сидоренко Ю. А., которая позволяет комплексно оценить энергоэффективность региона. Система показателей разделена на три группы: показатели энергопотребления, показатели энергопроизводства и показатели, характеризующие энергетический аспект функционирования энергетической системы региона, каждая из которых включает свои индикаторы. Предложенная система показателей является актуальной и практически значимой. Она может быть использована при разработке региональных программ по энергосбережению [12].

В работе Горбунова С. В. (2012) «Организационно-экономический механизм повышения энергоэффективности в жилищном хозяйстве» автор анализирует проблемы энергоэффективности в жилищном секторе. Отмечает, что для достижения прогресса в этой области необходимы не только технологические решения, но и институциональная инфраструктура. Автор определяет энергоэффективное жилье как жилье, которое, не ущемляя комфорт жильцов и не нанося ущерба окружающей среде, обеспечивает сокращение энергоемкости жилищных услуг. Это означает, что жилье, которое потребляет избыточное количество энергии, загрязняет окружающую среду и создает проблемы с доступностью энергии, не может считаться эффективным. Автор предлагает комплекс мер по повышению энергоэффективности жилья, включающий реконструкцию существующего жилья, строительство энергоэффективных зданий, развитие энергоэффективных коммунальных систем, замену неэффективного оборудования и стимулирование энергосберегающего поведения. При этом он подчеркивает, что процесс повышения энергоэффективности должен быть комплексным, учитывать социальные аспекты и осуществляться с учетом региональной специфики [13].

В работе Шуленбаева, А. Р., Добровольская, В. В., Тажбенова, Ж. О. (2021) «Перспективы строительства энергоэффективных зданий в Казахстане» авторы обосновывают необходимость строительства энергоэффективных зданий в стране, ссылаясь на высокое углеродное загрязнение и низкую энергоэффективность существующего жилого фонда. Анализируя мировой опыт, авторы описывают первые проекты энергоэффективных зданий в Казахстане, построенные по международным стандартам LEED. Они также представляют проект строительства бизнес-центра Talan Towers, который станет первым зданием в стране, сертифицированным по LEED. Отмечая, что зеленое строительство, несмотря на свою дороговизну, увеличивает рентабельность инвестиций и ценность объекта, авторы подчеркивают, что строительство энергоэффективных зданий является важной задачей для Казахстана. Авторы отмечают, что строительство энергоэффективных зданий является важной

задачей для Казахстана, так как оно позволит снизить выбросы парниковых газов, повысить энергоэффективность и улучшить качество жизни людей [14].

А. Нурсанкызы, Воронова Н. В. и Темирханова Г. Т. (2016) в работе «Повышение энергоэффективности в жилых зданиях Казахстана» обосновывают необходимость строительства энергоэффективных зданий в стране, ссылаясь на высокий уровень выбросов парниковых газов и низкую энергоэффективность существующего жилого фонда. Авторы, анализируя текущую ситуацию, подчеркивают низкий уровень теплозащиты зданий, отсутствие энергосберегающего инженерного оборудования, несовершенство систем учета и регулирования расхода тепловой энергии, высокий уровень теплопотерь и несоответствие зданий современным требованиям энергоэффективности. В связи с этим, предлагается комплекс мер по повышению энергоэффективности жилых зданий, включая: разработку и внедрение новых строительных норм и правил, учитывающих климатические особенности Казахстана, применение энергоэффективных материалов и технологий, модернизацию существующих зданий и стимулирование спроса на энергоэффективное жилье [15].

В работе Бобылева С. Н. (2012) «Индикаторы устойчивого развития для России» дается комплексный анализ индикаторов устойчивого развития, используемых на международном и российском уровнях. Автор отмечает, что традиционные экономические показатели, такие как ВВП, не дают полной картины развития, игнорируя социальные и экологические факторы. В связи с этим, все большее значение приобретают индикаторы устойчивого развития, которые позволяют оценить влияние различных аспектов развития на благосостояние людей и окружающей среды.

В работе представлены различные подходы к разработке систем индикаторов устойчивого развития, а также дается подробный обзор существующих систем, таких как система индикаторов Комиссии по устойчивому развитию ООН, система индикаторов Всемирного Банка и др. Автор отмечает, что в России уже накоплен определенный опыт разработки индикаторов устойчивого развития на федеральном и региональном уровнях.

Автор выделяет два основных подхода к разработке индикаторов:

Построение системы индикаторов, где каждый из них отражает отдельные аспекты устойчивого развития (экономические, социальные, экологические).

Построение агрегированного (интегрального) индикатора, который позволяет судить о степени устойчивости социально-экономического развития в целом.

Автор подробно описывает преимущества и недостатки каждого из этих подходов, а также приводит примеры существующих систем индикаторов устойчивого развития, разработанных международными организациями (ООН, ОЭСР) и отдельными странами.

В заключение автор отмечает, что индикаторы устойчивого развития должны служить инструментом для оценки происходящих процессов, их ретроспективного анализа и прогнозирования будущего [16].

Таким образом, обзор работ вышеуказанных работ можно разделить на три группы: моделирование, теория и практика.

Моделирование: (Ануфриев В. П., Кулигин А.П.) исследует взаимосвязь между выбросами парниковых газов, низкоуглеродной экономикой, энергоэффективностью и устойчивым развитием.

Теоретические основы: (Шинкевич А.И., Любарская М. А., Белик И.С., Стародубец Н.В., Майорова Т. В., Ячменева А. И.) изучают актуальные проблемы, цели, задачи и перспективы развития низкоуглеродной экономики, а также определяют ключевые понятия: низкоуглеродная экономика, концепция устойчивого развития, «зеленая» экономика.

Практические исследования: (Голубчиков О.Ю., Бадьин А.В., Акулов Я.Н., Горбунов С. В., Шуленбаев, А. Р., Добровольская, В. В., и Тажбенова, Ж. О. Нуржанкызы, А., Воронова, Н.В. Темиржанова и Темиржанова Ж.Т.) посвящены анализу проблем энергоэффективности в жилищном секторе, разработке системы показателей оценки энергоэффективности, комплексу мер по повышению энергоэффективности жилья, описанию первых проектов энергоэффективных зданий в Казахстане. Изучение всех трех групп работ позволяет получить исчерпывающее представление темы низкоуглеродной экономики и энергоэффективности.

В завершение обзора необходимо подчеркнуть, что анализ включал как казахстанские, так и российские исследования, что обусловлено схожестью их энергетической и жилищной инфраструктуры. Следует отметить недостаточное количество казахстанских работ, посвященных роли энергоэффективности жилищного сектора в контексте низкоуглеродной экономики и на уровне макроэкономических показателей.

Это направление исследований представляется перспективным и актуальным, что обуславливает необходимость его дальнейшего развития.

1.1 Низкоуглеродная экономика: концепция, цели, инструменты

В XXI веке человечество, наука, политика и общественность столкнулись с важной задачей определения модели развития цивилизации. Постиндустриальная экономика, общества знаний, социально ориентированное общество – все эти термины отражают поиски оптимального пути. За последние 30 лет был достигнут консенсус: в основе развития XXI века лежит концепция устойчивого развития. Она стала парадигмой, объединяющей три основополагающих документа.

Первый такой документ был подписан по итогам Конференции ООН по устойчивому развитию (Рио+20), состоявшейся в Рио-де-Жанейро в 2012 году «Future we want - Будущее, которое мы хотим» [17]. Оно представляет собой четкое видение будущего развития человечества связанное с «Sustainable development - устойчивое развитие», к которому должны стремиться все страны мира.

Второй документ, не менее важный, был принят в 2015 году. Он определяет «Повестку дня на 2030 год» - план действий, который поможет человечеству жить и развиваться устойчиво. В рамках этой повестки дня был утвержден еще один важный документ - Цели устойчивого развития (ЦУР) [18]. ЦУР — это набор из 17 глобальных целей, свыше 160 задач, там свыше 230 индикаторов. Эти индикаторы переводят абстрактную идею устойчивого развития на язык конкретных экономических, социальных и экологических показателей, что позволяет не только оцифровать проблемы и задачи, но и отслеживать прогресс в их решении, чему не отвечает ВВП.

Для Казахстана, с его рентной экономикой, проблема ограниченности ВВП особенно актуальна. Рост ВВП здесь часто достигается за счет продажи нефти и газа, что может иметь негативные последствия: деградацию природы, истощение природных ресурсов, ухудшение здоровья населения и рост социального неравенства.

И третий важный документ Парижское соглашение по изменению климата, который призывает к глобальному переходу к устойчивому и низкоуглеродному развитию [3]. И вот на основе этих трех документов, которые были приняты всеми странами мира, можно говорить о такой консенсусной парадигме. Все страны мира согласились, что 21 век — это век переход к устойчивому развитию.

Визуализация устойчивого развития часто представлена в сбалансированном развитии трех компонентов экономической, социальной и экологической в виде диаграммы Венна, где три круга пересекаются друг с другом (см.Рис.1).



Рисунок 1- Иллюстрация концепции устойчивого развития

Примечание – Составлено автором на основании [16].

Данная визуализация является простой и понятной иллюстрацией сложного концепта устойчивого развития. Она помогает людям понять, что устойчивое развитие — это не просто экономический рост, но и баланс между экономическими, социальными и окружающей средой. Зона пересечения представляет собой область, где достигается баланс между тремя измерениями, что является фундаментом устойчивого развития. Для состояния Казахстана это три не равноценных круга, огромный круг — это экономика, довольно маленький это общество и совсем маленький круг природа, который практически

игнорируется в результате их пересечение минимальны. А задачи устойчивого развития сделать равными круги и максимальную площадь их пересечения, чтоб это было сбалансированным площадьюю.

В контексте концепции устойчивого развития вопрос снижения выбросов парниковых газов приобретает все большую актуальность, что приводит к появлению таких новых терминов, как «низкоуглеродная экономика». Это означает, что экономика страны должна быть основана на низкоуглеродных источниках энергии (возобновляемые источники энергии, атомная энергия) и на технологиях, которые снижают выбросы парниковых газов.

Изучая тему низкоуглеродной экономики, эксперты выражают следующие мнения. С точки зрения, Любарской М. А. под «низкоуглеродной экономикой» следует понимать экономическую модель, при которой в рамках процессов производства и потребления основное внимание уделяется повышению энергетической эффективности, снижению выбросов парниковых газов (ПГ) и развитию рынка возобновляемых источников энергии, что позволяет оптимизировать добычу и потребление углеводородов и снизить уровень негативного воздействия на окружающую среду субъектов экономической деятельности [10]. И к определению данного понятия наглядно представлены элементы в виде рисунка (см.Рис.2).



Рисунок 2 - Элементы понятия «Низкоуглеродная экономика»

Примечание – Составлено автором на основании источника [10].

Автор статьи акцентирует внимание на том, что сокращение выбросов ПГ, особенно CO₂, в процессе производства товаров и услуг, является критически важным фактором в переходе к низкоуглеродной экономике. Любая деятельность человека, будь то производство или потребление, оставляет свой углеродный след. Полностью устранить углеродный след производства невозможно, поэтому его минимизация становится приоритетной задачей, а одним из ключевых элементов низкоуглеродной экономики, как отмечает автор и другие источники, является переход к низкоуглеродному образу жизни, предполагающему осознанное сокращение потребления энергии в быту для уменьшения выбросов CO₂.

Помимо прочего, набирающим обороты инструментом достижения целей низкоуглеродной экономики является дивестиция – вывод инвестиций из традиционных отраслей и перенаправление их в новые, низкоуглеродные. Индивидуальные инвесторы могут продать акции компаний, занимающихся добычей ископаемого топлива, институциональные – исключить их из своих портфелей, а государства – инвестировать суверенные фонды в низкоуглеродные технологии.

Еще одним ключевым принципом построения экологически устойчивой экономики является декаплинг – увеличение конечных результатов при уменьшении потребления ресурсов и производства загрязнений. Достичь декаплинга возможно за счет развития экологичных технологий, повышения энергоэффективности, перехода к циркулярной экономике и изменения потребительских моделей.

Также одним из важных механизмов стимулирования низкоуглеродной экономики является система торговли выбросами (СТВ) или Cap-and-trade, используемая, например, в Евросоюзе. Она представляет собой сочетание ограничений (квот) на выбросы парниковых газов и возможности их перепродажи на бирже. Суть системы в том, правительство устанавливает общий допустимый объем выбросов парниковых газов на год. Этот объем делится на квоты, которые распределяются между компаниями, загрязняющими атмосферу. Часть квот компании получают бесплатно, а остальную часть могут купить на бирже. Со временем количество бесплатных квот сокращается, что стимулирует компании к снижению выбросов. Компании, которые смогли сократить выбросы, могут продать свои избыточные квоты другим компаниям. Выручка поступает в бюджет страны постепенно доля квот, продающаяся на аукционах, растет.

Кроме того, Евросоюз объявил о намерении создать СВМ (Carbon border adjustment mechanism) систему трансграничного углеродного регулирования (ТУР). 2026 года европейский союз планирует ввести углеродный налог для продукции, которая ввозится из стран, где не применяется система углеродного регулирования или из стран, имеющих меньшие платежи.

В первую очередь это коснется экспорта электроэнергии, удобрений, цемента и металлов, то есть 4 группы товаров на сегодня. В результате для Казахстана нарастает целый ряд рисков, и один из самых значимых — это снижение конкурентоспособности казахстанских товаров на европейском рынке.

В работе Рогинко «Трансграничные углеродные налоги: риски для российского ТЭК» автор подробно анализирует каждый из этих рисков и приходит к выводу, что они могут иметь серьезные негативные последствия для российской экономики. Автор отмечает, что введение ТУР может привести к снижению прибыли и конкурентоспособности российских экспортеров, росту цен для потребителей, ухудшению отношений с ЕС, снижению инвестиционной привлекательности, увеличению нагрузки на бюджет, росту выбросов парниковых газов, безработицы и снижению уровня жизни. Для минимизации этих рисков необходимо диверсифицировать экспортные рынки, вести

дипломатическую работу с ЕС, а также разрабатывать меры по снижению углеродного следа российской экономики [21].

Хотя тема снижения углеродного следа и выбросов парниковых газов уже много лет на повестке дня мировой общественности, прогресс в этой области все еще недостаточно быстрый.

Согласно статистическим данным независимой консалтинговой исследовательской компании Enerdata за последние 30 лет кардинальные изменения не произошли, если посмотреть динамику выбросов CO₂ с 1990 года на 2022 год, можно наблюдать, что США практически не снизили выбросы CO₂, Китай и Индия вовсе нарастил выбросы CO₂ (см. Рис. 3).

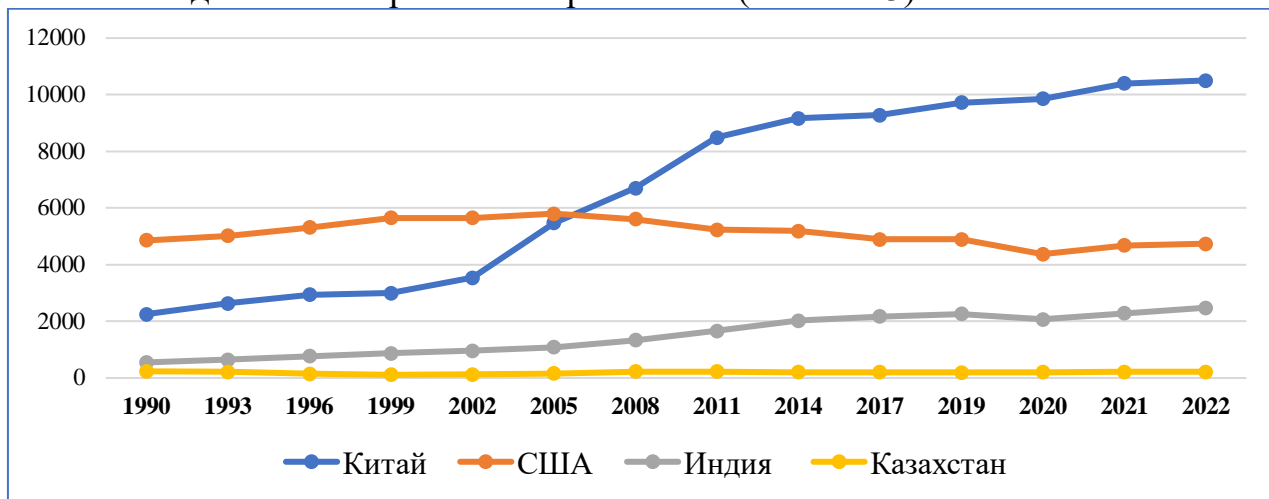


Рисунок 3 - Мировые выбросы CO₂ развитых экономик в сравнении с Казахстаном (от сжигания угля)

Примечание - Составлено автором на основе источника [48].

Несмотря на то, что Казахстан не входит в десятку лидеров по выбросам CO₂, он занимает первое место в мире по углеродному фактору. Это означает, что на каждую тонну эквивалента первичной энергии, потребляемой в Казахстане, приходится 3,11 тонны выбросов CO₂. Для сравнения, в Китае этот показатель составляет 2,76 тонны CO₂ на тонну эквивалента первичной энергии (см. Рис.4).

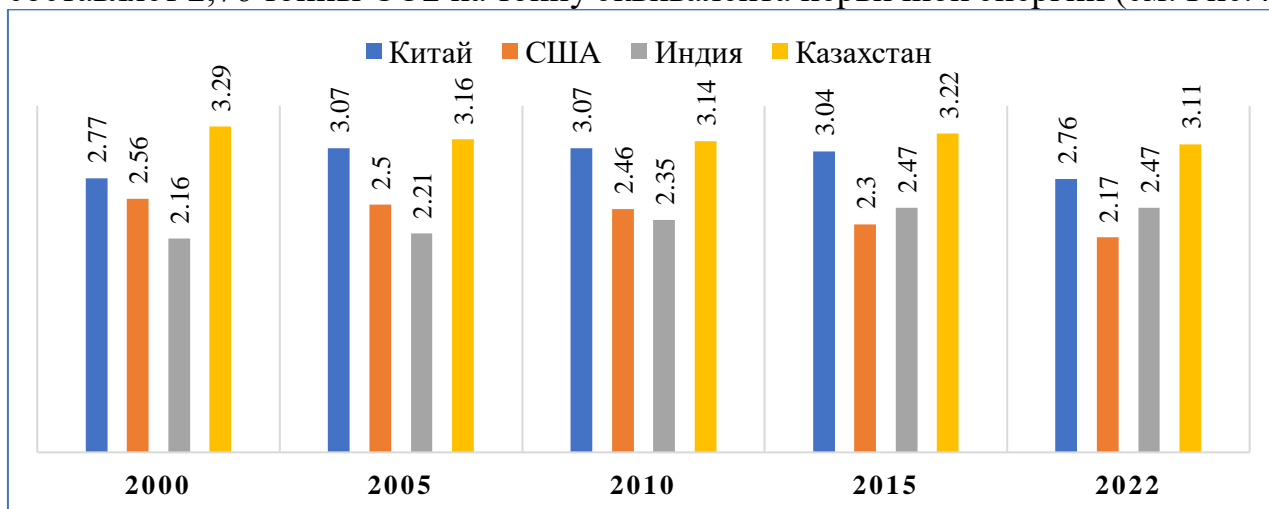


Рисунок 4 - Углеродный фактор (коэффициент выброса CO₂) развитых экономик в сравнении с Казахстаном

Примечание - Составлено автором на основе источника [48].

Согласно заключению независимой консалтинговой исследовательской компании Enerdata высокий углеродный фактор в Казахстане обусловлен сжиганием угля для энергии и отопления, в то время как Китай, будучи промышленным гигантом, снизил его, заменив уголь газом и ВИЭ, а также повысив энергоэффективность. Китайский опыт может стать ценным уроком для Казахстана.

Как видно из таблицы 1 [22, с.204], при работе типовой ТЭС мощностью 1000 Мвт от угля образуются следующие вещества (см. Таб.1). Для нефти этот показатель в 50 раз меньше.

Таблица 1- Выбросы загрязняющих вещества ТЭС

Загрязняющее вещество	Количество за год
SO _x , т (оксид серы)	1100
N _x O _x , т (оксид азота)	350
CO ₂ , т (диоксид углерода)	72500
CO (оксид углерода)	94
Твердые частицы, т	300
Радиоактивность, Бк	259
Дымовые газы, ГДж	1350
Теплота от конденсата, ГДж	4050

Примечание - Составлено автором на основании источника [29].

Для Казахстана отказ от угля и переход на более чистые источники энергии, такие как газ и ВИЭ, является ключом к снижению его углеродного фактора. Это позволит не только улучшить качество воздуха, но и привлечь инвестиции в «зеленую» экономику.

Несмотря на огромный потенциал развития ВИЭ, их использование в Казахстане остается ограниченным.

Тем не менее, страна твердо взяла курс на устойчивое развитие, ратифицировав Парижское соглашение в 2016 году [5]. Определяемые на национальном уровне вклады (ОНУВ), разработанный в соответствии с этим соглашением, служит национальным планом действий по противодействию изменению климата [0].

ОНУВ ставит амбициозные цели: безусловное сокращение выбросов парниковых газов на 15% к 2030 году (по сравнению с 1990 годом), увеличение доли ВИЭ в энергобалансе страны до 30% к 2030 году, повышение энергоэффективности экономики на 25% к 2030 году, а также адаптация к последствиям изменения климата, таким как засуха, наводнения и стихийные бедствия.

Для достижения этих целей Казахстан разработал углеродный бюджет [39], который определяет максимально допустимый объем выбросов парниковых газов, который страна может себе позволить, чтобы не превысить целевой уровень глобального потепления. Этот бюджет рассчитывается с учетом оставшегося углеродного бюджета планеты, распределенного между странами

пропорционально их исторической ответственности за выбросы и возможностям по их сокращению. Иными словами, углеродный бюджет представляет собой количественное выражение целей ОНУВ по сокращению выбросов парниковых газов. Для реализации данного бюджета необходимо достичь углеродной нейтральности, когда выбросы парниковых газов не превышают их поглощение. Этого можно добиться за счет сокращения выбросов, восстановления лесов, повышения энергоэффективности и развития ВИЭ.

В Казахстане для определения допустимых квот на выбросы парниковых газов в будущем используется эталонный уровень выбросов за 1990 год, зафиксированный в утвержденном углеродном бюджете до 2025 года. Этот объем, равный 381 694 078 тонн CO₂, служит отправной точкой для расчета допустимых квот на выбросы в последующие годы. Согласно данному бюджету, квотируемые выбросы парниковых газов ежегодно сокращаются темпами около 1,5%.

Ключевым элементом этой стратегии является интеграция углеродного бюджета в Экологический кодекс [38]. Это решение обеспечивает правовую основу для реализации мер по снижению выбросов. Помимо этого, разработана Зеленая таксономия, которая определяет приоритетные направления инвестиций, способствующие переходу к низкоуглеродной экономике.

Таким образом, низкоуглеродная экономика, являясь подсистемой устойчивого развития, фокусируется не только на сокращении выбросов парниковых газов, но и на переходе к экологически чистым источникам энергии, модернизации инфраструктуры и внедрении энергосберегающих технологий. Важно понимать, что низкоуглеродная экономика – это не синоним зеленой экономики. Зеленая экономика фокусируется на экономической деятельности, не наносящей ущерб окружающей среде, а низкоуглеродная модель ставит акцент на сокращении выбросов ПГ.

Подводя итоги следует отметить, что решительные действия Казахстана, направленные на достижение целей по сокращению выбросов ПГ, не только позволят стране внести значимый вклад в глобальную борьбу с изменением климата, но и откроют ряд других важных преимуществ.

Во-первых, переход к низкоуглеродной экономике будет способствовать улучшению качества воздуха и окружающей среды в целом. Это, в свою очередь, приведет к улучшению здоровья населения, снижению затрат на здравоохранение и повышению привлекательности Казахстана как места для жизни и работы.

Во-вторых, внедрение энергоэффективных технологий и развитие ВИЭ позволит повысить энергетическую безопасность страны, снизить зависимость от импорта ископаемого топлива и диверсифицировать экономику.

В-третьих, Казахстан может стать лидером в области «зеленых» технологий и экспортировать свои ноу-хау в другие страны, что создаст новые рабочие места и стимулирует экономический рост.

Помимо этих непосредственных выгод, решительные действия по сокращению выбросов ПГ также будут способствовать укреплению международного имиджа Казахстана как ответственной и дальновидной страны. Это может привести к росту инвестиций, увеличению туристического потока и укреплению геополитического влияния Казахстана на мировой арене.

При этом важно, что одним из главных вызовов на пути к низкоуглеродной экономике является повышение энергоэффективности, которое рассмотрим в следующем разделе.

1.2 Энергоэффективность: понятия и классификация

Стремление к энергоэффективности пронизывает все сферы жизни, от зданий, в которых мы живем, до электроприборов, которые мы используем. Повышение энергоэффективности зданий и электроприборов позволяет не только снизить потребление энергии и расходы на оплату энергоносителей, но и уменьшить выбросы парниковых газов, что играет важную роль в борьбе с изменением климата.

Одним из важнейших инструментов оценки и мониторинга энергоэффективности на глобальном уровне является деятельность Международного энергетического агентства (МЭА). С 1997 года МЭА ежегодно публикует отчеты о показателях энергоэффективности. Эти отчеты не только анализируют влияние уже достигнутых показателей энергоэффективности на конечное потребление энергии, но и прогнозируют влияние будущих тенденций.

Благодаря работе МЭА, страны и различные заинтересованные стороны получают доступ к важной информации, которая помогает им разрабатывать и внедрять все более эффективные энергетические политики.

За время своей работы МЭА опубликовал ряд важных пособий по этой теме. Среди них:

- «IEA Energy Statistics Manual» (2005) которое является подробным справочным материалом по сбору, обработке и анализу данных об энергетике [42].

- «Oil Crises & Climate Challenges: 30 Years of Energy Use in IEA Countries» (2004). В докладе анализируются тенденции в использовании энергии и выбросах углекислого газа (CO₂) в странах - членах МЭА за последние 30 лет (с момента основания МЭА) [42].

- «Energy Use in the New Millennium» (2007). В докладе представлен углубленный анализ глобальных энергетических тенденций и прогнозов на первую четверть 21-го века [42].

Эти публикации иллюстрируют прогресс, достигнутый в области энергоэффективности, и подчеркивают важность этой работы для обеспечения устойчивого развития.

МЭА в своем «Отчете о рынке энергоэффективности» (2013) провозглашает энергоэффективность главным энергетическим ресурсом, сравнивая ее с «нефтью XXI века». Инвестиции в энергоэффективность в ряде

стран МЭА уже дали больший эффект, чем добыча любого другого вида энергии. Энергоэффективность – это нефтяной резерв, скрытый от глаз, но не менее ценный. Показатели энергоэффективности позволяют оценить масштабы этого «скрытого топлива» [42].

МЭА в своей публикации «Показатели энергоэффективности: основы статистики» (IEA, 2014) дает четкое определение разницы между энергоемкостью и энергоэффективностью. Так, энергоэффективность – это способность чего-либо обеспечивать больший объем услуг при одинаковых затратах энергии или тот же объем услуг при меньших затратах энергии, а энергоемкость же – это количество энергии, затраченной на единицу деятельности или продукции в подсекторах экономики или видах конечного потребления [43].

При этом МЭА отмечает, что важно понимать, что энергоемкость определяется многими факторами, а не только энергоэффективностью. Среди этих факторов: структура экономики, тип промышленной базы, величина обменного курса, доступность энергетических услуг, размеры страны, климат и поведение потребителей. Изменение этих факторов, не связанных с энергоэффективностью, может замаскировать ее влияние. Поэтому использование показателей энергоемкости вместо энергоэффективности может привести к обманчивым результатам.

В той же публикации МЭА (2014) четко разграничивает понятия энергосбережения и энергоэффективности. Энергосбережение подразумевает ограничение или сокращение потребления энергии за счет изменения поведения потребителей (например, выключение света в пустых комнатах). Энергоэффективность же фокусируется на использовании более эффективных устройств (например, люминесцентные лампы вместо ламп накаливания), что также приводит к сокращению потребления энергии. При анализе влияния фактического потребления энергии на энергоемкость улучшение энергоемкости будет включать в себя как техническую энергоэффективность, так и энергосбережение [43].

Если обратиться к Закону Республики Казахстан «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности», то энергоэффективность определяется как соотношение между объемом предоставленных услуг, выполненных работ, произведенной продукции или полученных энергоресурсов и объемом использованных для этого исходных энергоресурсов [23].

Оба определения энергоэффективности верны, но различаются в фокусе. МЭА делает акцент не просто на экономии энергии, а на применении передовых технологий позволяющих достичь тех же результатов с меньшими затратами. Закон РК дает определение, основанное на соотношении полезного выхода к затраченным ресурсам, что моему мнению является более формализованное, но менее понятное для широкой аудитории.

Сложность определения энергоэффективности приводит к тому, что люди не знают, как сделать свой дом или офис более энергоэффективным. А если люди не знают, то они ничего не будут делать, и энергоэффективность не повысится.

Все в мире имеет свою меру, и для оценки энергоэффективности применяется классификация, разделяющая объекты на классы от А до G, где А - самый высокий класс энергоэффективности, а G - самый низкий.

При этом важно понимать, что классы энергоэффективности зданий определяются на основе расчетного годового удельного потребления энергии, а классы энергоэффективности электроприборов - на основе потребления энергии в режиме работы и в режиме ожидания. То есть, есть различия между классами энергоэффективности зданий и электроприборов.

В Казахстане порядок определения и пересмотра класса энергоэффективности зданий, строений и сооружений строго регламентируется Правилами [24], которые устанавливают систему обозначений классов энергоэффективности, представленную ниже в таблице (см. Таб.2).

Таблица 2 - Классификация классов энергоэффективности зданий

№ п/п	Обозначение класса энергоэффективности	Наименование класса энергоэффективности	Величина отклонения расчетного (фактического) значения показателя энергоэффективности на отопление и вентиляцию здания от нормативного, %
1	A	очень высокий	ниже -51
2	B	высокий	от -16 до -50
3	C	выше нормального	от -6 до -15
4	D	нормальный	от -5 до +5
5	E	ниже нормального	от +6 до +15
6	F	низкий	от +16 до +50
7	G	очень низкий	более +51

Примечание – Составлено автором на основании источника [24].

Таблица содержит буквенные обозначения классов энергоэффективности (от А до G), где А - самый высокий класс (наиболее энергоэффективный), а G - самый низкий (наименее энергоэффективный).

Требуемый класс энергоэффективности указывается в проектной документации и кадастровом паспорте новых зданий. Класс энергоэффективности существующих зданий определяется энергоаудитом и фиксируется в кадастровом паспорте [23].

Система классов энергоэффективности зданий в Казахстане основана на государственном нормативе, разработанном и утвержденном уполномоченным органом в сфере архитектуры, градостроительства и строительства. На основании этого норматива, при разработке проектной документации жилого или общественного здания, его энергоэффективность оценивается с помощью удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию. Эта физическая величина, выражаемая в Вт/(м³·°С·ч), показывает, насколько эффективно здание сохраняет тепло. Чем меньше значение характеристики, тем лучше здание сохраняет тепло, а значит, тем меньше энергии потребуется на его отопление и вентиляцию [25].

Между тем, настоящим Законом есть исключения по классу энергоэффективности к зданиям, строения, сооружения, являющиеся:

- объектами историко-культурного наследия;
- временные строения хозяйственного назначения сроком службы до 2 лет;
- индивидуальные жилые дома, а также строения на дачных и садовых участках;

- отдельно стоящие здания площадью менее 50 кв. м;
- культовые здания и неотапливаемые здания.

Данные исключения из требований по классам энергоэффективности, установленные в Законе, могут негативно сказаться на политике энергоэффективности и устойчивого развития. В этой связи, государство, как регулятор, должен критически пересмотреть список исключений, учитывая их влияние на энергоэффективность и устойчивое развитие. Важно найти баланс между экономическими и экологическими интересами, чтобы обеспечить устойчивое развитие.

Таким образом, класс энергоэффективности здания напрямую влияет на его энергопотребление. Чем выше класс энергоэффективности, тем меньше энергии потребляет здание. Соблюдение требований к классу энергоэффективности является обязательным для всех новых и реконструируемых зданий в Казахстане. Важным условием при строительстве новых или расширении (капитальном ремонте, реконструкции) существующих зданий, строений и сооружений является соответствие их проектной документации (ПСД) одному из классов энергоэффективности: «А», «В» или «С»[26].

Вместе с тем, следует отметить, что в Казахстане отсутствует отдельный национальный нормативно-правовой документ, устанавливающий классы энергоэффективности электроприборов. Вместо этого применяется технический регламент Евразийского экономического союза «Об энергопотребляющих устройствах» (ТР ЕАЭС 047/2019), который устанавливает требования к энергоэффективности электроприборов на территории всего ЕАЭС [23][0].

В данном случае Казахстан унифицировав систему оценки энергоэффективности использовал преимущества общего рынка ЕАЭС не только для достижения своих целей в области энергоэффективности, а также упрощая торговлю электроприборами между странами-членами, упрощая процедуру их сертификации и маркировки. Снижает административные расходы для бизнеса, позволяя ему сосредоточиться на развитии производства.

ТР ЕАЭС 048/2019 распространяется на большинство энергопотребляющих устройств, за исключением некоторых категорий, таких как транспортные средства, лабораторное оборудование, промышленные печи и устройства с низким энергопотреблением (менее 5 Вт). Документ устанавливает 12 групп энергоэффективности, обозначаемых буквами латинского алфавита от А+++ (самый высокий класс) до G (самый низкий). Конкретные требования к классам энергоэффективности для каждой группы устройств детально прописаны в приложениях к ТР ЕАЭС 048/2019.

В заключение следует отметить, что классы энергоэффективности помогают лучше понять их применение:

- для зданий, позволяет покупателям и арендаторам сделать осознанный выбор в пользу более энергоэффективного жилья, что может привести к снижению расходов на оплату энергоносителей;

- для электроприборов, позволяет покупателям сделать осознанный выбор в пользу более энергоэффективного устройства, что может привести к снижению потребления энергии и расходов на оплату электроэнергии.

Нужно добавить, что внедрение системы классов энергоэффективности имеет не только положительные экономические эффекты, снижая расходы на энергоносители, но и оказывает благоприятное влияние на экологию, сокращая потребление энергии и выбросы парниковых газов.

В целом, классы энергоэффективности являются эффективным инструментом для достижения целей в области энергосбережения и повышения энергоэффективности.

В заключение отметим, что классы энергоэффективности играют важную роль в повышении осведомленности населения и стимулировании перехода к более энергоэффективным технологиям. О их применении в разных сферах расскажем в следующей главе, посвященной мировому опыту энергоэффективности.

1.3 Мировой опыт повышение энергоэффективности жилищного сектора на примере Японии

В большинстве случаев повышение энергоэффективности ассоциируется с модернизацией и реновацией жилых зданий, делая упор на улучшение теплоизоляции. Однако мировой опыт демонстрирует более комплексный подход, где повышение энергоэффективности и энергосбережение начинаются уже на этапе предложения энергии. Ярким примером служит опыт Японии, где повышение энергоэффективности и энергосбережения осуществляется на системном уровне. Эта страна занимает лидирующие позиции среди стран, добившихся наибольших успехов в сфере энергосбережения, и ее опыт представляет большой интерес для других стран, стремящихся к разумному использованию энергетических ресурсов.

Япония выступает лидером в разработке и внедрении энергосберегающих технологий, активно развивая энергоэффективные системы отопления, освещения, кондиционирования воздуха и другие.

Страна также активно инвестирует в развитие возобновляемых источников энергии. В стране строятся новые солнечные и ветряные электростанции, а также развиваются другие альтернативные источники энергии. По данным аналитической консалтинговой компании доля ВИЭ в производстве электричества на 2022 год составило 21,6 %.

Лидерство Японии в сфере энергосбережения обусловлено комплексом факторов, одним из которых стал энергетический кризис 1970-х годов, обнаживший зависимость страны от импортных источников энергии.

В ответ на кризис правительство Японии реализовало комплекс мер, направленных на повышение энергоэффективности экономики, что стало катализатором для развития государственной политики в этой области.

Являясь активным участником Парижского соглашения, Япония взяла на себя обязательства по сокращению выбросов ПГ, что дополнительно стимулирует внедрение энергосберегающих технологий на всех уровнях, укрепляя лидерские позиции страны в этой сфере.

Стремясь к выполнению взятых на себя обязательств, 22 октября 2021 года Кабинет министров Японии утвердил долгосрочную стратегию [47], направленную на достижение этой цели.

Данная стратегия знаменует собой переход от расточительной модели «бери-делай-выбрасывай» к экономике замкнутого цикла и основана на трех ключевых переходах:

1. Декарбонизация: снижение зависимости от ископаемого топлива и достижение нулевого уровня выбросов ПГ.
2. Циркулярная экономика: минимизация отходов и максимальное использование ресурсов для создания безотходного производства и потребления.
3. Децентрализация: расширение возможностей местных сообществ для повышения их самодостаточности и устойчивости к изменениям климата.

Ключевую роль в реализации этой стратегии будут играть местные сообщества, которые с помощью инициатив «Круговой и экологической экономики» смогут внести свой вклад в общее дело.

Общая цель стратегии - восстановление экономики Японии на устойчивых и жизнеспособных принципах, что обеспечит процветающее будущее для грядущих поколений.

В своей работе «Политика Японии в сфере энергосбережения: исторические и правовые аспекты» (2011), Стрельцов Д.В. подробно описывает Закон о рациональном использовании энергии, являющийся основополагающим актом в этой сфере. Главная особенность данного закона заключается в использовании позитивной мотивации вместо штрафных санкций. Вместо угрозы наказания, закон фокусируется на стимулировании энергосберегающего поведения, используя такие методы как предоставление субсидий, налоговые льготы, информационные кампании, программы обучения. Автор отмечает, что позитивный подход закона оказался эффективным и способствовал значительному повышению энергоэффективности в Японии [46].

Закон применяется к широкому кругу субъектов, включая предприятия, здания и транспортные средства. Закон содержит ряд мер, направленных на достижение его целей, таких как установление стандартов энергоэффективности, обязательная сертификация энергосберегающих продуктов, предоставление субсидий и проведение информационных кампаний.

В связи с растущей популярностью полной электрификации домов, укрупнением и диверсификацией бытовых электроприборов, опыт Японии демонстрирует эффективность законодательного подхода, ориентированного на

стимулирование производителей к повышению энергоэффективности электроприборов и прочих устройств.

Помимо повышения энергоэффективности, законодательство Японии обязывает производителей демонстрировать преимущества энергосберегающих устройств и предоставлять потребителям информацию, помогающую в выборе и стимулирующую покупку энергосберегающих устройств. Аналогичные требования предъявляются к предприятиям, маркирующим энергосберегающие характеристики устройств. Такой подход позволяет повысить осведомленность населения о вопросах энергосбережения и стимулирует к более экономному потреблению ресурсов.

В Японии к продвижению энергосбережения в жилищном секторе применяется комплексный подход (см. Таб.3). Он включает в себя стандарты для устройств, системы сертификации, информационные кампании и программы стимулирования.

Таблица 3 – Десять методов, применяемые в Японии для повышения энергоэффективности жилищного сектора

№	Наименование	Суть	Реализация
1.	Программа «следования за лидером»:	стимулирует производителей к выпуску более энергоэффективных устройств, чем у конкурентов.	Ежегодно устанавливаются целевые показатели энергоэффективности для разных категорий устройств. Производители, чья продукция соответствует или превосходит эти показатели, получают различные преимущества, например, налоговые льготы.
2.	Система маркировки энергосбережения:	информирует потребителей о энергоэффективности устройств.	На устройствах размещаются специальные этикетки с цветовой кодировкой и шкалой энергоэффективности. Потребители могут легко выбрать более энергоэффективный вариант.
3.	Система маркировки розничными предприятиями:	стимулирует розничные сети к продаже энергосберегающей продукции.	Магазинам, которые продают много энергосберегающих товаров, присваивается специальный знак. Это помогает потребителям найти магазины, где они могут купить энергоэффективную продукцию.
4.	Веб-сайт об энергосберегающей продукции (база данных):	предоставляет потребителям доступ к информации об энергосберегающих устройствах.	На сайте содержится информация о характеристиках, цене и доступности различных энергосберегающих устройств. Потребители могут сравнить разные модели и выбрать наиболее подходящую.
5.	Каталог энергосберегающих характеристик:	содержит подробную информацию об энергоэффективности различных устройств.	Каталог используется производителями, продавцами и потребителями для сравнения энергоэффективности разных моделей.

Продолжение таблицы 3

6.	Гран-при за энергосбережение:	конкурс, который стимулирует компании и организации к реализации энергосберегающих проектов.	Победители конкурса получают денежные призы и другие награды.
7.	Программа оценки продавцов энергосберегающей продукции:	оценивает знания и навыки продавцов в области энергосбережения.	Продавцы, которые успешно проходят аттестацию, получают сертификат. Это помогает потребителям быть уверенными, что они получают правильную информацию об энергосберегающей продукции.
8.	Участие в выставках, брошюры, веб-сайт и прочие формы работы с общественностью:	информируют население о важности энергосбережения и о доступных энергосберегающих решениях.	Проводятся выставки, семинары, лекции и другие мероприятия. Распространяются информационные материалы (брошюры, листовки, плакаты). Создаются веб-сайты и страницы в социальных сетях.
9.	Программа «эко-баллов» за бытовые электроприборы:	стимулирует потребителей к покупке энергосберегающих устройств.	При покупке энергосберегающих устройств потребители получают специальные баллы. Эти баллы можно использовать для получения скидок на другие товары или услуги.
10.	Программа сертификации «экспертов по энергосбережению в быту»:	готовит специалистов, которые могут помочь потребителям выбрать и использовать энергосберегающие устройства.	Проводится обучение специалистов по вопросам энергосбережения. Сертифицированные эксперты могут консультировать потребителей по выбору и использованию энергосберегающих устройств.

Примечание – Составлено автором на основе источника [49].

Опыт Японии показывает, что повышение энергоэффективности жилищного сектора является достижимой целью. Казахстану стоит перенять ряд эффективных методов из опыта Японии, таких как программа «следования за лидером», система маркировки энергосберегающей продукции, информационный веб-сайт об энергосбережении, программа «эко-баллов» за энергосберегающие бытовые приборы, и другие. Не стоит забывать и о важности просвещения населения в вопросах энергосбережения, которое играет значимую роль в достижении поставленных целей. Все эти методы уже показали свою эффективность и могут быть адаптированы к условиям Казахстана.

Таким образом, энергосбережение в жилом секторе Японии успешно реализуется благодаря бережливости и рациональному отношению к ресурсам, что исторически заложено в японской культуре. Население осознанно подходит к потреблению энергии, воды и других ресурсов, что способствует повышению энергоэффективности и снижению выбросов парниковых газов.

2 Роль энергоэффективности жилищного сектора в построении низкоуглеродной экономики Казахстана

2.1 Анализ энергоемкости экономики Казахстана

Энергетика Казахстана – это система взаимосвязанных отраслей, включающая производство (электростанции), передачу (сети электропередачи), снабжение (энергоснабжающие организации) и теплоснабжение. Все эти отрасли функционируют как единый комплекс, обеспечивающий энергетическую безопасность страны.

Производство энергии является основой системы, от его эффективности зависит бесперебойная работа остальных звеньев. Передача энергии обеспечивает доставку энергии от производителя к потребителю. Снабжение энергии – это финальная стадия, где энергия доходит до потребителя. Теплоснабжение играет важную роль в жизнедеятельности населения.

Развитие и модернизация всех этих отраслей является необходимым условием для устойчивого развития энергетики Казахстана.

Производство электроэнергии: В 2023 году в Казахстане 204 электростанции суммарной мощностью 24523,7 МВт произвели 112865,9 млн кВтч электроэнергии. 66,7% энергии получено из угля, 21,5% - из газа, 7,3% - из ГЭС, 4,5% - из ВИЭ. Потребление электроэнергии составило 112944,6 млн кВтч, из них 78,7 млн кВтч импортировано [34].

Передача электроэнергии: Сеть электропередачи Казахстана состоит из подстанций, линий электропередач и распределительных устройств. Системообразующую сеть (НЭС) ЕЭС РК с 83 подстанциями и протяженностью 26970,8 км управляет АО "KEGOC". Потери электроэнергии при транспортировке в 2022 году составили 5%. На региональном уровне передачей электроэнергии занимаются 19 РЭК и 126 небольших компаний. Износ сетей составляет 66%, наибольший - в Костанайской области (85,3%), наименьший - в Астане (29,5%) [34].

Снабжение электроэнергией: Снабжением электроэнергии в Казахстане занимаются более 500 ЭСО, из которых 140 фактически активны. 35 ЭСО находятся под государственным регулированием. Тарифы на электроэнергию ЭСО формируются из отпускных цен энергопроизводителей, расходов на обеспечение готовности мощности, тарифов на передачу электроэнергии и надбавки ЭСО [34].

Теплоснабжение: В Казахстане функционирует более 2500 теплоисточников, 37 ТЭЦ, 118 из них мощностью более 100 Гкал/ч. Общая установленная мощность тепловых источников составляет 43231 Гкал/ч, располагаемая мощность - 37566,7 Гкал/ч. В 2022 году произведено 94 млн Гкал/ч тепловой энергии (80% - уголь, 15% - газ, 5% - мазут) [34]. **Error! Reference source not found.**]

Таким образом, энергетика Казахстана имеет ряд проблем, таких как дефицит мощности, износ сетей, неравные условия конкуренции и низкий

коэффициент полезного действия. Для решения этих проблем необходимо модернизировать и реконструировать инфраструктуру, повышать энергоэффективность, внедрять ВИЭ и привлекать инвестиции.

Мировое сообщество осознает необходимость энергосбережения и повышения энергоэффективности в связи с зависимостью от ископаемого топлива, его негативным влиянием на экологию, экономическими преимуществами энергосбережения, усугублением проблем изменения климата и политическими обязательствами по сокращению выбросов парниковых газов.

Согласно статистическим данным независимой консалтинговой исследовательской компании Enerdata всего несколько стран на уровне 2022 года имеют потребления электроэнергии, значительно превышающие все остальные, это Китай, США, Индия и Россия, далее страны которых общее потребление энергии значительно меньше (см. Рис.5).

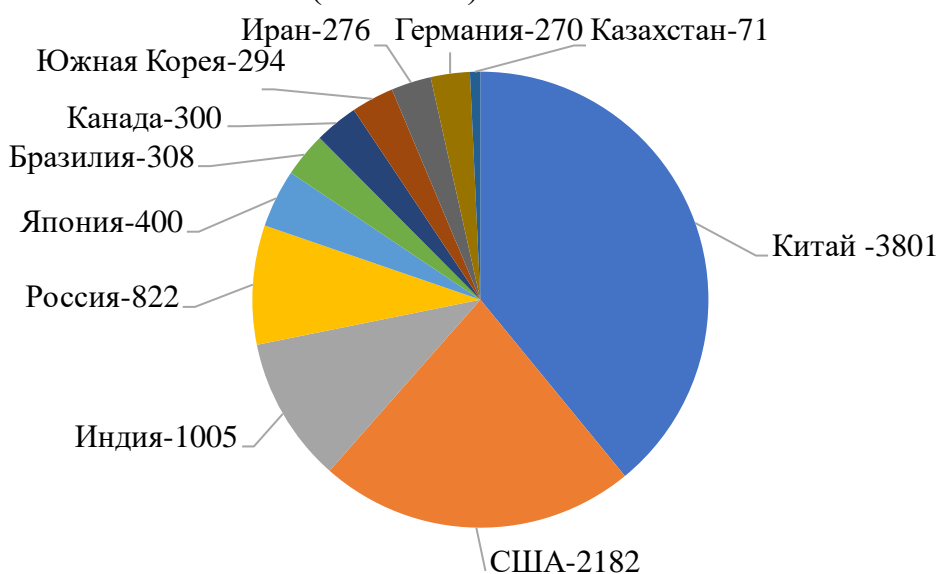


Рисунок 5 - Общее потребление электроэнергии 2022 год в мире (млн т.н.э.)

Примечание - Составлено автором на основе источника [48].

Казахстан относится к странам, где потребления электроэнергии тоже достаточно много и относимся к регионам от 50 до 100 млн т.н.э.

Одним из ключевых факторов, влияющих на уровень выбросов ПГ, является энергоёмкость экономики. Связь между ними прямая, чем выше энергоёмкость, тем больше ПГ выбрасывается в атмосферу.

Энергоёмкость, отражая эффективность использования энергии в процессе производства, является одним из ключевых аспектов природоёмкости. Она служит важным индикатором устойчивого развития, как всей страны, так и ее энергетического сектора. В большинстве систем энергоёмкость входит в число основных показателей, позволяющих оценить уровень устойчивости. Чем ниже энергоёмкость, тем эффективнее страна использует ресурсы, бережнее относится к окружающей среде и движется к более устойчивому будущему.

Для оценки экономической эффективности потребления энергии при производстве ВВП как в мире и в Казахстане используется показатель

энергоёмкости ВВП. Он представляет собой соотношение между объемом потребляемой энергии (конечной или суммарной первичной) и ВВП за календарный год. При этом ВВП рассчитывается в постоянных ценах с учетом ППС, что позволяет корректно сравнивать страны с разным уровнем жизни[ссылка].

Согласно данным ТЭБ РК[27], в 2022 году структура производства энергии в Казахстане характеризовалась доминированием следующих источников: уголь 33682,6 тыс. т.н.э. (48,2%), нефть 16438,1 тыс. т.н.э. (23,5%), природный газ 18453 тыс. т.н.э. (26,3%) и ВИЭ 1169,9 тыс. т.н.э. (2%) (см. Рис. 6).

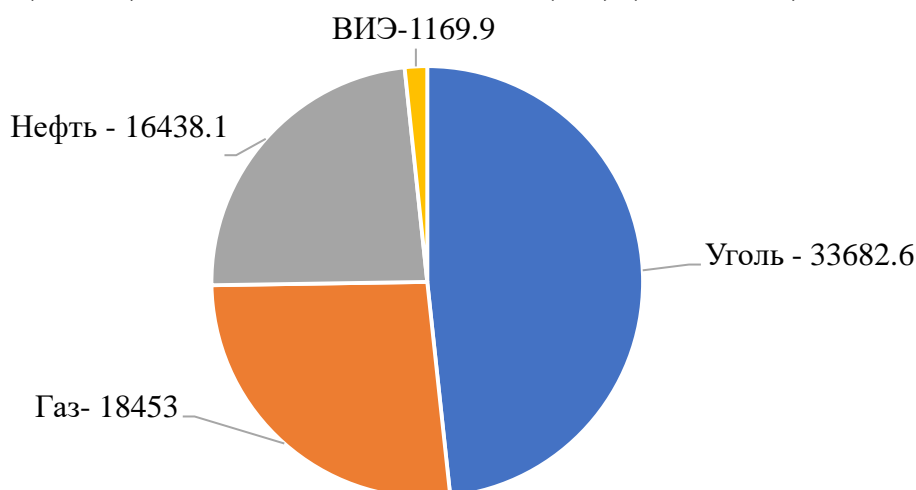


Рисунок 6 - Структура производства энергии в РК по источникам топлива 2023 год (тысяч т.н.э.)

Примечание - Составлено автором на основе источника [50].

Анализ данных демонстрирует, что доля угля в структуре энергопотребления Казахстана составляет 48,2%, что является сравнительно высоким показателем. Это может иметь ряд негативных последствий, как для окружающей среды, так и для энергоёмкости экономики.

С одной стороны, уголь является менее эффективным источником энергии по сравнению с другими видами топлива, что приводит к необходимости использовать больше угля для производства того же количества энергии. Это, в свою очередь, увеличивает выбросы парниковых газов, таких как CO₂, способствуя изменению климата.

С другой стороны, сжигание угля приводит к образованию других загрязняющих веществ, таких как SO₂ (диоксид серы), NO_x (оксиды азота) и PM (твердые частицы), которые негативно влияют на здоровье человека и окружающую среду.

Все энергетические продукты, которые не являются первичными, но производятся из них, называются вторичными продуктами. Вторичная энергия получается в результате преобразования первичной, либо вторичной энергии [41]. В процессе преобразования и трансформации первичной и вторичной энергии формируется энергия для конечного потребления. Она используется в

промышленном секторе, на транспорте, в жилищном секторе, сельском хозяйстве и других сферах. Важно понимать, что при преобразовании и трансформации энергии часть энергии теряется. Поэтому конечное потребление энергии всегда меньше, чем первичное потребление энергии.

Так, согласно статистическим данным ТЭБ РК, за последние 11 лет (с 2011 по 2022 год) объем поставок первичной энергии в Казахстане сократился на 9,7%. В 2011 году он составлял 77 343 тыс. т.н.э., а в 2022 году снизился до 69 870 тыс. т.н.э.

За вышеуказанный период общее количество потребляемой конечной энергии в стране практически не изменилось. В 2011 году конечное потребление энергии равнялось 42 902 тыс. т.н.э., а в 2022 году этот показатель снизился до 42 402 тыс. т.н.э. (см. Рис.7).

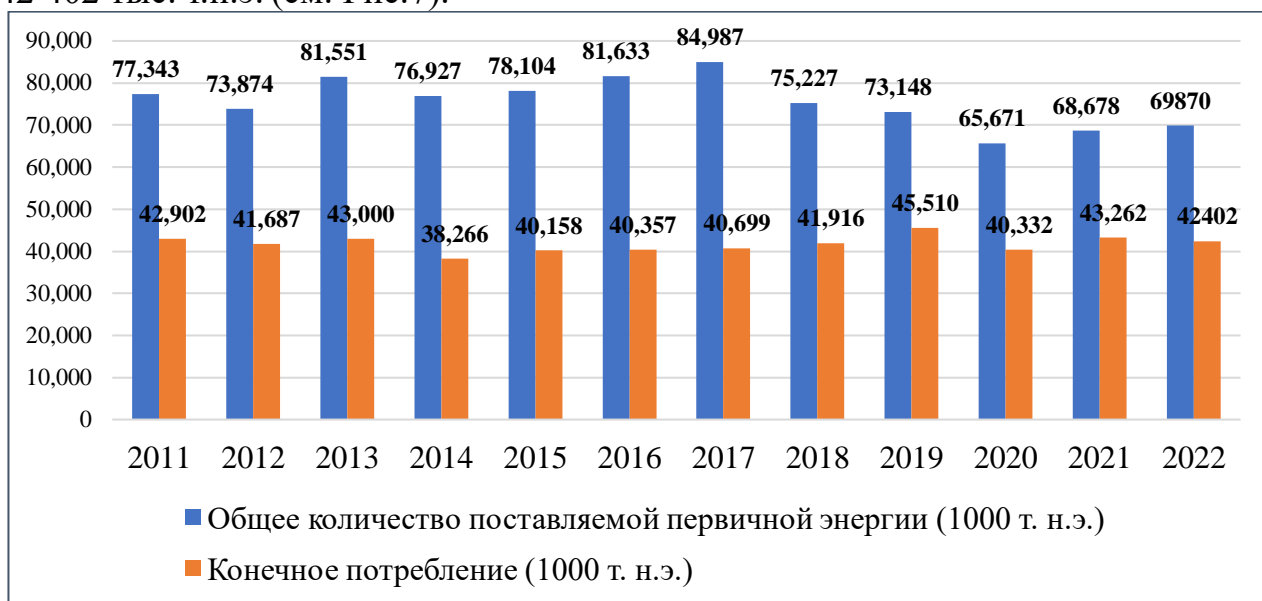


Рисунок 7 - Энергоемкость ВВП Казахстана 2022 год

Примечание - составлено автором на основе источника [50].

На основании данных можно было бы констатировать о достижении первых результатов по энергоемкости ВВП. Однако исследование рынка электроэнергетики, проведенное системным оператором Казахстана на январь 2022 года, выявило иную причину этого снижения. Основным фактором, обуславливающим снижение производства электроэнергии, является высокая аварийность электростанций и снижение потребления энергии конкретных предприятий [20].

Из представленных данных можно сделать вывод, что снижение энергоемкости ВВП, скорее всего, не является результатом целенаправленной государственной политики, направленной на повышение энергоэффективности.

Анализ потребления электро- и теплоэнергии в Казахстане по секторам экономики (на основе данных ТЭБ на 01.08.2023 г.) показывает, что промышленность является самым крупным потребителем как электроэнергии (40 573,77 ГВт·ч), и третьим по теплоэнергии (52 821,85 Гкал). Коммерческие и коммунальные услуги также потребляют значительное количество энергии: 22 794,72 ГВт·ч (электроэнергия) и 77 763,94 Гкал (теплоэнергия). Жилой сектор

потребляет 14 440,94 ГВт·ч электроэнергии и крупным потребителем теплоэнергии 120 948,6 Гкал. Сельское хозяйство и лесное хозяйство потребляют 1 806,516 ГВт·ч электроэнергии и 3 991,866 Гкал теплоэнергии. Рыболовство потребляет наименьшее количество энергии: 44,614 ГВт·ч (электроэнергия) и 1,186 Гкал (теплоэнергия) (см. Рис.8).

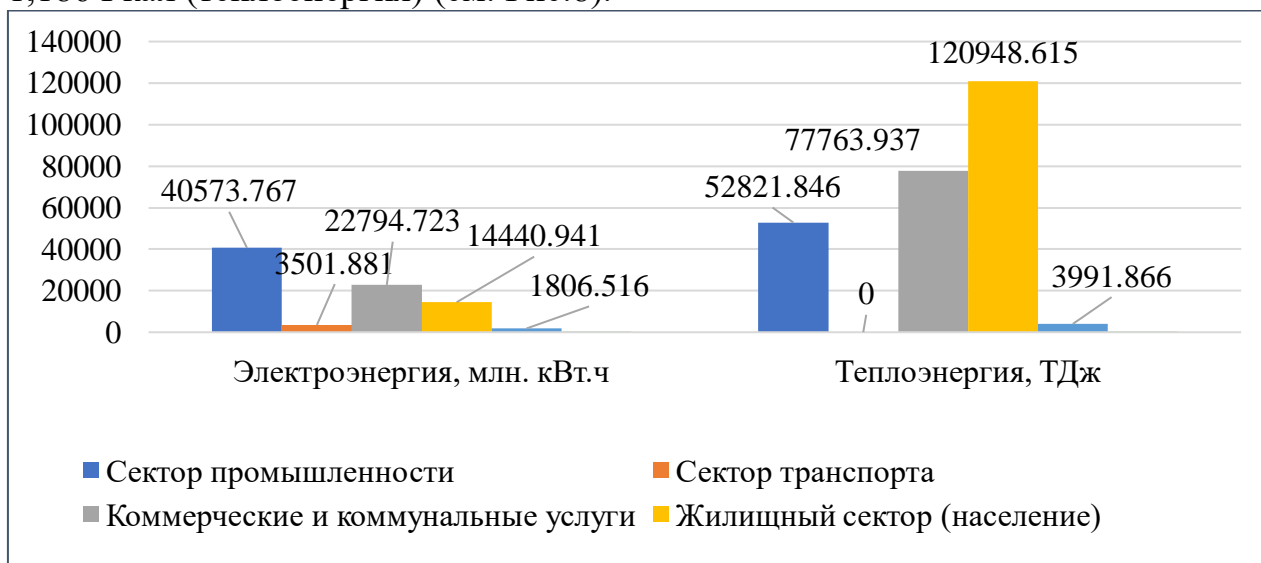


Рисунок 8 - Конечное потребление электрической и тепловой энергии
Примечание - Составлено автором на основе источника [51].

Анализ потребления энергии в Казахстане по секторам экономики (на основе данных за 2010–2022 гг.) наблюдается снижение доли потребления энергии в промышленном секторе Казахстана. Наряду со снижением доли потребления энергии в промышленности, наблюдается рост потребления домашними хозяйствами и транспортного сектора (см. Рис.9).

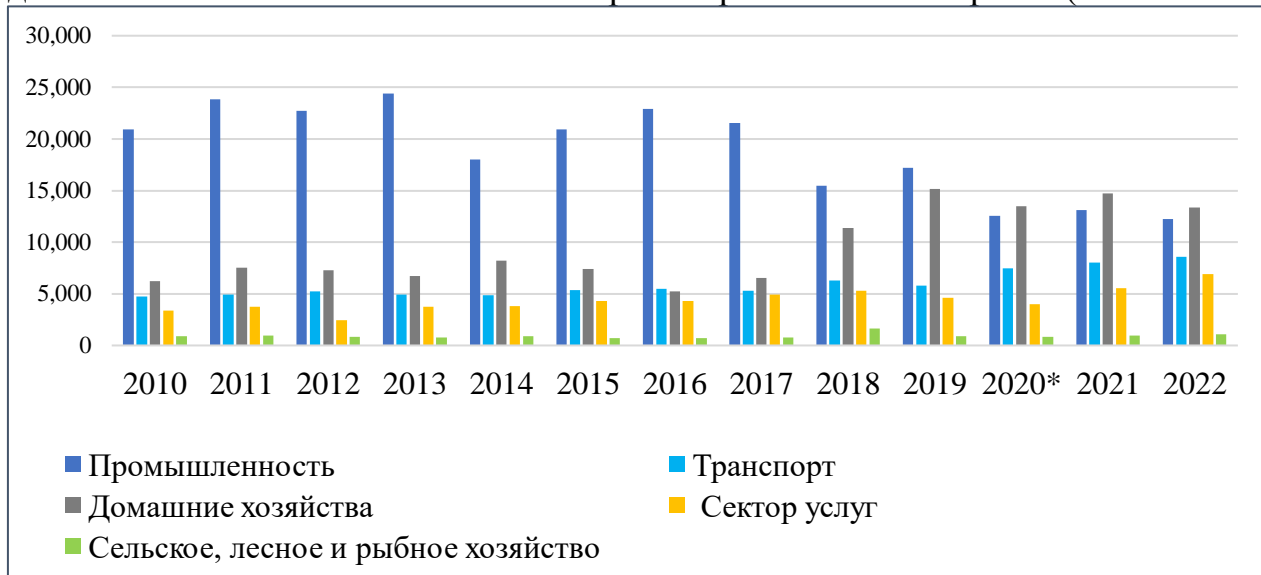


Рисунок 9 - Динамика конечного энергопотребление за 2010–2022 годы
Примечание - Составлено автором на основе источника [50].

Тенденцию снижения потребление энергии промышленного сектора можно объяснить не только износом энергетического сектора, а также снижением спроса на некоторые виды продукции, ограничения развития других отраслей (к примеру снижение добычи криптовалют в связи с ограничениями на потребление

электроэнергии). Рост потребления домашними хозяйствами может быть по причине повышение уровня жизни и рост количества электроприборов, расширение доступа к интернету и другим энергоемким услугам и активным строительством.

Согласно ТЭБ, анализ данных по потреблению в разрезе отраслей промышленного сектора показывает, что наибольшее потребление электроэнергии наблюдается в черной металлургии 32%, цветной металлургии 28 %, горнодобывающая 15%, химическая промышленность 6% и по 5 % производство неметаллических продуктов, производство пищевых продуктов, напитков и табачных изделия и строительство, и не превышающее от 1 до 2% потребление деревообрабатывающая, текстильно-кожевенная и транспортное оборудование (см. Таб.4).

По теплоэнергии также наибольшее потребление наблюдается в черной металлургии 44%, цветной металлургии 13%, горнодобывающая и производство пищевых продуктов, напитков и табачных изделия по 11%, химическая промышленность 8%, машиностроение и производство неметаллических продуктов по 3% [41].

Таблица 4 - Потребление энергии в разрезе отраслей промышленного сектора

Период	2022	2022
Вид энергии	Электроэнергия ГВт.ч	Теплоэнергия Гкал
Черная металлургия	1126,373	547,641
Химическая промышленность (включая нефтехимическую)	215,197	97,293
Цветная металлургия	982,131	168,255
Производство неметаллических продуктов	162,32	42,778
Транспортное оборудование	3,185	1,827
Машиностроение	74,986	37,918
Горнодобывающая промышленность	519,63	137,957
Производство пищевых продуктов, напитков и табачных изделий	150,456	143,321
Целлюлозно-бумажное производство и полиграфия	88,036	22,98
Деревообрабатывающая промышленность	4,412	0,77
Строительство	135,221	44,624
Текстильная и кожевенная промышленность	8,817	2,065
Не указанное в других категориях (промышленность)	17,954	14,199

Примечание – Составлено автором на основе источника [41].

На основе потребления энергии промышленным сектором можно сделать заключение о несбалансированной промышленности Казахстана, которая характеризуется высоким удельным весом энергоемких отраслей, таких как черная и цветная металлургия. Слаборазвитые отрасли, такие как пищевая, деревообрабатывающая, кожевенная, производство неметаллических продуктов и другие, потребляют значительно меньше энергии.

В результате несбалансированная структура экономики Казахстана и низкий уровень диверсификации обрабатывающих отраслей, таких как пищевая и легкая промышленность, могут привести к ряду долгосрочных проблем.

Неразвитость этих отраслей ограничивает создание добавленной стоимости, препятствуя росту благосостояния. Недостаток рабочих мест в них может привести к безработице и социальным проблемам.

Для решения проблем несбалансированности экономики необходимо поддерживать малый и средний бизнес, создавать благоприятный инвестиционный климат, инвестировать в новые секторы (ИТ, туризм), развивать экспорт несырьевых товаров, снижать зависимость от импорта, внедрять энергосберегающие технологии и использовать возобновляемые источники энергии.

Согласно прогнозному балансу электроэнергии ЕЭС Казахстана на 2023–2029 годы ожидается рост потребления электроэнергии в среднем на 2,5% ежегодно [40]. Достичь этого планируется за счет ввода новых, модернизации существующих электростанций и увеличения доли ВИЭ в энергобалансе страны. К 2029 году прогнозируется избыток энергии в 5,47 млрд кВтч, а потребление на 2024 год составит 124,84 млрд кВтч.

Прогнозный баланс электрической мощности ЕЭС Казахстана на 2023–2029 годы показывает, что потребность в электроэнергии составит 20 433 МВт, а максимальная нагрузка - 18 451 МВт. Для обеспечения бесперебойного энергоснабжения необходим резерв в 1 982 МВт.

Существующие электростанции могут генерировать 17 868 МВт, а с учетом ввода новых мощностей (реконструкция, модернизация, расширение) этот показатель увеличится до 19 194 МВт. Однако, без учета необходимого резерва ожидается дефицит мощности в 743 МВт.

Таким образом, энергетика Казахстана сталкивается с рядом вызовов, таких как: дефицит мощности, вызванный аварийностью, ограничениями генерирующего оборудования и нехваткой маневренных установок; износ сетей (66% электропередачи и 57% тепловых), требующих замены; неравные условия конкуренции из-за дифференцированных тарифов; низкий коэффициент полезного действия (потери тепла при транспортировке). Кроме того, необходимо учитывать влияние изменения климата, а также спроса на электро- и тепловую энергию со стороны потребителей, особенно в жилищном секторе. Все эти фактора в совокупности создают серьезную угрозу энергетической безопасности страны.

В связи с чем, вопросы энергосбережения и энергоэффективности имеют критическое значение для обеспечения долгосрочной энергетической безопасности, защиты окружающей среды и устойчивого развития.

Описанные выше вызовы энергетической системы Казахстана особенно актуальны для жилищного сектора, который является одним из крупнейших потребителей энергии.

Поэтому анализ современного состояния жилищного сектора с точки зрения энергоэффективности имеет критическое значение для разработки эффективных мер по энергосбережению и повышению энергоэффективности.

2.2 Анализ современного состояния жилищного сектора Казахстана

Жилищный фонд – это не просто совокупность зданий, а важный элемент инфраструктуры, напрямую влияющий на качество жизни людей. Его непрерывное формирование включает не только строительство новых жилых объектов, но и реконструкцию существующих, а также создание необходимых объектов инженерной и социальной инфраструктуры.

В условиях стремительного роста численности населения, урбанизации и повышения требований к уровню жизни вопрос жилищного обеспечения становится все более сложным. В этой связи обеспечение людей доступным и качественным жильем становится все более острой задачей для правительства Казахстана.

В Казахстане наблюдается устойчивый рост численности населения Казахстана. За период с 2005 года население увеличилось на 17%, с 17,5 млн человек до 20 млн человек к 2024 году. В 2023 году естественный прирост населения составил 194,8 тыс. человек.

Кроме того, Казахстан становится все более урбанизированной страной, все больше людей переезжают из сельской местности в города. В 2023 году численность переезжающих в пределах страны увеличилось на 27%, городское население составило 12 451 004 человека, сельское 7 582 542 человека. За 2023 год городское население Казахстана увеличивается в среднем на 3%.

Более высокие зарплаты и возможности для карьерного роста делают города более привлекательными для молодежи. Доступность образования, здравоохранения и других социальных услуг также является фактором привлечения населения в города. Такая миграция имеет свои последствия и создает ряд проблем, таких как старение населения в селах, нехватка рабочих рук в сельском хозяйстве, перенаселенность в крупных городах и рост социальных проблем в городах.

В связи с чем важно создать условия для равномерного развития всех регионов Казахстана, чтобы предотвратить отток населения из сельской местности и внутренней миграции в крупные города. Это, в свою очередь, усугубляет проблемы энергоснабжения и создает дополнительную нагрузку на инфраструктуру городов.

В этом контексте анализ данных о состоянии жилищного сектора в разных регионах страны является необходимым для разработки эффективных мер по выравниванию условий жизни и предотвращению негативных последствий миграционных процессов.

В 2023 году общая площадь жилищного фонда в Казахстане составила 419 058,1 тыс. кв. м., в том числе в городской местности 274 547,1 тыс. кв. м, в сельской местности 144 511,0 тыс. кв. м. По сравнению с предыдущим годом увеличилась на 13 899,5 тыс. кв. м. (см. Рис. 10).

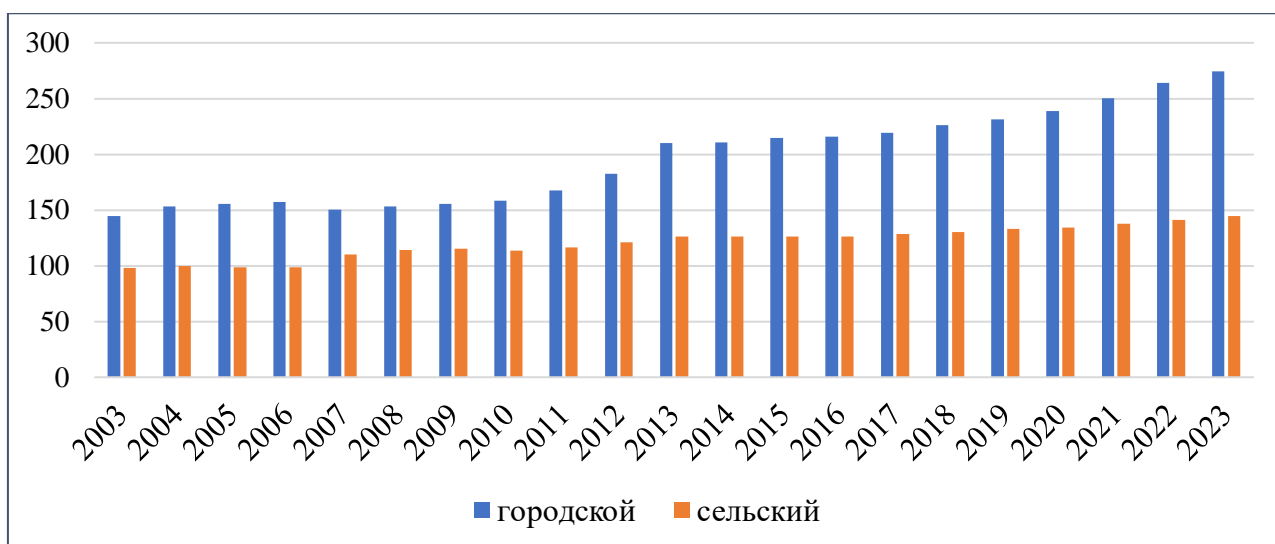


Рисунок 10 - Динамика изменения жилищного фонда Казахстана с 2003–2023 годы (млн. кв. м)

Примечание - Составлено автором на основе источника [52].

Анализ данных показывает, что городской жилищный фонд обеспечивает 65% прироста общего жилищного фонда, в то время как доля сельского сектора составляет 35%, то есть городской жилищный фонд играет доминирующую роль в приросте общего жилищного фонда.

За исследуемый период наблюдалась неоднородная динамика роста жилищного фонда в различных регионах страны. Лидерами роста являются Мангистауская область 92% и г. Астана 74 %, средний рост в г. Алматы 49%, Атырауская 40 % и Актыбинская области 31 %, ниже среднего ЗКО 26 %, по 18 % Жамбылская и Акмолинская области (см. Рис. 11).

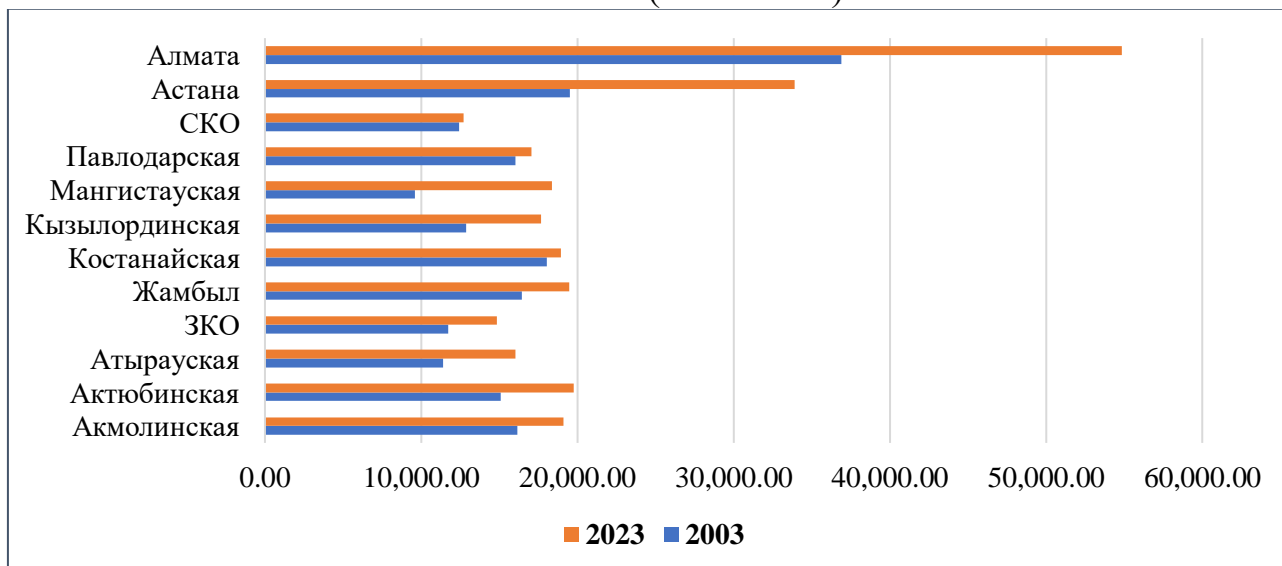


Рисунок 11 - Динамика изменения жилищного фонда в разрезе регионов Казахстана

Примечание - Составлено автором на основе источника [52].

Тренд урбанизации подтверждается опережающим ростом жилищного фонда в крупных городах (Астана, Алматы) и нефтедобывающих регионах (Мангистауская, Атырауская области). Рост в других регионах может быть связан

с социальными факторами, демографической ситуацией, миграционными потоками.

Таким образом, необходимо уделить больше внимания развитию инфраструктуры в крупных городах, чтобы справиться с притоком населения.

Жилищный фонд Казахстана делится на два типа: частный (97,7%) и государственный (2,3%). В городских населенных пунктах доля частного жилья (64%) значительно выше, чем в сельской местности (33,7%). Государственный фонд составляет лишь 2,3% от общего объема, при этом в сельской местности его доля (0,5%) еще ниже, чем в городах (18%).

Таким образом, в Казахстане преобладает частное жилье, особенно в городских населенных пунктах. При этом, в городских населенных пунктах эта разница более выражена.

В 2023 году средняя обеспеченность жильем на человека в Казахстане составила 23,9 квадратных метра. Из них, 26,4 кв. м приходится на городскую местность, а 20,2 кв. м - на сельскую. По сравнению с 2022 годом этот показатель вырос на 0,5 кв. м.

На 2023 год общее количество жилых домов в Казахстане составило 2 527 809 единиц. Из них: 1 030 547 (40%) находятся в городских населенных пунктах и 1 497 262 (60%) в сельской местности. По типу жилья: 2 219 826 (87%) индивидуальные дома и многоквартирные дома 307 983 (13%) (см. Рис.12).

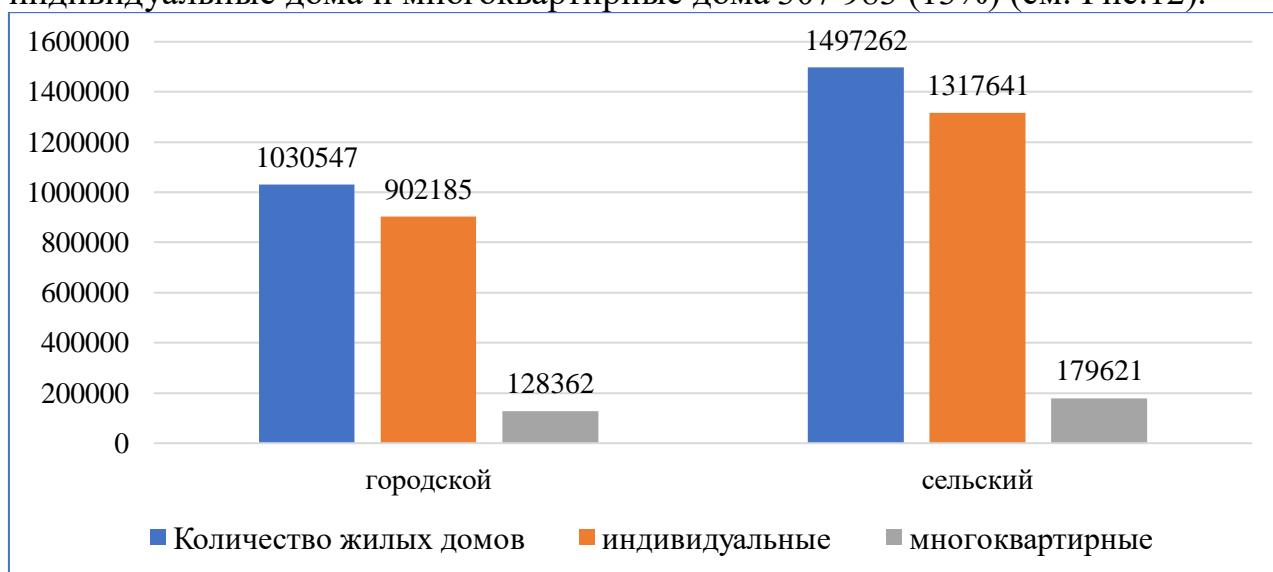


Рисунок 12 - Жилой фонд по типу жилья (2023 г.)

Примечание - Составлено автором на основе источника [52].

Данные демонстрируют преобладание индивидуального жилья как в целом по стране, так и в сельской местности, что указывает на преимущественно одноэтажную застройку в стране. Такая структура жилого фонда может усложнить повышение энергоэффективности и сокращение выбросов CO₂ по ряду причин:

- индивидуальные дома имеют большую площадь поверхности по сравнению с многоквартирными домами, что приводит к большим потерям тепла через стены, окна и крышу;

- индивидуальные дома строятся разными людьми с использованием различных материалов и технологий, что осложняет разработку и внедрение единых стандартов энергоэффективности;

- многие индивидуальные дома не подключены к централизованному отоплению, что приводит к использованию менее энергоэффективных индивидуальных систем отопления;

- владельцы индивидуальных домов не всегда осведомлены о мерах по повышению энергоэффективности, что может сдерживать их от инвестирования в энергосберегающие технологии.

Таким образом повышение энергоэффективности индивидуального жилья является важной задачей для Казахстана, но совместными усилиями государства, бизнеса и населения можно добиться значительного прогресса в этом направлении.

По количеству жилых домов в Казахстане (на 1 января 2024 года) составляло 2 527 809, около половины (50%) были построена до 1970 года, а 2 091 домов находятся в аварийном состоянии. В городских населенных пунктах доминируют индивидуальные дома 902 185 (65, 9%), а в сельской местности их доля составляет 1 317 641 (85,8%) (см. Рис. 13).

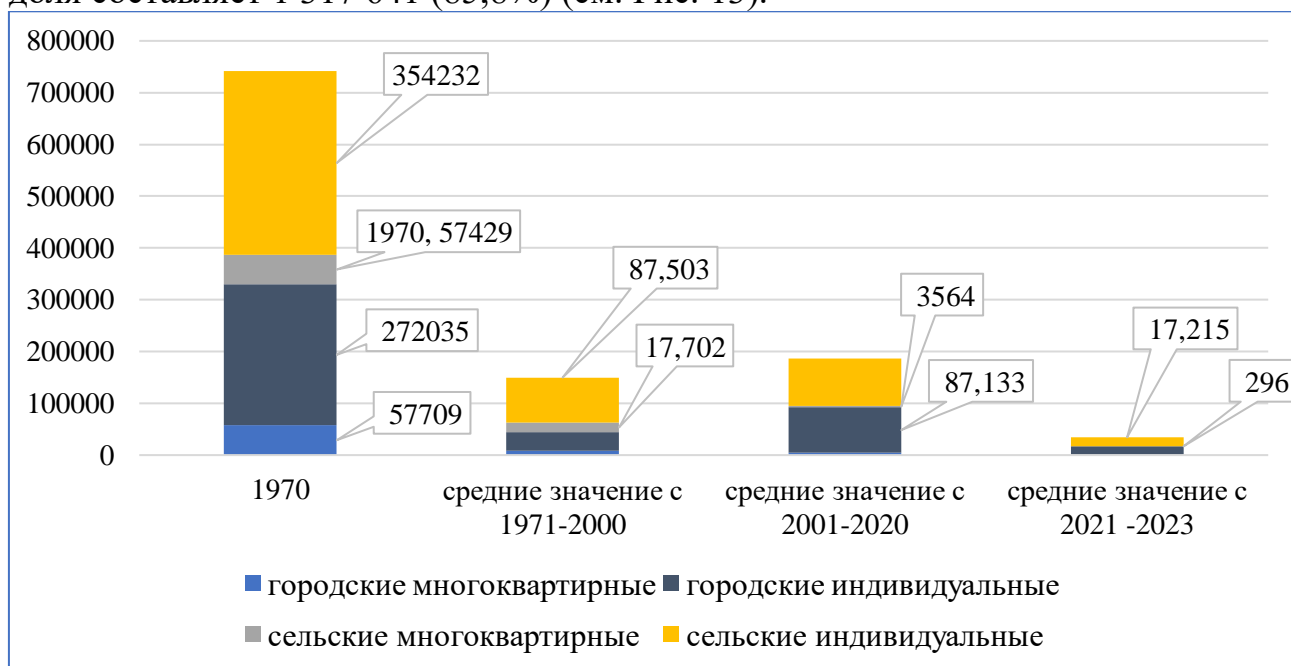


Рисунок 13 - Количество жилых домов по году вводу эксплуатации (ед.)

Примечание - Составлено автором на основе источника [52].

С 1971 по 2000 год наблюдался сходный темп строительства как в городах, так и в селах. С 2001 года в городах темпы строительства многоквартирных домов снизились, а в селах – наоборот, выросли. В 2021–2023 годах строительство многоквартирных домов в городах значительно ниже, чем в 1971–2000 годах. Количество строящихся индивидуальных домов в селах остается стабильным на протяжении всего периода.

С помощью метода K-means был проведен кластерный анализ о количестве индивидуальных и многоквартирных жилых домов по году ввода в эксплуатацию

в городских населенных пунктах. Для определения оптимального числа кластеров было установлено значение 5 (см. Рис. 14).

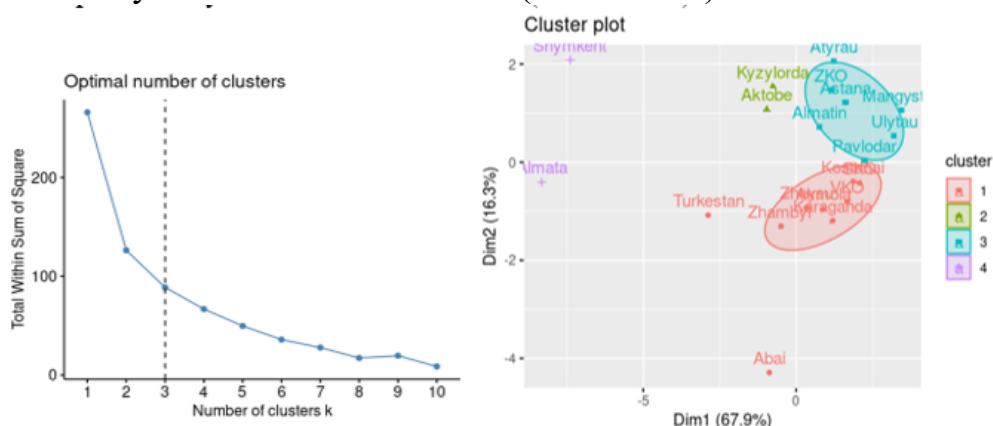


Рисунок 14 - Кластерный анализ по годам постройки жилищного фонда в разрезе регионов Казахстана

Примечание - Составлен автором на основе метода K-means[Приложение 2].

Анализ показывает, что оптимально выделение от трех до четырех кластеров. Крупнейший кластер включает: Первый: Абайская, Акмолинская, Алматинская, Жамбылская, Жетысуская, Карагандинская, Костанайская, Туркестанская, СКО и ВКО. Вместе с тем точка Абай находится дальше от своего кластера, данное расположение объясняется преобладанием домов, построенных в 1960-х и 1970-х годах. При этом структура его жилого фонда больше похожа на структуру жилого фонда в городах включенного кластера. Второй: Актюбинская и Кызылординская, в данных регионах после 1970 годов застройки, в 2001 по 2020 было построено наибольшее количество домов. Третий: Атырауская, ЗКО, Мангистауская, Павлодарская, Улытауская и г. Астана. Это может быть связано с более поздним периодом активного строительства в городе. Четвертый: Алматы и Шымкент точки данных координат, значительно отличаются от других точек в том же кластере или во всех кластерах.

Из данного анализа следует, что в Казахстане существует неравномерное распределение жилых домов по годам ввода в эксплуатацию в городских населенных пунктах. Это может быть связано с реализацией государственных программ по обновлению жилого фонда и демографическими фактором и ростом спроса на жилье. Выбор материалов стен является одним из ключевых факторов, влияющих на качество жилищного фонда, его энергоэффективность, долговечность, безопасность и экологичность.

Согласно имеющимся данным, жилой фонд представлен зданиями, построенными с использованием следующих материалов стен: доминируют традиционные материалы: кирпич и камень, составляющие 27,40% (691 646 единиц) жилого фонда. Альтернативные материалы представлены: Каркасными панелями – 0,64% (16 311 единиц), Монолитным бетоном (железобетоном) – 1,72% (43 548 единиц), Крупнопанельными конструкциями – 0,43% (10 782 единиц), Крупноблочными конструкциями – 0,32% (8 001 единиц), Ракушечником – 0,002% (51 единиц). Значительную часть (69,49% или 1 757 470

единиц) жилого фонда составляют здания с неуточненными материалами стен (см. Рис. 15).

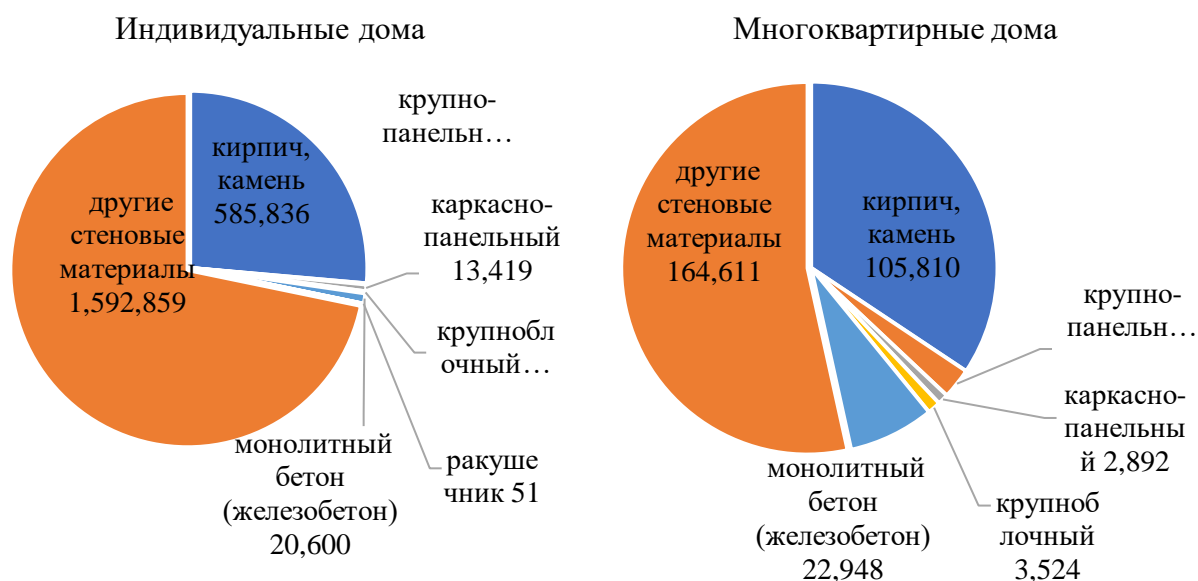


Рисунок 15 - Материал стен индивидуальных и многоквартирных домов жилого фонда

Примечание - Составлены автором на основе источника [52].

Из данной информации видно, что жилой фонд в представлении зданий с использованием небольшой доли традиционных материалов (кирпич, камень). Существенная часть жилого фонда построена из неуточненных материалов, что не гарантирует их соответствие строительным нормам и стандартам. И могут иметь ряд негативных последствий для обеспечения качества, теплопроводности, энергоэффективности и безопасности зданий.

С помощью метода K-means был проведен анализ материалов стен зданий по всем областям Казахстана. Для определения оптимального числа кластеров было установлено значение 5 (см. Рис. 16).

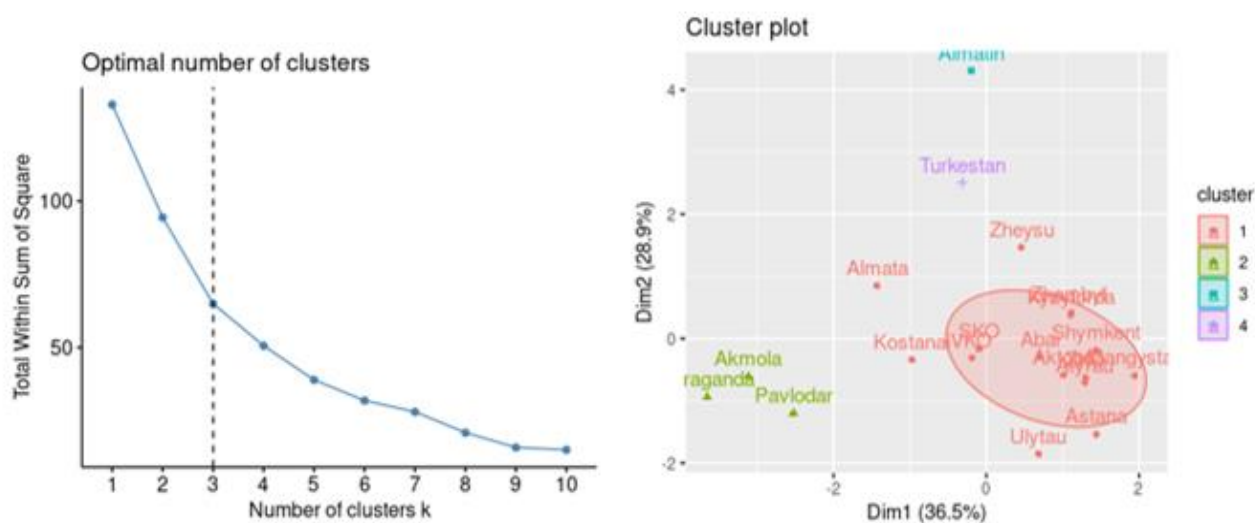


Рисунок 16- Кластерный анализ материал стен жилищного фонда в разрезе регионов Казахстана

Примечание - Составлены автором на основе метода K-means [Приложение 3].

Анализ выявил три оптимальных кластера. Первый, самый большой кластер объединяет Актюбинскую, Атыраускую, Жамбылскую, Жетысускую, Костанайскую, Кызылординскую, Мангистаускую, Улытаускую области, СКО, ВКО, ЗКО, а также города Астана, Алматы и Шымкент. Второй кластер включает Акмолинскую, Карагандинскую и Павлодарскую области, которые схожи по количеству материалов стен: кирпич/камень, саман и неизвестные материалы. Туркестанская область выделена в отдельный кластер из-за преобладания материала стен из самана, а Алматинская область - из-за преобладания в строительстве кирпича и камня.

Схожесть материалов стен в кластерах городов может указывать на косвенное влияние факторов вроде экономического развития и экологической, климатической и исторической обстановки.

В целом, разделение городов на кластеры по годам постройки и материалам стен, и другим характеристикам может иметь ряд преимуществ для целенаправленного планирования и реализация программ благоустройства, ремонта и реконструкции, оптимизация использования бюджетных средств, упрощение разработки и внедрения стандартов строительства и реконструкции.

Это особенно актуально в контексте проблемы аварийного жилья. Кластерный подход позволит не только выявить проблемные зоны, но и разработать комплексные меры по их устранению.

Больше всего аварийных домов в Атырауской 445 (21%), средний показатель г. Астана 206 (10%), Акмолинская 209 (10%) и ЗКО 175 (8%), ниже среднего: Актюбинская 122 (6%), Абайская 111 (5%), Улытауская 100 (5%), Карагандинская 119 (6%), ВКО 118 (6%) и Алматинская 77 (4%) и на другие регионы в среднем приходится по 2% аварийных домов (см. Рис.17).

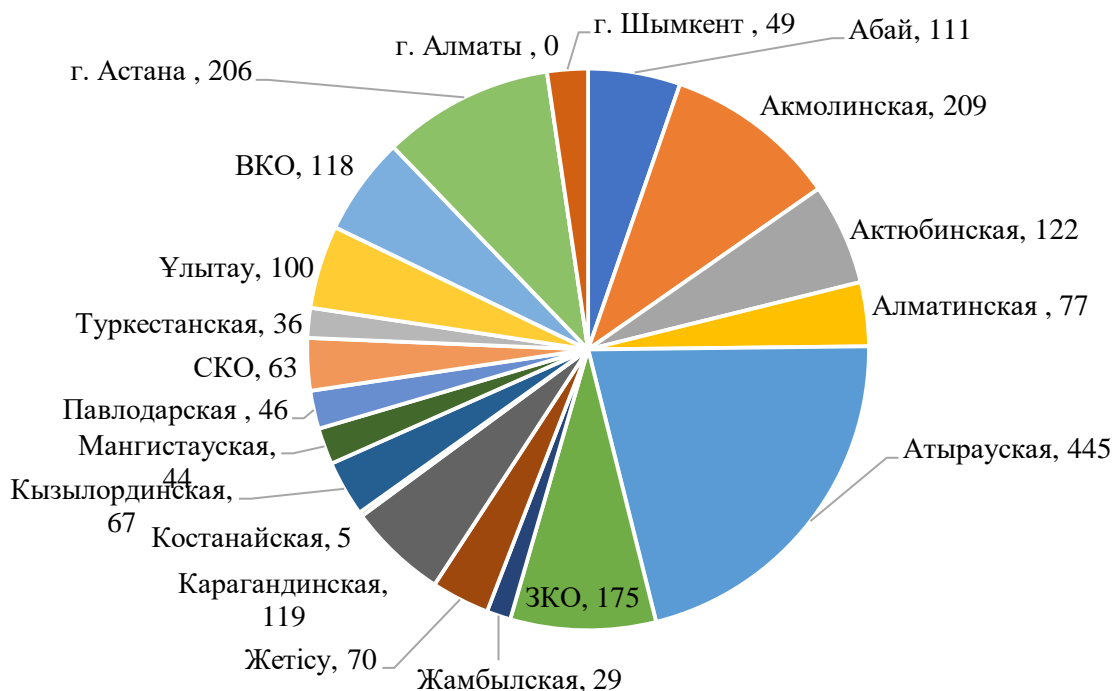


Рисунок 17 - Количество жилых домов по году вводу эксплуатации (ед.)
Примечание - Составлено автором на основе источника [52].

Данная информация показывает, что проблема аварийного жилья имеет региональную специфику и может создать трудности для реализации мероприятий по повышению энергоэффективности и снижению выбросов CO₂.

На 1 января 2024 года жилой фонд Казахстана обладает следующей степенью благоустройства: центральным отоплением на 45,1%, канализацией 76,1%, водоснабжением 98,3 %, ванной и душем на 45,7%, отоплением от индивидуальных установок на 56 %, горячим водоснабжением индивидуальных 15,4%, центральным горячим водоснабжением 38,4 %, газом на 85,2 % и напольными электроплитами на 13,7% (см. Рис. 18).

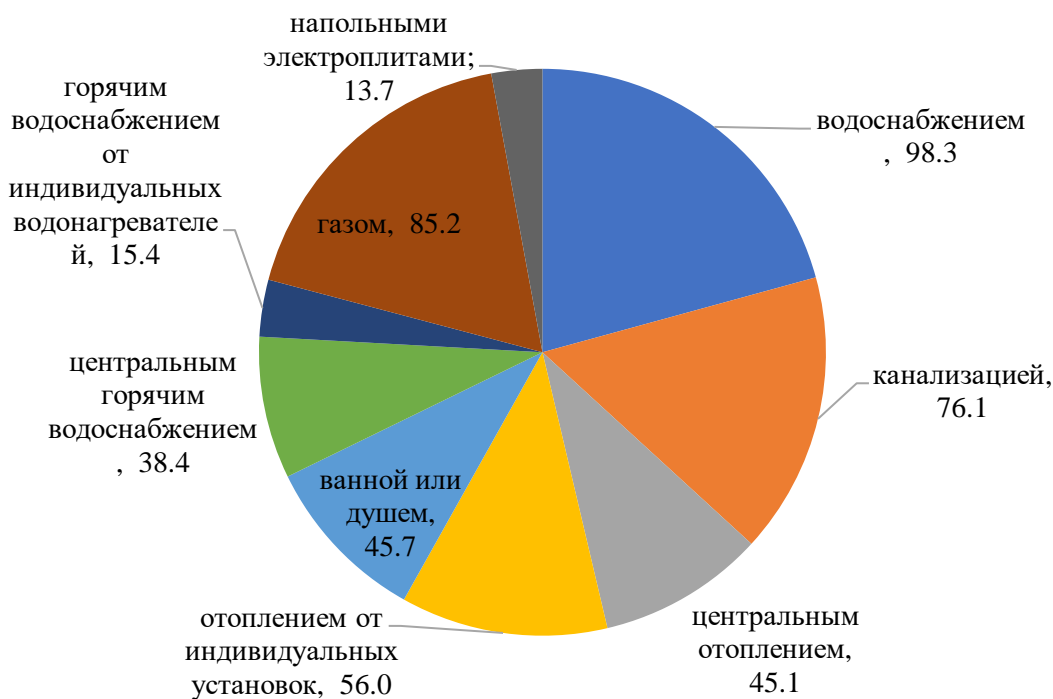


Рисунок 18 - Благоустройство жилого фонда Казахстана (2023)

Примечание- Составлено автором на основе источника [52].

Анализ данных показывает, что требуется значительное улучшение в расширении доступа к централизованной системе отопления и централизованному горячему водоснабжению. Это вызывает озабоченность, так как отопление и горячая вода является одной из важнейших составляющих комфортного проживания.

В разрезе регионов наибольшая доступность центрального отопления наибольшая в Алматы (87,6), Шымкент (77,8%), ВКО (66,7), Костанайская (65,2%), СКО (65%), Астана (58,8%), на половину обеспечены ЗКО (51,3%), Абай (45,1%), Кызылординская (49,8%), Алматинская (39,1%), а в остальных регионах не превышает 30 %, наихудшая ситуация в (смотрите Рис.7).

По части обеспечения централизованной горячей водой наихудшая ситуация в г. Шымкенте 6%, Туркестанская область 1,1%, Акмолинская 9,1 %, Кызылординская 4,5 %, Алматинская 5,4 %. По водоснабжению практически 100% обеспечение по всем регионам. в части канализацией преобладающая большинство (см. Рис.19).

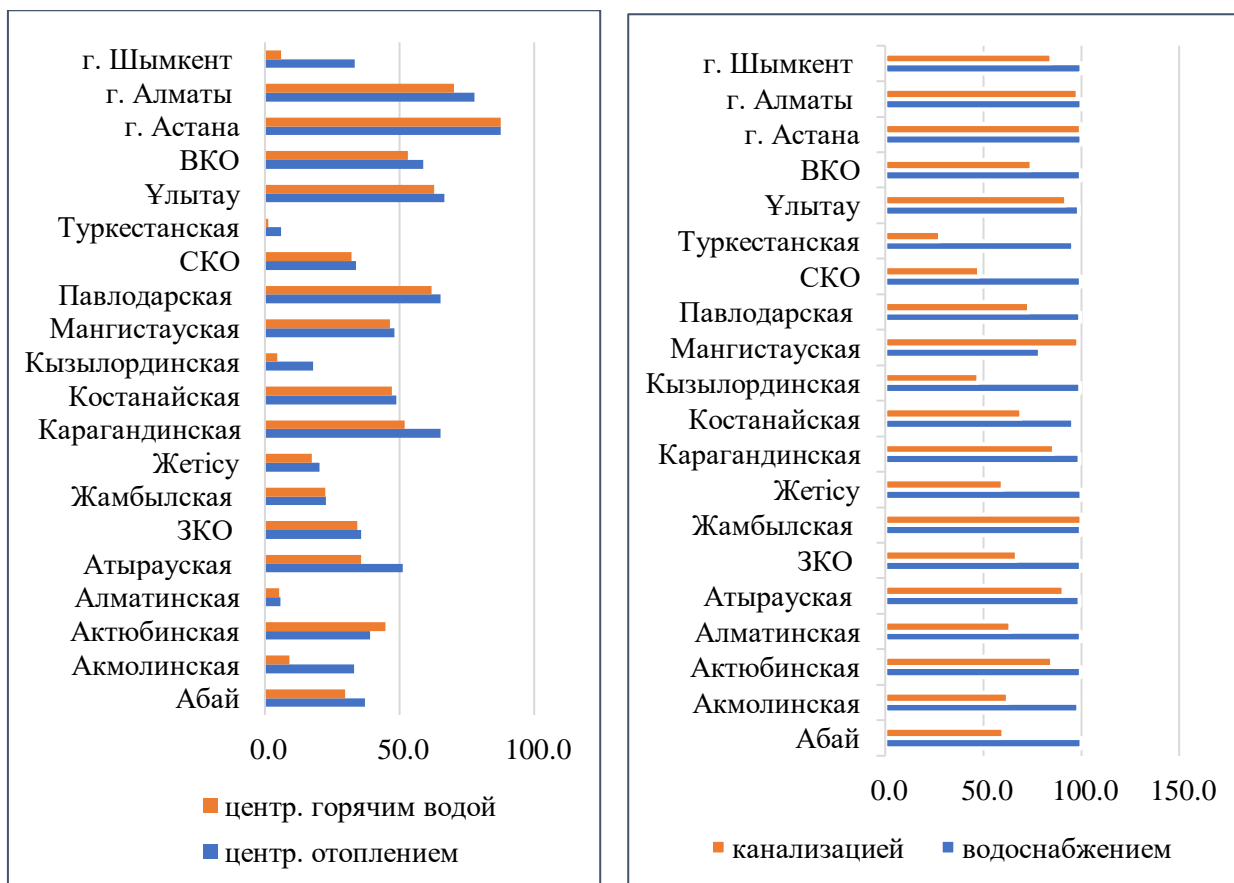


Рисунок 19 - Обеспеченность благоустройством жилого фонда в разрезе городов Казахстана (2023)

Примечание - Составлено автором на основе источника [52].

Данный анализ позволяет сделать вывод о том, что доступность основных коммунальных услуг в Казахстане неоднородна. Существует значительная региональная дифференциация в доступности центрального отопления, горячей воды и канализации. Наибольший уровень обеспеченности центральным отоплением в северных и восточных регионах. Наихудшая ситуация с горячей водой в южных регионах. Доступ к канализации требует улучшения в некоторых регионах.

Еще раз важно отметить, что жилой фонд является частью жилищного сектора и неразрывно связан с инженерными сетями. Функционирование этих сетей (вода, электричество, канализация, отопление, газоснабжение, связь и другие) обеспечивает жизнедеятельность людей в жилых домах. Наличие и бесперебойная работа этих сетей являются ключевыми факторами для нормального функционирования жилого фонда.

Анализ иллюстрирует, что жилой фонд Казахстана в значительной степени сформирован до 1970 года и инженерные сети этих домов эксплуатируются уже более 50 лет и подвержены значительному износу.

В работе (2022) Нурмухаметова и соавторы анализируются жилищные программы, реализованные в Казахстане за последние 12 лет, с целью оценки их эффективности и выявления проблемных аспектов. Авторы отмечают, что существующие программы не в полной мере решают задачи по повышению

доступности жилья, стимулированию строительства и улучшению качества жилого фонда [19].

Из чего следует, что в погоне за увеличением количества построенных квадратных метров, вопрос энергоэффективности и внедрения современных технологий уходит на второй план. Это приводит к тому, что новые дома, позиционируемые как «умные» и «современные», на самом деле потребляют много энергии, не отвечая требованиям низкоуглеродной экономики.

Таким образом, в условиях перехода на низкоуглеродную экономику жилой фонд Казахстана, особенно построенный до 1970 года, нуждается в пристальном внимании и планомерном обновлении. Устаревшая инфраструктура этих зданий не соответствует современным требованиям энергоэффективности и экологичности, что приводит к повышенному потреблению энергии, увеличению выбросов CO₂ и риску аварий.

Реализация комплексных мер по модернизации жилого фонда является необходимой для достижения целей повышения энергоэффективности и снижения выбросов CO₂ в стране. Кластерный подход, о котором говорилось ранее, может стать эффективным инструментом для реализации этих целей, т. к. позволит выявить проблемные зоны и разработать комплексные меры по их устранению. При этом важно отметить, что для успешной реализации вышеуказанных мер необходимо создать прочную правовую основу.

В следующем разделе мы проведем сравнительный анализ НПА в сфере ЖКХ, энергетики и энергоэффективности, чтобы оценить их соответствие современным требованиям и выявить возможные пробелы.

Это позволит разработать рекомендации по совершенствованию законодательства в данной области и создать благоприятные условия для реализации энергоэффективной модернизации жилищного фонда.

2.3 Сравнительный анализ нормативно-правовых документов в сфере развития электроэнергетической отрасли, ЖКХ и энергоэффективности

Стратегические концепции играют ключевую роль в управлении государством, определяя его долгосрочное развитие во всех сферах. Для максимальной эффективности реализации поставленных целей важно, чтобы концепции были взаимосвязаны и не противоречили друг другу.

В этом контексте проводится сравнительный анализ Концепции развития жилищно-коммунальной инфраструктуры на 2023–2029 годы (КРЖКИ)[32] и Концепции развития сферы энергосбережения и повышения энергоэффективности Республики Казахстан на 2023–2029 годы (КРЭЭ)[33] (см. Таб.5).

Целью анализа является оценка согласованности основных целей и индикаторов данных концепций, а также выявление возможных пробелов и противоречий.

Таблица 5 - Сопоставление целей и индикаторов КРЖКИ И КРЭЭ

Критерий	КРЖКИ	КРЭЭ	Согласованность
Цель	Повышение качества жизни населения за счет обеспечения доступным и комфортным жильем, а также модернизации и развития систем ЖКХ	Снижение энергоемкости ВВП на 25% к 2029 году	Разночтение целей: КРЖКИ фокусируется на доступности жилья, КРЭЭ – на энергосбережении
Индикаторы	Доля ветхих и аварийных жилых домов	Снижение потребления энергии на душу населения	Несо согласованность: КРЖКИ использует индикаторы, не связанные с энергоэффективностью

Примечание – Составлено автором на основе источника [32,33].

Проведенный анализ выявил ряд несогласованности между двумя концепциями. Для достижения целей, поставленных в обеих концепциях, необходимо их доработать, согласовав цели, индикаторы и обеспечив их взаимосвязь. Обе концепции должны быть взаимосвязаны и дополнять друг друга.

Кроме того, сравнительный анализ между Концепцией развития электроэнергетической отрасли Республики Казахстан до 2035 года (КРЭЭО) и развития сферы энергосбережения и повышения энергоэффективности Республики Казахстан на 2023–2029 годы (КРЭЭ) показал, что между ними отсутствует четкая декомпозиция по целям и индикаторам (см.Таб.6.).

Таблица 6 - Сопоставление целей и индикаторов КРЭЭО и КРЭЭ

Критерий	КРЭЭО	КРЭЭ	Согласованность
Цель	Обеспечение энергетической безопасности, диверсификация источников энергии, повышение энергоэффективности	Снижение энергоемкости ВВП на 25% к 2029 году	Частичная согласованность: КРЭЭО фокусируется на диверсификации источников энергии, КРЭЭ – на энергосбережении
Индикаторы	Доля ВИЭ в общем объеме производства электроэнергии	Снижение потребления энергии на душу населения	Несо согласованность: КЭЭО использует индикаторы, не связанные с энергоэффективностью

Примечание – составлено автором на основе источника [33,34].

Данные несогласованности могут негативно сказаться на реализации поставленных целей в области энергосбережения и повышения энергоэффективности.

В соответствии с Системой государственного планирования Республики Казахстан (СГП) концепция представляет собой документ, определяющий видение развития конкретной сферы или отрасли на период от 5 до 10 лет. Она устанавливает основные принципы и подходы к реализации соответствующей политики, направленные на достижение целей, задач и подходов, определенных

в вышестоящих документах СГП и Целях устойчивого развития Организации Объединенных наций.

Документы СГП представляют собой целостную систему, где необходимость и правомерность разработки документов нижестоящего уровня вытекают из документов, стоящих на уровень выше [53].

В связи с этим рекомендуется:

1) Провести доработку концепции с учетом выявленных несогласованностей.

2) Обеспечить взаимосвязь между целями и индикаторами данных концепций.

3) Разработать четкую декомпозицию целей и индикаторов КРЭЭО и КРЭЭ.

Для обеспечения успешных реализации данных рекомендации необходимо:

- создать межведомственную комиссию по координации реализации отраслевых концепций;

- разработать единую программу по реализации отраслевых концепций;

- обеспечить прозрачность и доступность информации о реализации концепций;

- разработать методические рекомендации по применению концепций;

- организовать проведение обучающих семинаров для специалистов ЖКХ и энергосбережения;

- освещение реализации концепций в средствах массовой информации.

Таким образом, проведенный анализ демонстрирует ряд несоответствий между целями, индикаторами и подходами к повышению энергоэффективности, а также в вопросах развития энергоемких отраслей, заложенными в концепциях определяющих развития энергоемких отраслей экономики. Существующие несогласованности между стратегическими документами могут привести к неэффективному использованию бюджетных средств, когда они будут направлены на не приоритетные цели, а поставленные в концепциях задачи не будут достигнуты.

3 Рекомендации по повышению энергоэффективности жилищного сектора

3.1 Влияния дифференциации тарифов на тепло и электроэнергию на государственные расходы

В основе экономики лежит принцип: любой продукт или услуга имеет свою стоимость, которая позволяет окупить затраты, связанные с их производством или предоставлением и приносить прибыль. В Казахстане, как и во многих других странах, стоимость электроэнергии и тепла напрямую связана с тарифами, которая регулируется государством.

Система регулирования тарифов на электроэнергию и тепловую энергию в Казахстане имеет сложную структуру, распределенную между несколькими государственными органами, и требует необходимость согласованной межведомственной координации.

В сфере электроэнергетики регулированием тарифов на генерацию, передачу и распределение занимается Министерство энергетики (МЭ), а за снабжение отвечает Комитет по регулированию естественных монополий Министерства национальной экономики (КРЕМ). В сфере теплоэнергетики все полномочия по тарифному регулированию сосредоточены в КРЕМ.

Ввиду отличающихся приоритетов государственных органов, обусловленных различными целями и задачами их деятельности, между ними возникает конфликт интересов. Например, между МЭ и КРЕМ существует конфликт интересов в вопросе ограничения влияния тарифов на инфляцию на услуги субъектов естественных монополий. Аналогичные разногласия наблюдаются между МЭ и Министерством энергетики и природных ресурсов по вопросам снижения объемов выбросов, КРЕМ и Министерством промышленности и строительства по вопросам снижения износа сетей тепло и водоснабжения.

Такие конфликты интересов могут негативно влиять на эффективность работы государственных органов, мешая им достигать поставленных целей.

В Казахстане тарифы на электроэнергию и тепловую энергию разделены на следующие группы потребителей население, бюджетные организации, юридические лица. Это разделение было введено в соответствии с Посланием Президента РК от 29 января 2010 года [30], в котором энергосбережение было обозначено как стратегическая задача государства.

В Казахстане конечные тарифы для потребителей на электроэнергию складываются из 8 ключевых составляющих тарифов, а тарифы на тепло энергию из 3 составляющих тарифов. Сложная структура тарифа на электроэнергию, обусловленная включением дополнительных компонентов (надбавка на поддержку ВИЭ, тариф на услугу поддержания готовности мощности), приводит к более высокой стоимости этого вида энергии по сравнению с теплом.

Электроэнергия: (1. ЭПО на ЭЭ + 2. Надбавка на поддержку ВИЭ + 3. Единого закупщика на ЭЭ + 4. Тариф на услугу поддержания готовности

мощности + 5.АО «КЕГОС» + 6. РЭК + 7. Тариф на балансирование + 8. Тариф за сбыт ЭСО).

Тепло: (1. Тариф ЭПО на тепловую энергию +2. Тариф на передачу по тепловым сетям +3. Тариф на сбыт).

Вместе с тем в целях сдерживания тарифов и предотвращения социальной напряженности в обществе, система тарифного регулирования, подверженная политическому влиянию, устанавливает цены для населения ниже предельной цены (себестоимости).

В связи с чем основная нагрузка по росту цен регулируемых ЭСО перераспределяется по группам потребителей юридическим лицам и бюджетным организациям [44] (см. Рис.20).

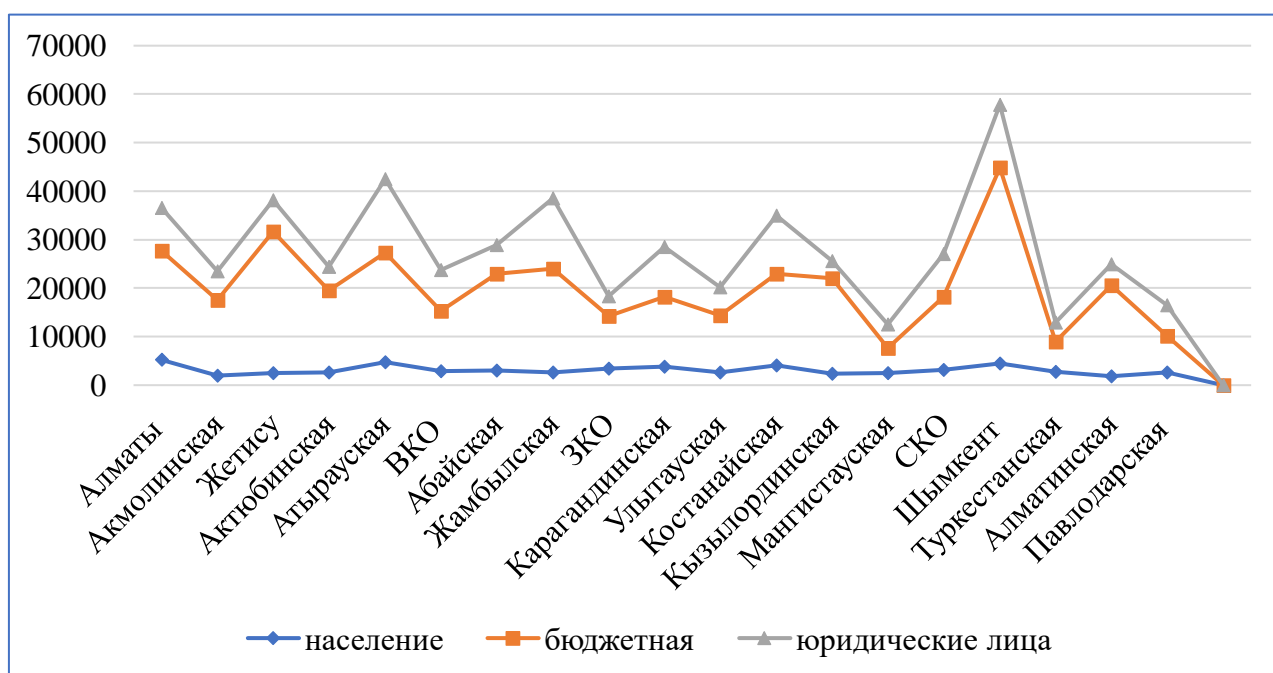


Рисунок 20 – Средние тарифы на тепло по группам потребителей в тенге без НДС (01.01.2023г.)

Примечание - Составлено автором на основании источников [54].

Региональный анализ тарифов на тепловую энергию в Казахстане продемонстрировал существенную неоднородность (слева). Максимальные цены зафиксированы в г. Шымкенте, Атырауской, Жетысуской областях и г. Алматы, а минимальные - в Мангистауской, Алматинской, Туркестанской областях и г. Астане. Данная дифференциация обусловлена набором факторов, среди которых стоимость топлива и состояние инфраструктуры.

Сравнительный анализ тарифов на тепловую энергию для разных групп потребителей (справа) демонстрирует, что средний тариф на тепло для населения составляет 3 105 тенге за Гкал. (без НДС), для бюджетных организаций – 17 210 тенге за Гкал. (без НДС) и для юридических лиц 10 753 за Гкал. Среди регионов с наиболее высокими тарифами на тепловую энергию для бюджетных организации выделяются: г. Шымкент, Атырауская, Жамбылская, Жетысуская области и г. Алматы.

Таким образом, тариф для бюджетных организаций в 5,5 раз выше, чем для населения. Тариф для юридических лиц в среднем в 3,5 раза выше, чем для населения. Данная разница обусловлена, мерами социальной поддержки населения, направленными на сдерживание роста коммунальных платежей для граждан.

Сходную картину тарифов на электроэнергию для различных групп потребителей (по состоянию на 1 января 2023 года) в Казахстане можно увидеть на Рисунке 21 (см.Рис.21).

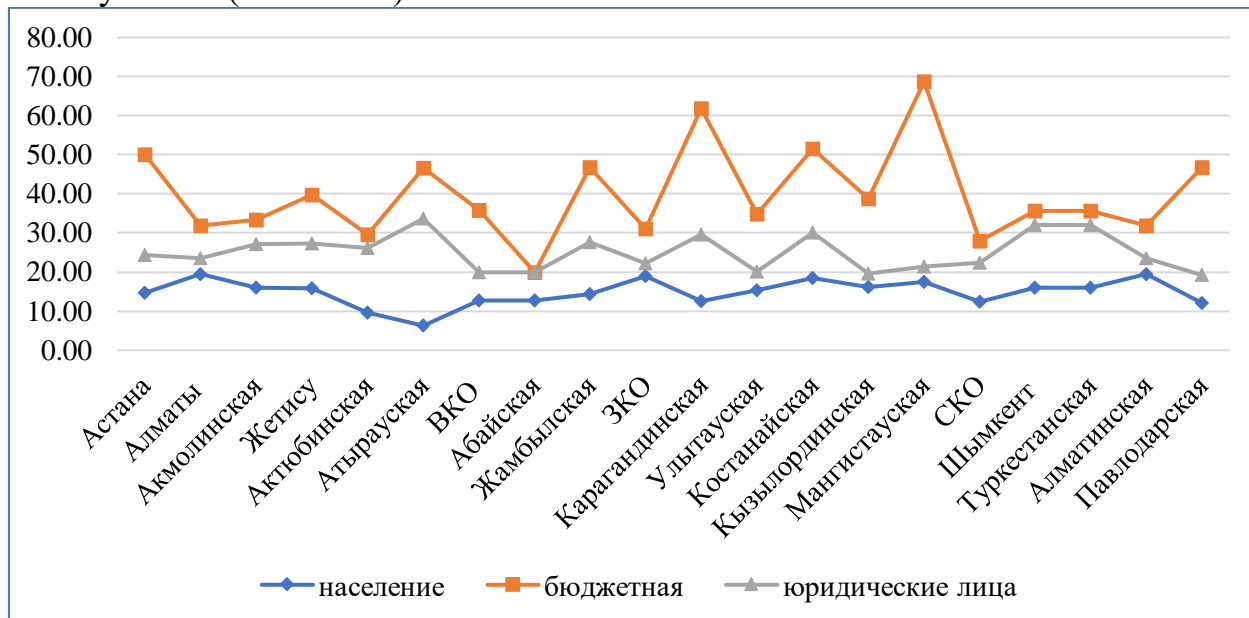


Рисунок 21 – Средние тарифы на электроэнергию по группам потребителей в тенге без НДС (01.01.2023г.)

Примечание - Составлено автором на основании источников [54].

Изучение региональной структуры тарифов на электроэнергию в Казахстане продемонстрировало значительные различия (слева). Максимальные цены зафиксированы в г. Шымкенте, Костанайской, Атырауской и Туркестанской областях. Сравнительный анализ тарифов на электроэнергию по группам потребителей (справа) также демонстрирует, что средний тариф для населения составляет 14,71 за кВт*ч., средний тариф для бюджетных организации составляет 35,75 тенге за кВт*ч. и для юридических лиц составляет 22,41 тенге за кВт*ч. Среди регионов с наиболее высокими тарифами электроэнергию для бюджетных организации выделяются: Мангистауская, Карагандинская, Костанайская, Атырауская, Жамбылская области и г. Астана.

Таким образом, для бюджетных организации в среднем в 2,4 раза выше, чем для населения, а для юридических лиц в 1,5 раза выше, чем для населения.

Согласно представленной информации Министерством финансов РК за период с 2009 по 2023 годы на оплату коммунальных услуг (за воду, газ, электроэнергию и отопление) местных исполнительных органов было выделено бюджетных средств на общую сумму 47 904 187 тыс. тенге[45], в 2009 году расходы на эти цели были в 35 раз меньше и составляли 1 376 991 тыс. тенге (см. Рис.22).

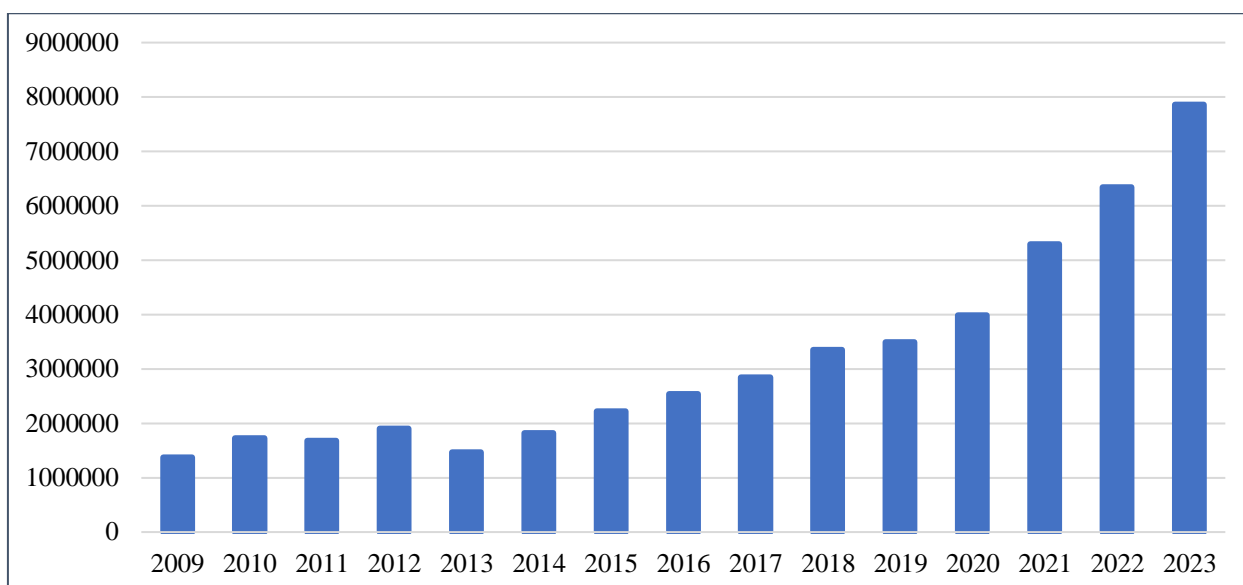


Рисунок 22 - Динамика коммунальных расходов МИО (2023 г.)

Примечание - Составлено автором на основании источников [45].

Из представленного графика видно, что незначительный рост бюджетных расходов приходится на периоды 2009–2013 годы, стабильный рост на 2014–2019 годы и резкий рост на 2020–2023 годы. Рост тарифов на коммунальные услуги обусловлен совокупностью факторов.

Так, тарифная программа, утверждается на пятилетний период и в 2015–2020 годах был заложенный рост тарифов на 5%. В 2020 году, при утверждении тарифов на 2021–2025 годы, были учтены следующие факторы: инфляция, износ оборудования и низкая заработная плата. Это привело к отставанию тарифов от реальных затрат. То есть, недоинвестирование в сферу ЖКХ в предыдущие годы привело к накоплению проблем, которые требуют решения.

Таким образом из данного анализа можно сделать выводы, что государственная политика сдерживания тарифов на тепло и электроэнергию, хотя и защищает население от резкого роста цен, но имеет свою цену – она приводит к значительному росту бюджетных расходов. За период с 2009 по 2023 годы эти расходы выросли в 35 раз, что не отвечает принципам финансовой устойчивости государства.

Правительству необходимо найти баланс между сдерживанием роста тарифов и контролем за бюджетными расходами. Одним из возможных решений может стать повышение энергоэффективности бюджетных организаций, что позволит снизить потребление энергии и расходы на коммунальные услуги.

3.2 Кейс – стадии Анализ пилотного проекта ПРООН по энергоэффективной модернизации МЖД в г. Астана

В рамках пилотного проекта совместно ПРООН и акимата г. Астана и жильцов Астаны (ул. Пушкина – уг. ул. Жубанова) была проведена комплексная реконструкция жилого квартала 1964 года постройки, направленная на снижение выбросов парниковых газов. Пятиэтажные крупнопанельные дома с техническим подвалом (4 подъезда, 80 квартир, 4 квартиры на площадке) были

модернизированы, что позволило значительно повысить их энергоэффективность (смотрите таблицу 2).

Результаты проекта показали, что сектор ЖКХ имеет значительный потенциал энергосбережения – от 30 до 55%. Модернизация позволила улучшить теплотехнические характеристики зданий, повысить комфорт проживания и снизить расходы на отопление (см. Таб. 7).

Таблица 7 - Результаты пилотного проекта ПРООН, направленная на снижение выбросов ПГ

Показатель	До реализации проекта 2017г.	После реализации проекта 2022 г.	Экономия	Снижение выбросов CO ₂
Потребление тепловой энергии (5 домов)	5 651 301 кВт*ч	3 881 092 кВт*ч	1 770 209 кВт*ч	423,6 тонн
Удельное потребление тепловой энергии	Класс D	Класс C	-	-
Потребление электроэнергии (ОДН)	32 276 кВт*ч	9 270 кВт*ч	23 006 кВт*ч	21,1 тонн
Экономия средств (тепловая энергия)	-	2 561 926 тенге/год	-	-
Экономия средств (электрическая энергия)	-	379 139 тенге/год	-	-
Снижение выбросов CO ₂ (за год)	-	604 тонн	-	-
Снижение выбросов CO ₂ (за весь период)	-	2 127 тонн	-	-
Снижение выбросов CO ₂ (за весь жизненный цикл)	-	12 358 тонн	-	-

Примечание – Составлено автором [56].

В результате модернизации потребление тепловой энергии в домах снизилось на 31% (с 5 651 301 кВтч до 3 881 092 кВтч), что позволило улучшить класс энергоэффективности с «D» до «C». Это привело к сокращению выбросов CO₂ на 423,6 тонн в год.

Помимо модернизации системы отопления, была также обновлена система освещения, что позволило сократить потребление электроэнергии на 23 006 кВтч (с 32 276 кВтч до 9 270 кВт*ч) и снизить выбросы CO₂ на 21,1 тонн в год. Экономический эффект от реализации проекта составил:

- 2 561 926 тенге в год за счет снижения потребления тепловой энергии;
- 379 139 тенге в год за счет снижения потребления электроэнергии.

В целом, проект позволил сократить выбросы парниковых газов на 604 тонн в год. За весь период реализации проекта (2127 тонн) и за весь жизненный цикл установленного оборудования (12 358 тонн) ожидается еще более значительное снижение выбросов.

Вышеуказанные результаты были протестированы посредством Kruskal-теста, который подтвердил их достоверность (см. Рис. 23 и Приложение 4). Для тестирования были взяты 5 домов, модернизированных с целью повышения энергоэффективности, и 5 симуляционных жилых домов с одинаковыми параметрами потребления тепловой энергии до модернизации.

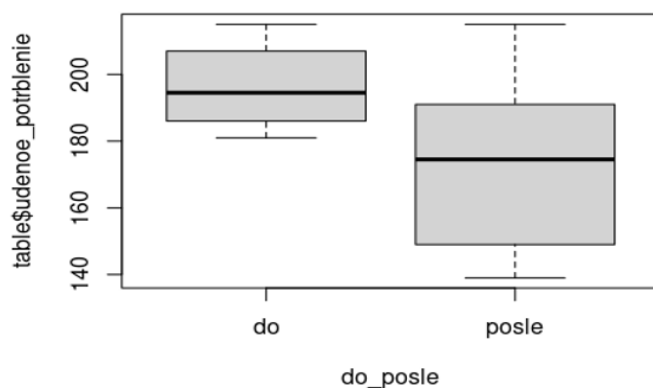


Рисунок 23 - Результаты тестирования экономии потребления тепловой энергии посредством Kruskal- теста

Примечание – Составлено автором [Приложение 4].

На рисунке представлена диаграмма в виде ящичного графика, которая показывает распределение значений потребления тепловой энергии до и после всех 5 модернизированных домов. Из диаграммы можно сделать следующие выводы, что медиана (средняя линия внутри ящика) потребления тепловой энергии после модернизации значительно ниже медианы потребления до модернизации. Это говорит о том, что модернизация привела к значительному снижению потребления тепловой энергии.

В данном случае Kruskal-тест показал, что разница между значениями потребления тепловой энергии до и после модернизации является статистически значимой. Это означает, что с большой вероятностью снижение потребления на 31% произошло не случайно, а является следствием именно модернизации.

Тестирование посредством Kruskal- теста по потреблению электрической энергии была проведена с аналогичным 5 симуляционными домами (см.Рис.24 и Приложение 4).

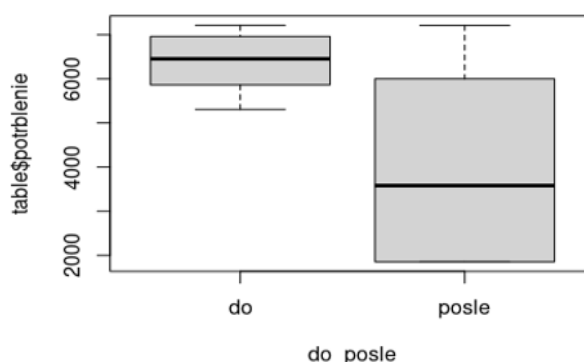


Рисунок 24 - Результаты тестирования экономии потребления электрической энергии посредством Kruskal- теста

Примечание – составлено автором [Приложение 4].

Kruskal-тест показал, что разница между значениями «до» и «после» для модернизированных домохозяйств является статистически значимой. Это означает, что снижение потребления электрической энергии с большой вероятностью произошло именно благодаря модернизации.

Таким образом, комплексная модернизация жилого квартала продемонстрировала свою эффективность в плане снижения потребления энергии, выбросов CO₂ и обеспечения экономического эффекта.

Данный проект может быть применен к другим жилым кварталам с домами 1964 года постройки, что позволит значит снизить потребление энергии, выбросы CO₂ и расходы на оплату коммунальных услуг.

Экстраполяция данных пилотного проекта на весь жилой фонд с домами 1964 года постройки показывает, что потенциал энергосбережения составляет от 30 до 55%. Модернизация жилого фонда позволяет значительно снизить потребление энергии, выбросы CO₂ и расходы на оплату коммунальных услуг, а также улучшить комфорт проживания.

На основании представленных результатов можно сформулировать следующие рекомендации:

1. Рекомендуется тиражировать опыт комплексной модернизации жилого квартала на другие жилые кварталы и рассмотреть возможность применения программы модернизации к другим типам зданий.

2. Рекомендуется провести дальнейшие исследования, чтобы более точно оценить экономическую и экологическую эффективность программы модернизации.

3. Необходимо провести широкую информационную кампанию, чтобы донести до жителей преимущества программы модернизации.

Важно отметить, что модернизация жилого фонда является долгосрочным и капиталоемким проектом. Однако, его реализация позволит решить ряд важных проблем, связанных с энергоэффективностью, экологией и качеством жизни.

3.3 Предложение по совершенствованию Концепции развития ЖКХ 2023–2029 с учетом результатов исследования

Анализ, проведенный в рамках данного исследования, продемонстрировал, что достижение углеродной нейтральности представляет собой комплексную задачу, решение которой возможно только при объединении усилий Правительства Республики Казахстан, НПО, энергетических компаний, строительных организаций, коммунальных предприятий и населения. В связи с этим особая роль отводится жилищному сектору, играющему ключевую роль ввиду его особой социальной значимости.

Жилищный фонд Казахстана составляет более 1,3 млрд квадратных метров, и от его энергоэффективности напрямую зависит уровень выбросов парниковых газов.

Вместе с тем, в рамках работы были проанализированы целевые индикаторы Концепция развития жилищно-коммунальной инфраструктуры на 2023–2029 годы, которая уже реализуется и является шагом в правильном направлении. Она предусматривает меры по обновлению и наращиванию жилищного фонда, модернизации и развитию коммунальной инфраструктуры.

Вместе с тем, в рамках исследования в соответствии ОНУВ были выявлены дополнительные цели, которые, при их включении в Концепцию, сделают ее более комплексной, эффективной и направленной на устойчивое развитие, а также позволят достичь углеродной нейтральности.

Для оптимизации и достижения целей по деbüroкратизации и исключения дублирования программ в будущем, предлагаю внести следующие изменения в Концепцию развития жилищно-коммунальной инфраструктуры Казахстана на 2023–2029 годы, дополнив ее целями, выявленными в моем исследовании:

Таблица 8 - Дополнение к целевым индикаторам Концепции развития ЖКХ на 2023 -2029 годы

Действующая редакция:	Рекомендации по включению дополнения к целевым индикаторам в новой редакции
<p>Целевой индикатор 2. - Снижение износа сетей тепло-, водоснабжения и водоотведения с 51 % до 40 % к 2030 году</p>	<p>В новой редакции Целевой индикатор 2. - Снижение износа сетей тепло-, водоснабжения и водоотведения с 51 % до 40 % к 2030 году, что позволит снизить выбросы ПГ 30% к 2029 году.</p>
<p>Целевой индикатор 5. - Снижение доли объектов кондоминиумов, требующих капитального ремонта, с 31,2 % до 28,8 % к 2030 году.</p>	<p>В новой редакции Целевой индикатор 5. (декомпозиция с Реформой 9) - Снижение доли объектов кондоминиумов, требующих капитального ремонта, с 31,2 % до 28,8 % к 2030 году, с целью повышения энергоэффективности на 30 % по теплу и 70 % энергосбережению и снижение выбросов ПГ. - Реновация 30% жилых домов с целью повышение энергоэффективности жилых домов и зданий на 30 % по теплу и 70 % электроэнергии к 2029 году и снижение выбросов ПГ.</p>
	<p>Новый Целевой индикатор 6. Повышение энергоэффективности зданий государственных квазигосударственного сектора - Модернизация государственных и квазигосударственных учреждений (зданий) с целью снижение потребления энергии в государственных учреждениях на 30% к 2029 году (приоритет энергоэффективных зданий в аренду).</p>
	<p>Новый целевой индикатор 7. Повышение энергоэффективности жилищного сектора - Стимулирование население, ОСИ, КСК, использование ВИЭ в жилищном секторе (льготное кредитование АО ФРП «ДАМУ». - Повышение осведомленности населения о вопросах и классах энергоэффективности здания и электрооборудования. - Формирование тарифов по теплу и электроэнергии для населения и юридических лиц по классу энергоэффективности.</p>

Примечание – Составлено автором на основе источника [32].

Включение этих целей в программу развития жилищно-коммунальной инфраструктуры позволит сделать ее более комплексной, эффективной и направленной на достижение углеродной нейтральности.

1. Включение цели в «Целевой индикатор 2» и «Целевой индикатор 5» по снижению выбросов ПГ делает исходные цели более комплексной, учитывая не только экономические аспекты (снижение износа сетей, зданий), но и экологические (снижение влияния на окружающую среду), а также использование более энергоэффективных материалов и технологий при ремонте сетей и зданий.

2. Включение нового целевого индикатора 6 «Повышение энергоэффективности зданий государственных квазигосударственного сектора» позволит значительно снизить их энергопотребление. Это приведет к сокращению расходов бюджета на оплату коммунальных услуг, а также позволит сократить выбросы ПГ, что положительно скажется на окружающей среде. Демонстрация приверженности государства принципам энергоэффективности позволит повысить его престиж на международной арене.

3. Включение нового целевого индикатора 7 «Повышение энергоэффективности жилищного сектора» стимулирование населения, ОСИ, КСК к использованию ВИЭ в жилищном секторе позволит значительно снизить потребление энергии. Это приведет к сокращению расходов на оплату коммунальных услуг для населения и управляющих компаний. Повышение осведомленности населения о вопросах и классах энергоэффективности зданий и электрооборудования позволит людям делать более осознанный выбор при покупке и эксплуатации жилья. Это также будет способствовать снижению энергопотребления. Формирование тарифов по теплу и электроэнергии для населения и юридических лиц по классу энергоэффективности будет стимулировать владельцев жилья и коммерческих помещений к улучшению их энергоэффективности. Это также приведет к снижению энергопотребления в целом по стране.

В целом, реализация этих целей позволит сделать жилищно-коммунальную инфраструктуру более устойчивой, эффективной и экологичной, создавая основы для достижения углеродной нейтральности в будущем. Важно помнить, что устойчивое развитие не противопоставляет интересы настоящего и будущего, а находит пути удовлетворения потребностей современного общества без ущерба для будущих поколений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стремясь к углеродной нейтральности к 2060 году, Казахстан сталкивается с серьезным вызовом: его энергетический сектор в значительной степени опирается на ископаемое топливо. Жилищный сектор, будучи крупнейшим потребителем энергии, играет ключевую роль в достижении целей декарбонизации. В связи с этим, данное исследование было направлено на изучение теоретических основ энергоэффективности и низкоуглеродной экономики, анализ актуальных мировых трендов в этой области, оценка текущего состояния энергоемкости и жилищного сектора Казахстана и разработка практических рекомендаций по его декарбонизации.

Анализ показал, что Казахская энергетическая система сталкивается с рядом комплексных проблем, препятствующих ее устойчивому развитию. К ним относятся:

Сильная зависимость от ископаемого топлива: энергетика страны по-прежнему в значительной степени ориентирована на использование традиционных источников энергии, таких как уголь и нефть, что приводит к образованию значительных объемов парниковых газов.

Низкий уровень энергоэффективности: жилищный фонд и здания в целом не соответствуют современным стандартам энергоэффективности, обуславливая неоправданно высокие расходы энергии.

Недостаточное развитие возобновляемых источников энергии: доля ВИЭ в энергетическом балансе страны остается низкой, что ограничивает возможности декарбонизации.

Отсутствие комплексного подхода: Разрозненные меры по энергосбережению и внедрению ВИЭ не позволяют добиться системных изменений и существенного снижения выбросов CO₂.

На основании выявленных проблем исследование предлагает ряд практических решений:

1. Необходимость разработки казахстанских исследований, посвященных роли энергоэффективности жилищного сектора в контексте низкоуглеродной экономики на макроэкономическом уровне.

2. Необходим комплексный подход к низкоуглеродной экономике т. к. она охватывает не только сокращение выбросов парниковых газов, но и переход к чистым источникам энергии, модернизацию инфраструктуры и внедрение энергосберегающих технологий.

3. Разграничение понятия низкоуглеродной и зеленой экономики т. к. низкоуглеродная экономика фокусируется на сокращении выбросов парниковых газов, а зеленая экономика – на деятельности без вреда окружающей среде. Это важное различие для разработки целенаправленных политик и стратегий.

4. На основе изучения классов энергоэффективности и опыта Японии, предлагается внедрить систему классов энергоэффективности для жилья, зданий и электроприборов в Казахстане. Это позволит стимулировать осознанный выбор энергоэффективных решений, снизить расходы на энергоносители и потребление энергии, оказать положительное влияние на экологию.

5. Разработать и реализовать комплексные программы модернизации жилых зданий по примеру реализованного проекта ПРООН, делая акцент на повышении энергоэффективности, снижении выбросов CO₂ и обеспечении безопасности. При этом использовать кластерный подход для мобилизации ресурсов и ускорения процесса модернизации.

6. Стимулировать инвестиции в ВИЭ, такие как солнечная, ветровая и гидроэнергетика, что создаст благоприятные условия для развития "зеленой" экономики.

7. Повышать осведомленность населения о важности энергосбережения и энергоэффективности. Стимулировать бережное отношение к энергоресурсам путем создания стимулов для внедрения энергоэффективных решений за счет льготного кредитования (АО ФРП «ДАМУ»).

8. Устранить несогласованность в стратегических документах: провести тщательный анализ действующих стратегических документов в сфере энергетики и жилищно-коммунального хозяйства. Обеспечить их согласованность и скоординированность действий различных государственных органов.

9. Совершенствование государственной политики регулирования тарифов с целью достижение баланса между сдерживанием тарифов и контролем за бюджетными расходами. Определить оптимальный уровень тарифов, учитывающий интересы населения, бизнеса и государства.

10. Включить предлагаемые дополнительные цели в Концепцию развития жилищно-коммунальной инфраструктуры Казахстана на 2023–2029 годы. Это поможет обеспечить согласованность действий и достичь целей декарбонизации.

Описанные решения, будучи реализованными, могут принести огромную практическую пользу.

Во-первых, реализация этих мер позволит значительно снизить выбросы парниковых газов, тем самым замедлив темпы изменения климата и сохранив нашу планету для будущих поколений.

Во-вторых, внедрение энергоэффективных технологий в жилищном секторе не только сократит расходы на энергоносители, но и повысит уровень комфорта жилья, делая его более уютным и современным.

В-третьих, переход к «зеленой» экономике не только стимулирует создание новых рабочих мест, но и повышает инвестиционную привлекательность страны, делая ее более конкурентоспособной на мировом рынке.

В-четвертых, эффективное расходование бюджетных средств, направленное на реализацию данных решений, обеспечит устойчивое развитие экономики и повышение благосостояния населения.

В-пятых, модернизация инфраструктуры энергетического сектора, обусловленная внедрением энергоэффективных технологий, не только повысит его конкурентоспособность на рынке, но и улучшит качество предоставляемых услуг.

Таким образом, реализация предлагаемых решений позволит не только решить насущные проблемы, но и заложить фундамент для устойчивого и процветающего будущего Казахстана.

Подводя итоги исследование, следует подчеркнуть, что посвященное энергоэффективности и низкоуглеродной экономике жилищного сектора Казахстана, имеет большое значение как для науки, так и для практики.

В научном плане оно вносит существенный вклад в понимание проблем декарбонизации жилищного сектора в условиях развивающейся экономики. Практическая значимость исследования заключается в том, что его результаты могут быть использованы для разработки и реализации государственной политики в сфере жилищно-коммунального хозяйства, энергетики и охраны окружающей среды. Кроме того, исследование может быть полезно для бизнеса, научного сообщества и общественности. Важно отметить, что декарбонизация жилищного сектора — это долгосрочный процесс, который потребует комплексных усилий со стороны государства, бизнеса и общества. Однако, уже сейчас можно начать реализовывать некоторые из предложенных рекомендаций, что позволит начать движение к более устойчивому будущему Казахстана.

Таким образом, данное исследование является ценным ресурсом как для лиц, принимающих решения, так и для исследователей, которые хотят внести свой вклад в декарбонизацию экономики Казахстана и построение более устойчивого будущего для страны.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК) от 9 мая 1992 года. Официальный сайт ООН. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml (дата обращения 10.01.2024г.).

2 Киотский протокол к рамочной конвенции ООН об изменении климата от 11 декабря 1997 года. Официальный сайт ООН. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/kyoto.shtml. (дата обращения 10.01.2024г.).

3 Парижское соглашение на КС-21 в Париже 12 декабря 2015 года. Официальный сайт ООН. URL: <https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement> (дата обращения 10.01.2024г.).

4 Постановление Правительства РК от 19 апреля 2023 года № 313 «Об утверждении обновленного национального вклада Республики Казахстан в глобальное реагирование на изменение климата. Информационно – правовая система НПА РК. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000313> (дата обращения 20.01.2024г.).

5 Закон РК от 4 ноября 2016 года № 20-VI ЗРК «О ратификации Парижского соглашения». Информационно – правовая система НПА РК: URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1600000020> (дата обращения 20.01.2024г.).

6 Стратегия достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 года, утверждённая Указом Президента РК от 02 февраля 2023 года № 121. Информационно – правовая система НПА РК. URL: <https://zan.kz/> (дата обращения 17.01.2024г.).

7 Шинкевич А. И. (2020). Низкоуглеродная экономика: проблемы и перспективы развития в России. Russian Journal of Economics and Law, (4), 783–799.

8 Ануфриев В. П., Кулигин А. П. Низкоуглеродная экономика, энергоэффективность, устойчивое развитие // Дискуссия. 2011. №10, 14–19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nizkouglerodnaya-ekonomika-energoeffektivnost-ustoychivoe-razvitie> (дата обращения: 04.01.2024).

9 И. С. Белик, Н. В. Стародубец, Т. В. Майорова, А. И. Ячменева. Механизмы реализации концепции низкоуглеродного развития экономики: монография /– Уфа: МЦИИ «Омега Сайнс», 2016. – 119 с. – ISBN 978-5-906924-00-1.

10 Любарская, М. А. (2021). Теоретические и практические аспекты низкоуглеродного развития экономики. Научный журнал «Экономический вектор», (2 (25)), 100–104.

11 Голубчиков, О. Ю., Бадьина, А. В. (2013). Роль жилищного хозяйства в климатической и энергетической политике. Научно-образовательный журнал «Климат и природа», (4), 3–13.

12 Акулова, Я. Н. (2014). Система показателей оценки энергоэффективности как фактора экономического роста региональной

экономики. Научный журнал «Вестник» Оренбургского государственного университета, (4 (165)), 33–38.

13 Горбунов, С. В. (2012). Организационно-экономический механизм повышения энергоэффективности в жилищном хозяйстве. Научно – практический журнал «Российское предпринимательство», (3), 126–131.

14 Шуленбаева, А. Р., Добровольская, В. В., Тажбенова, Ж. О. (2021). Перспективы строительства энергоэффективных зданий в Казахстане. Наука, техника и образование, (8 (83)), 117–120.

15 Нурсанкызы А., Воронова Н. В., Темирханова Г. Т. (2016). Повышение энергоэффективности в жилых зданиях Казахстана. Қазақстандағы тұрғын ғимараттарының энерготіімділігін көтеру. Eurasian Journal of Ecology, 41(2).

16 Бобылев, С. Н. (2012). Индикаторы устойчивого развития для России. Всероссийский научный журнал «Социально-экологические технологии», (1), 8–18.

17 Авдеева, Т. Г. (2013). Конференция ООН по устойчивому развитию «Рио+ 20»: год спустя. Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера», 2013, т. 5, № 2, 237–245.

18 Бобылёв, С. Н., & Соловьёва, С. В. (2017). Цели устойчивого развития для будущего России. Журнал «Проблемы прогнозирования». Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук (ИНП РАН) (3), 26–33.

19 Нурмухаметов, Н. Н., Булхаирова, Ж. С., Белоусова, Э. В., & Косымбаева, Ш. (2022). Развитие жилищной политики Казахстана: Современное состояние и проблемы развития. Научный журнал «Вестник НАН РК», (3), 339–359.

20 Анализ рынка электроэнергетической отрасли Казахстана (январь 2022 года) Департаментом «Развитие Рынка» АО «Самрук-Энерго». URL: <https://www.samruk-energy.kz>. (дата обращения 12.02.2024г.).

21 Рогинко Сергей (2021). Трансграничные углеродные налоги: риски для Российского ТЭК. Общественно деловой научный журнал «Энергетическая политика», (10 (164)), 38–47.

22 Алинов М.Ш. Основы энергосбережения и энергоэффективности: учебное пособие для студентов, магистрантов. Алматы, 2015.- 288 с.

23 Закон РК от 13 января 2012 года № 541-IV «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности». Информационно – правовая система НПА РК. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1200000541>. (дата обращения 20.02.2024г.).

24 Приказ Министра по инвестициям и развитию РК от 31 марта 2015 года № 399 «Об утверждении Правил определения и пересмотра классов энергоэффективности зданий, строений, сооружений». Информационно – правовая система НПА РК. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500011312>. (дата обращения 20.02.2024г.).

25 Строительная теплотехника государственный стандарт СП РК 2.04–107–2013, утвержден Приказом Комитета по делам строительства, жилищно-

коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами МНЭ РК от 29.12.2014 № 156-НК с 1 июля 2015 года. Информационно – правовая система НПА РК. URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31682327&pos=4;-108#pos=4;-108(дата обращения 20.02.2024г.).

26 Приказ Министра по инвестициям и развитию РК от 31 марта 2015 года № 406 «Об установлении требований по энергоэффективности зданий, строений, сооружений и их элементов, являющихся частью ограждающих конструкций». Информационно – правовая система НПА РК. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500011378>. (дата обращения 25.02.2024г.).

27 Методика по формированию топливно-энергетического баланса и расчету отдельных статистических показателей, характеризующих отрасль, утвержденная Приказом Председателя МНЭ РК №160 от 11 августа 2016 года. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1600014230>.(дата обращения 25.02.2024г.).

28 Технический регламент ЕАЭС «О требованиях к энергетической эффективности энергопотребляющих устройств (ТР ЕАЭС 048/2019)». URL: https://eec.eaeunion.org/comission/department/deptexreg/tr/TR_EAEU_048.php. (дата обращения 02.03.2024г.).

29 Приказ Председателя Агентства Республики Казахстан по регулированию естественных монополий от 20 февраля 2009 года № 57-ОД «Об утверждении Правил дифференциации энергоснабжающими организациями тарифов на электрическую энергию в зависимости от объемов ее потребления физическими лицами». Информационно – правовая система НПА РК. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V090005602>. (дата обращения 03.03.2024г.).

30 Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана. 29 января 2010 г. Новое десятилетие –Новый экономический подъем –Новые возможности Казахстана. Информационно – правовая система НПА РК: https://adilet.zan.kz/rus/docs/K100002010_/history. (дата обращения 05.03.2024г.).

31 Указ Президента Республики Казахстан от 19 марта 2010 года № 958. «О Государственной программе по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010–2014 годы». Информационно – правовая система НПА РК. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U100000958>. (дата обращения 10.03.2024г.).

32 Постановление Правительства РК от 23 сентября 2022 года № 736 «Об утверждении Концепции развития жилищно-коммунальной инфраструктуры на 2023–2029 годы». Информационно – правовая система НПА РК. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200000736>(дата обращения 10.03.2024г.).

33 Постановление Правительства РК от 28 марта 2023 года № 264 «Об утверждении Концепции развития сферы энергосбережения и повышения энергоэффективности Республики Казахстан на 2023–2029 годы». Информационно – правовая система НПА РК. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000264>. (дата обращения 10.03.2024г.).

34 Постановление Правительства РК от 28 марта 2023 года № 263 «Об утверждении Концепции развития электроэнергетической отрасли Республики

Казахстан до 2035 года». Информационно – правовая система НПА РК. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000263>. (дата обращения 11.03.2024г.).

35 Закон Республики Казахстан от 27 декабря 2021 года № 86-VII «О промышленной политике» (с изменениями по состоянию на 01.05.2023 г.). Информационно – правовая система НПА РК. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z2100000086>(дата обращения 11.03.2024г.).

36 Закон Республики Казахстан от 9 июля 2004 года № 588-II «Об электроэнергетике». Информационно – правовая система НПА РК. URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z040000588_.(дата обращения 12.03.2024г.).

37 Национальный энергетический доклад KAZENERGY, 2023.

38 Экологический кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI ЗРК. Информационно – правовая система НПА РК. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2100000400> (дата обращения 13.03.2024г.).

39 Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 15 ноября 2022 года № 704 «Об утверждении углеродного бюджета» Информационно – правовая система НПА РК. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200030652>(дата обращения 13.03.2024г.).

40 Приказ Министра энергетики РК от 20.01.2023 года № 20 «Об утверждении прогнозных балансов электрической энергии и мощности на 2023 - 2029 годы». Информационно – правовая система НПА РК. URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=33963988(дата обращения 13.03.2024г.).

41 Бюро национальной статистики РК. Статические данные потребление энергии промышленного сектора в разрезе отраслей экономики РК. <https://stat.gov.kz/ru/ecologic-indicators/>. Руководство по энергетической статистике. ОЭСР/МЭА 2007. (дата обращения 14.03.2024г.).

42 Energy Efficiency Market Report 2013. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-market-report-2013>. (дата обращения 14.03.2024г.).

43 «Показатели энергоэффективности: основы статистики» (IEA, 2014) перевод с английского. Официальный сайт. URL: <https://www.iea.org/about>(дата обращения 10.01.2024г.).

44 Ответ Комитете по регулированию субъектов естественных монополии МНЭ РК на запрос № 03/263 от 09.02.2024 г. в рамках магистерского проекта.

45 Ответ Министерства финансов РК на запрос № 03/264 от 09.02.2024 г. в рамках магистерского проекта.

46 Стрельцов, Д. В. (2011). Политика Японии в сфере энергосбережения: исторические и правовые аспекты. Ежегодник Япония, (40), 18–37.

47 Долгосрочная стратегия развития Японии. Портал долгосрочных стратегий ООН. <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>. (дата обращения 5.04.2024г.).

48 Независимая консалтинговая исследовательской компании Enerdata. URL: <https://energystats.enerdata.net/co2/toe-emissions-co2.html> (дата обращения 5.01.2024г.).

49 Министерство экономики, торговли и промышленности Японии. URL:https://www.meti.go.jp/english/policy/energy_environment/energy_efficiency/index.html (дата обращения 10.03.2024г.).

50 Бюро национальной статистики РК. Экологические индикаторы мониторинга и оценки окружающей среды. URL: https://stat.gov.kz/ru/ecologic-indicators/28432/energy_intensity/. (дата обращения 10.01.2024г.).

51 Бюро национальной статистики Республики Казахстан. Топливо-энергетический баланс Республики Казахстан (2022г.). URL: <https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-energy/publications/5186/>. (дата обращения 10.01.2024г.).

52 Бюро национальной статистики Республики Казахстан. Статистика жилищного фонда (2023г.). URL: <https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-inno-build/publications/124951/>. (дата обращения 15.01.2024г.).

53 Постановление Правительства РК от 29 ноября 2017 года № 790 «Об утверждении Системы государственного планирования в Республике Казахстан». Информационно – правовая система НПА РК.

54 Комитет по регулированию естественных монополии МНЭ РК. Тарифы субъектов естественных монополии. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/krem/activities/directions?lang=ru> (дата обращения 11.02.2024г.).

55 Ответ Министерства экологии и природных ресурсов РК на запрос № 03/265 от 09.02.2024 года в рамках магистерского проекта.

56 Пилотный проект модернизации жилых домов в рамках программы развития ООН (ПРООН) в Казахстане. Официальный сайт URL: <https://www.undp.org/ru/kazakhstan/press-releases/effektivnuyu-model-finansirovaniya-dlya-modernizacii-mnogokvartirnykh-zhilykh-domov-vnedrili-v-stolice> (дата обращения 02.02.2024 года).

Приложение 1

Таблица 9 – Суммарные выбросы ПГ в секторе «Энергетика» в Республике Казахстан за период 1990...2022 гг.
(млн т СО₂-экв.)

Источник	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Энергетика (энергетическая деятельность), всего	321,292	310,297	284,429	254,128	218,681	203,565	191,351	184,243	182,197	150,992	178,377
Энергетика, включая сжигание топлива и транспорт (секторный подход)	241,194	239,613	217,682	193,207	163,286	154,743	142,134	130,535	126,560	98,006	120,436
Энергетическая промышленность	142,315	140,033	117,400	108,162	95,731	96,536	88,424	82,057	78,185	53,379	60,782
Обрабатывающая промышленность и строительство	17,425	17,475	31,656	25,512	17,249	15,561	13,722	14,534	13,744	19,535	20,849
Транспорт	23,009	19,790	16,028	12,887	10,807	9,164	7,878	7,398	6,858	6,924	9,736
Другие сектора	49,511	56,401	51,139	45,179	38,059	32,068	30,691	25,071	18,103	8,299	9,549
Прочие сектора	8,934	5,914	1,461	1,466	1,440	1,414	1,419	1,476	9,671	9,869	19,520
Летучие выбросы	80,098	70,684	66,746	60,921	55,395	48,822	49,216	53,708	55,637	52,985	57,942

Продолжение таблицы 9

Источник	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Энергетика (энергетическая деятельность), всего	170,914	191,340	209,967	214,479	226,037	240,561	240,642	236,273	225,422	249,050	239,809	245,267
Энергетика, включая сжигание топлива и транспорт	115,181	132,377	148,316	157,693	170,261	189,275	194,801	196,447	193,163	218,629	208,318	215,152
Энергетическая промышленность	63,271	67,675	76,379	87,863	92,230	99,407	94,812	89,679	96,025	103,714	104,858	110,852
Обрабатывающая промышленность и строительство	23,800	25,165	26,256	23,802	27,025	28,304	30,386	28,177	27,076	28,009	28,822	28,767
Транспорт	10,780	13,065	14,596	15,274	16,915	19,112	21,846	22,799	22,278	21,774	22,498	25,103
Другие сектора	10,533	12,486	15,038	13,864	13,110	16,248	20,844	17,118	15,239	16,583	20,040	17,331
Прочие сектора	6,797	13,986	16,047	16,890	20,980	26,204	26,913	38,673	32,545	48,549	32,100	33,098
Летучие выбросы	55,733	58,962	61,652	56,786	55,776	51,286	45,840	39,827	32,259	30,421	31,490	30,115

Продолжение таблицы 9

Источник	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Энергетика (энергетическая деятельность), всего	250,759	296,631	298,087	301,179	318,777	331,859	296,752	275,119	249,539	281,921
<u>Энергетика, включая сжигание топлива и транспорт (секторный подход)</u>	220,184	266,701	269,070	271,205	287,821	301,498	268,724	245,162	212,222	243,455
<i>Энергетическая промышленность</i>	115,477	140,333	133,114	135,979	143,366	148,125	144,474	144,325	121,193	126,078
<i>Обрабатывающая промышленность и строительство</i>	26,318	33,658	36,229	35,148	35,803	34,839	24,778	25,113	41,573	27,822
<i>Транспорт</i>	23,354	24,542	22,113	23,559	25,665	27,793	28,286	20,058	26,351	27,974
<i>Другие сектора</i>	15,740	27,699	29,147	29,055	32,501	33,525	42,288	33,389	20,792	48,429
<i>Прочие источники</i>	39,295	40,469	48,467	47,464	50,486	57,216	28,898	22,277	2,311	13,152
<u>Летучие выбросы</u>	30,575	29,930	29,018	29,973	30,956	30,361	28,028	29,957	39,184	38,466

Примечание - Составлено автором на основе источника [55].

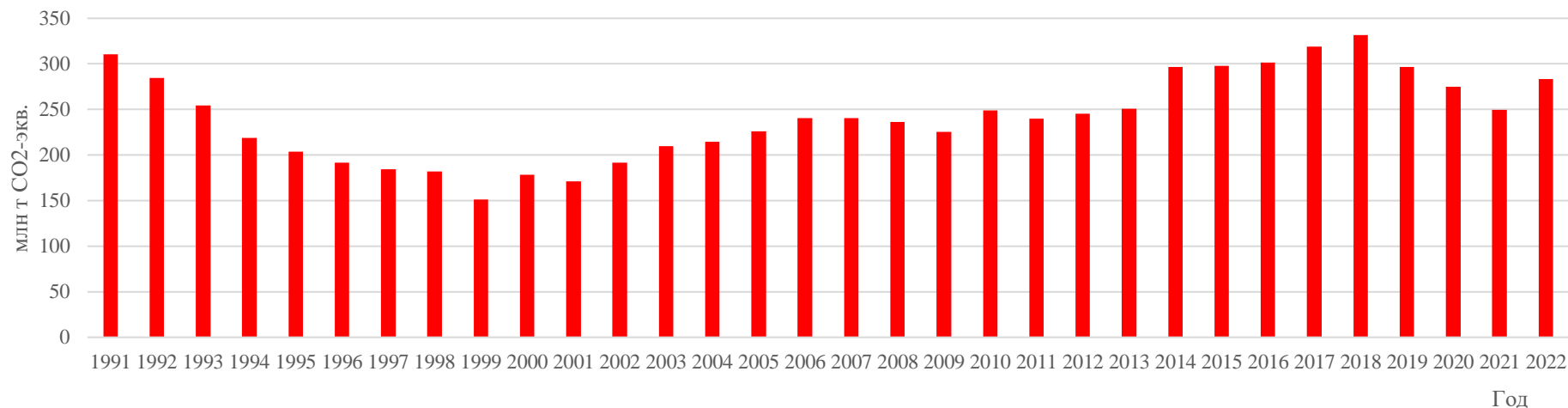


Рисунок 25 – Динамика суммарных выбросов ПГ в секторе «Энергетическая деятельность» в Республике Казахстан за 1990...2022 гг. (млн тонн CO₂-экв.)

Примечание - Составлено автором на основе источника [55].

Выбросы парниковых газов (ПГ) от транспорта в секторе «Энергетика» Казахстана за последние годы значительно возросли. В 2022 году они достигли 27,974 млн тонн CO₂-экв., что на 21,6% больше, чем в 1990 году, и на 6,2% больше, чем в 2021 году. Также наблюдается рост выбросов ПГ от «прочих источников» в секторе «Энергетика». Их доля увеличилась с 3% в 1990 году до 5% в 2022 году. В 2022 году выбросы от «прочих источников» составили 13,152 млн тонн CO₂-экв., что на 47,2% больше, чем в 1990 году, и в 5,6 раза больше, чем в 2021 году.

Доля выбросов ПГ от категории «Летучие выбросы» в секторе «Энергетика» за исследуемый период имела тенденцию к снижению. Выбросы ПГ в категории «Летучие выбросы» в 2022 г. составили 38,466 млн т CO₂-экв., что на 51,9% меньше относительно уровня 1990 г. и на 1,8% меньше относительно 2021 г.

Общая тенденция потребления топлива в категории «Другие сектора» (коммерческий/институциональный сектор, жилой сектор, сельское хозяйство) за период 1990...2022 гг. имеет характер снижения. Общая тенденция потребления топлива в категории «Прочие источники» за период 1990...2022 гг. имеет характер роста.

Динамика выбросов ПГ от сжигания топлива в категориях «Другие сектора» и «Прочие источники» за период 1990...2022 гг. представлены в таблицах 9 и на рисунке 26.

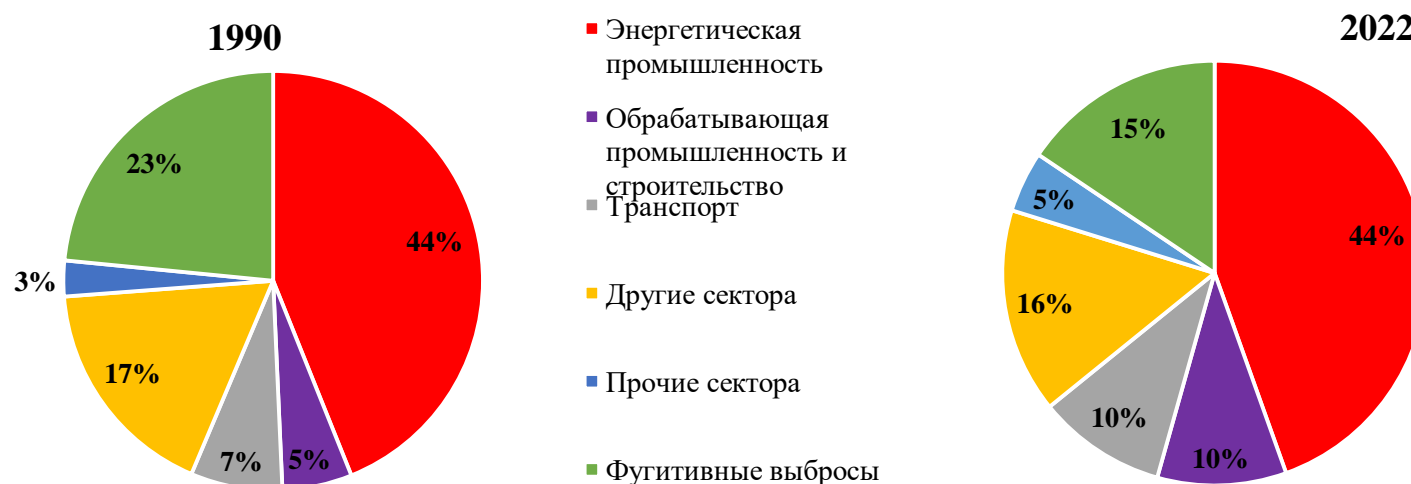


Рисунок 26 – Доля источников выбросов ПГ в секторе «Энергетическая деятельность»
Примечание - Составлено автором на основе источника [55].

Таблица 10 – Выбросы ПГ по категориям «Другие сектора» и «Прочие источники» за период 1990...2022 гг. (секторный подход)

ПГ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Другие сектора, млн тонн CO₂-экв.	56,47	56,40	51,14	45,18	38,06	32,07	30,69	25,07	18,10	8,30	9,55	10,53	12,49	15,04	13,86	13,11	16,25	20,84
CO₂, млн тонн	54,84	54,65	48,94	43,50	36,93	31,05	29,71	24,14	17,29	7,95	9,22	10,11	12,04	14,52	13,22	12,61	15,77	20,30
Коммерческий/Институциональный сектор	28,95	29,91	15,70	15,70	15,33	14,97	14,92	9,72	4,53	1,79	2,47	2,30	4,27	5,74	2,98	3,80	4,62	11,06
Жилой сектор	16,96	18,70	20,45	16,25	12,06	8,86	8,19	8,01	7,61	3,75	4,17	4,73	4,83	5,68	7,17	5,26	7,78	5,52
Сельское/Лесное/Рыбное хозяйства	8,92	6,04	12,79	11,55	9,55	7,23	6,60	6,40	5,14	2,41	2,58	3,08	2,94	3,10	3,07	3,56	3,37	3,71
CH₄, тыс. тонн	50,52	54,67	71,48	54,12	35,60	32,12	31,15	30,23	26,99	11,04	10,44	13,35	13,77	16,06	20,74	15,48	14,70	16,59
N₂O, тыс. тонн	0,83	0,83	0,73	0,61	0,49	0,44	0,42	0,34	0,23	0,14	0,15	0,18	0,21	0,25	0,23	0,24	0,25	0,31
Прочие источники, млн тонн CO₂-экв.	8,93	5,91	1,46	1,47	1,44	1,41	1,42	1,48	9,67	9,87	19,52	6,80	13,99	16,05	16,89	20,98	26,20	26,91
CO₂, млн тонн	8,88	5,88	1,45	1,46	1,43	1,41	1,41	1,47	9,61	9,79	19,39	6,75	13,90	15,94	16,79	20,85	26,05	26,75
CH₄, тыс. тонн	1,02	0,75	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,15	1,03	1,38	2,17	0,83	1,80	2,03	2,19	2,69	3,33	3,20
N₂O, тыс. тонн	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,13	0,14	0,25	0,08	0,14	0,17	0,16	0,22	0,23	0,29

Продолжение таблицы 10

ПГ	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Другие сектора, млн тонн CO ₂ -экв.	17,12	15,24	16,58	20,04	17,33	15,74	27,70	29,15	29,06	32,50	33,53	42,29	33,39	15,26	48,43
CO ₂ , млн тонн	16,52	14,64	15,95	19,13	16,57	15,11	26,50	27,94	27,78	30,92	31,91	40,59	31,79	14,81	46,5
Коммерческий/ Институциональн ый сектор	5,51	4,45	5,11	4,84	4,50	5,05	5,50	5,60	4,61	4,25	3,94	3,95	3,91	6,39	12,45
Жилой сектор	7,50	6,88	7,86	10,82	8,52	6,71	17,39	19,31	19,85	23,20	24,42	32,93	25,03	6,21	27,75
Сельское/Лесное/Ры бное хозяйства	3,52	3,32	2,97	3,46	3,56	3,35	3,61	3,03	3,32	3,47	3,55	3,72	2,85	2,22	6,31
CH ₄ , тыс. тонн	18,58	18,55	19,82	29,23	23,74	19,73	39,37	39,49	42,07	52,65	53,71	56,22	52,70	12,73	52,2
N ₂ O, тыс. тонн	0,29	0,28	0,30	0,36	0,35	0,31	0,36	0,38	0,35	0,42	0,42	0,45	0,47	0,35	1,75
Прочие источники, млн тонн CO ₂ -экв.	38,67	32,54	48,55	32,10	33,10	39,30	40,47	48,47	47,46	50,49	57,22	28,90	22,28	2,31	13,15
CO ₂ , млн тонн	38,45	32,35	48,27	31,94	32,91	39,07	40,24	48,22	47,24	50,27	56,97	28,76	22,13	2,27	13,07
CH ₄ , тыс. тонн	4,40	3,51	5,54	3,40	3,39	4,33	4,11	4,80	4,75	4,91	5,64	3,03	2,56	0,28	1,58
N ₂ O, тыс. тонн	0,39	0,35	0,49	0,25	0,36	0,38	0,42	0,43	0,36	0,30	0,33	0,20	0,29	0,14	0,13

Примечание - Составлено автором на основе источника [55].

В показателях выбросов ПГ «Жилого сектора» учитывается только жилой фонд, использующий автономную систему отопления. Жилой фонд, получающий тепловую энергию от централизованной системы (ТЭЦ, котельные), не входит в эту категорию. Это происходит из-за того, что выбросы от ТЭЦ и котельных, снабжающих многоквартирные и жилые дома теплом, учитываются в «Энергетической промышленности». Однако, по сути, эти выбросы напрямую связаны с потреблением энергии жильцами. В результате часть выбросов ПГ от жилого сектора остается неучтенной. Это может приводить к занижению реальных масштабов проблемы изменения климата и осложнять разработку эффективных мер по снижению выбросов. Важно проводить более тщательные исследования и разрабатывать новые методы учета выбросов ПГ от жилого сектора.

Приложение 2

Результаты кластерного анализа по годам постройки жилищного фонда
в разрезе регионов Казахстана

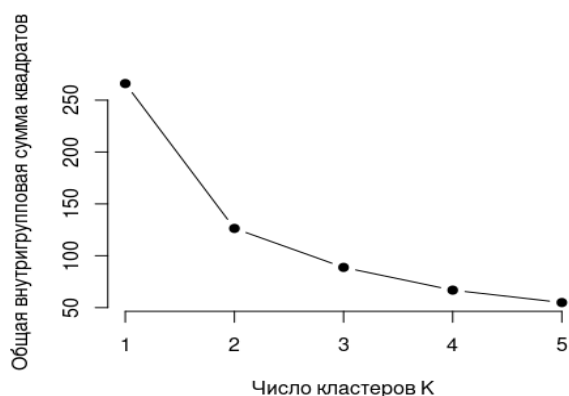
```
library(cluster)
#город
МК <- read.csv ("gorod_god.csv", sep = ";")
df.stand <- as.data.frame(scale(МК[2:15]))
set.seed(5)
c(kmeans(df.stand, centers = 5, nstart = 1)$tot.withinss,
  kmeans(df.stand, centers = 5, nstart = 25)$tot.withinss)

## [1] 53.70308 49.69540

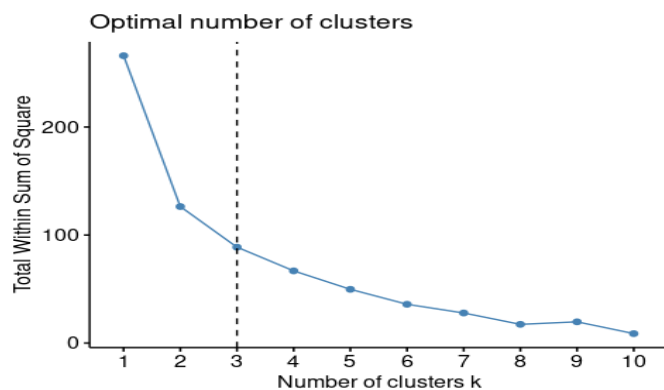
k.max <- 5 # максимальное число кластеров
wss <- sapply(1:k.max, function(k){
  kmeans(df.stand, k, nstart = 1)$tot.withinss
})
plot(1:k.max, wss, type = "b", pch = 19, frame = FALSE,
     xlab = "Число кластеров К",
     ylab = "Общая внутригрупповая сумма квадратов")
library(factoextra)

## Loading required package: ggplot2

## Welcome! Want to learn more? See two factoextra-related books at https://g
oo.gl/ve3WBa
```



```
fviz_nbclust(df.stand, kmeans, method = "wss") +
  geom_vline(xintercept = 3, linetype = 2)
```



```

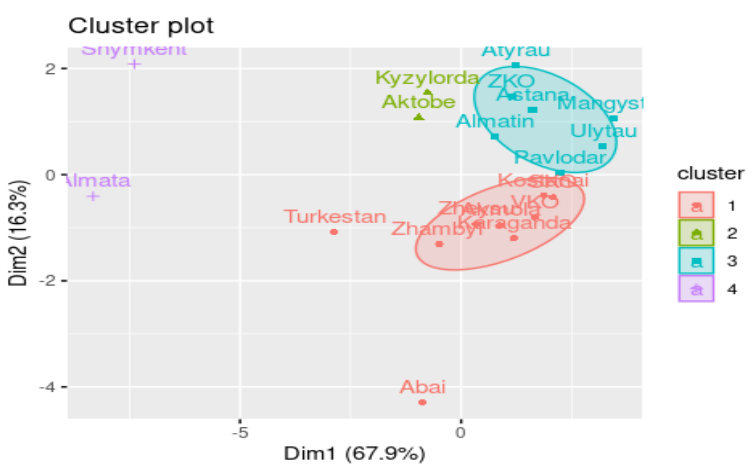
gap_stat <- clusGap(df.stand, FUN = pam, K.max = 7, B = 100)
(k.pam <- pam(df.stand, k = 4))

## Medoids:
##      ID      do1970 X1971_1975 X1976_1980 X1981_1985 X1986_1990 X1991_1995
## [1,]  2  0.5241630 -0.2000310  0.4874921  0.3161042 -0.01181371 -0.2611324
## [2,] 11 -0.9071205 -0.2952892 -0.2295204 -0.1011608 -0.17141239 -0.1368148
## [3,] 18 -0.9320419 -0.5399850 -0.8617698 -0.8933701 -0.81605475 -0.7073671
## [4,] 20  0.1278833  0.1456961  1.4643521  1.2211681  1.76081078  2.0642609
##      X1996_2000 X2001_2005 X2006_2010 X2011_2015 X2016_2020      X2021
## [1,] -0.4757531 -0.5363023 -0.50474053 -0.3470311 -0.4003032 -0.5874021
## [2,] -0.2426867  0.2123023 -0.10267318  0.2517549  1.2085216  0.8601714
## [3,] -0.3334447  0.2445853 -0.03977996 -0.2170236 -0.2747583 -0.5320455
## [4,]  1.9108176  1.5466138  2.29430711  3.1532617  3.2859594  2.2648437
##      X2022      X2023
## [1,] -0.4991685 -0.4150442
## [2,]  0.5288157  1.3360551
## [3,] -0.3477100 -0.2105889
## [4,]  3.2099531  1.7377496
## Clustering vector:
## [1] 1 1 2 3 3 3 1 1 1 1 2 3 3 1 1 3 1 3 4 4
## Objective function:
##      build      swap
## 1.701203 1.701203
##
## Available components:
## [1] "medoids"      "id.med"      "clustering"  "objective"  "isolation"
## [6] "clusinfo"     "silinfo"     "diss"        "call"       "data"

regiony <- read.delim("regiony.txt", sep = ";")
rownames(df.stand) <- regiony$region
fviz_silhouette(silhouette(k.pam))

```

##	cluster	size	ave.sil.width
## 1	1	9	0.04
## 2	2	2	0.68
## 3	3	7	0.27
## 4	4	2	0.39



Приложение 3

Результаты кластерного анализа по материалам стен жилищного фонда в разрезе регионов Казахстана

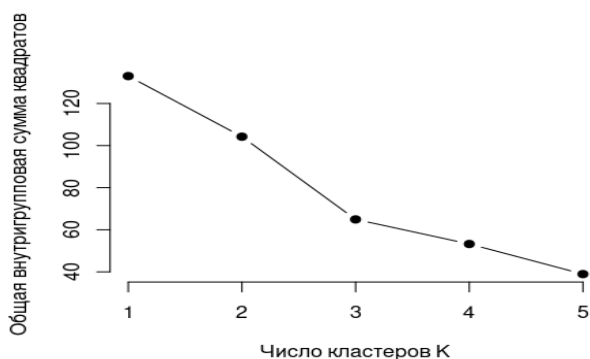
```
library(cluster)
#Материалы стен
МК <- read.csv("mater_sten.csv", sep = ";")
df.stand <- as.data.frame(scale(МК[2:8]))
set.seed(5)
c(kmeans(df.stand, centers = 5, nstart = 1)$tot.withinss,
  kmeans(df.stand, centers = 5, nstart = 10)$tot.withinss)

## [1] 38.94255 38.94255

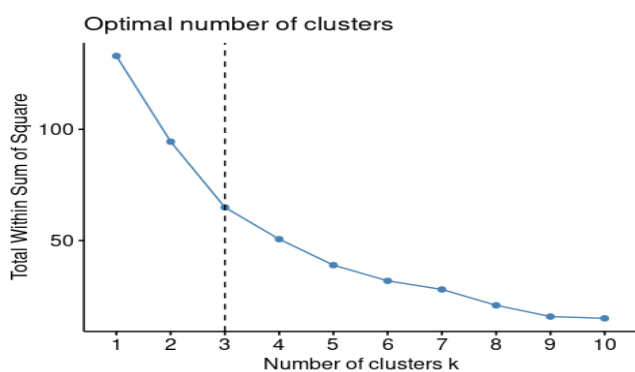
k.max <- 5 # максимальное число кластеров
wss <- sapply(1:k.max, function(k){
  kmeans(df.stand, k, nstart = 1)$tot.withinss
})
plot(1:k.max, wss, type = "b", pch = 19, frame = FALSE,
     xlab = "Число кластеров К",
     ylab = "Общая внутригрупповая сумма квадратов")
library(factoextra)

## Loading required package: ggplot2

## Welcome! Want to learn more? See two factoextra-related books at https://g
oo.gl/ve3WBa
```



```
fviz_nbclust(df.stand, kmeans, method = "wss") +
  geom_vline(xintercept = 3, linetype = 2)
```



```

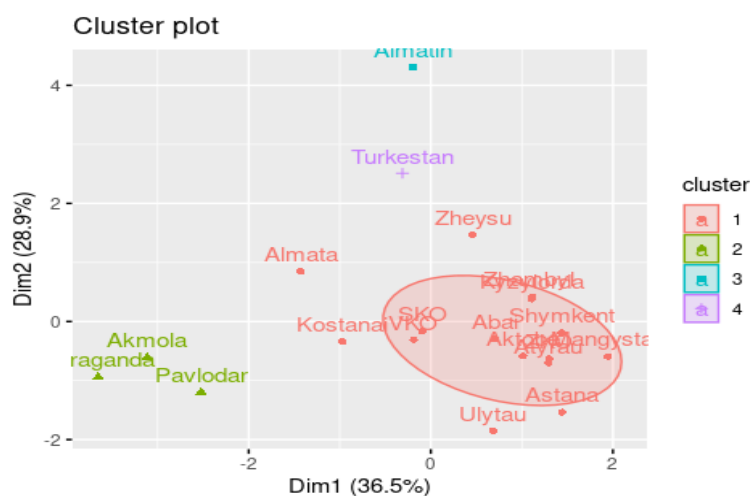
gap_stat <- clusGap(df.stand, FUN = pam, K.max = 7, B = 100)
(k.pam <- pam(df.stand, k = 4))

## Medoids:
##      ID      kirpich krupojpanel  karkaspanel krupnoblok  monolit      sa
man
## [1,]  1 -0.5478391 -0.52314510  0.004113412 -0.1790509 -0.6286324 -0.05688
085
## [2,]  2 -0.4182669  1.06096729 -0.358923523  2.9769633  1.2534594 -0.06492
719
## [3,]  4  3.1656563  0.07743425  3.044264711 -0.3437656  0.0182871 -0.03816
436
## [4,] 15  0.1461689 -0.74583183  0.670561674 -0.1831180  1.0288346  3.58491
925
##           drugie
## [1,] -0.04730366
## [2,]  0.73253384
## [3,]  1.66898700
## [4,]  1.48606974
## Clustering vector:
## [1] 1 2 1 3 1 1 1 1 2 1 1 1 2 1 4 1 1 1 1 1
## Objective function:
## build swap
## 1.50701 1.50701
##
## Available components:
## [1] "medoids"      "id.med"        "clustering"    "objective"     "isolation"
## [6] "clusinfo"     "silinfo"       "diss"          "call"          "data"

regiony <- read.delim("regiony.txt", sep = ";")
rownames(df.stand) <- regiony$region
fviz_silhouette(silhouette(k.pam))

## cluster size ave.sil.width
## 1      1  15      0.41
## 2      2   3      0.38
## 3      3   1      0.00
## 4      4   1      0.00

```



Приложение 4

Результаты тестирования данных экономии потребления электрической и тепловой энергии и снижение выбросов ПГ посредством Kruskal- теста

#Тепло

```
table <- read.csv ("kruskal_teplo.csv", sep =";")
```

```
table
```

```
##      do_posle Renovation udenoe_potrblenie econom snizhenie_CO2
## 1      do      Yes          207            0          0.0
## 2      do      Yes          182            0          0.0
## 3      do      Yes          198            0          0.0
## 4      do      Yes          212            0          0.0
## 5      do      Yes          186            0          0.0
## 6      do      No           201            0          0.0
## 7      do      No           181            0          0.0
## 8      do      No           191            0          0.0
## 9      do      No           215            0          0.0
## 10     do      No           188            0          0.0
## 11     posle    Yes          149 389728          98.7
## 12     posle    Yes          166 412558          99.8
## 13     posle    Yes          168 385554          100.3
## 14     posle    Yes          139 337385          79.2
## 15     posle    Yes          147 244985          45.6
## 16     posle    No           201            0          0.0
## 17     posle    No           181            0          0.0
## 18     posle    No           191            0          0.0
## 19     posle    No           215            0          0.0
## 20     posle    No           188            0          0.0
```

```
krd=kruskal.test(table$udenoe_potrblenie~do_posle,data=table)
```

```
krd
```

```
##
```

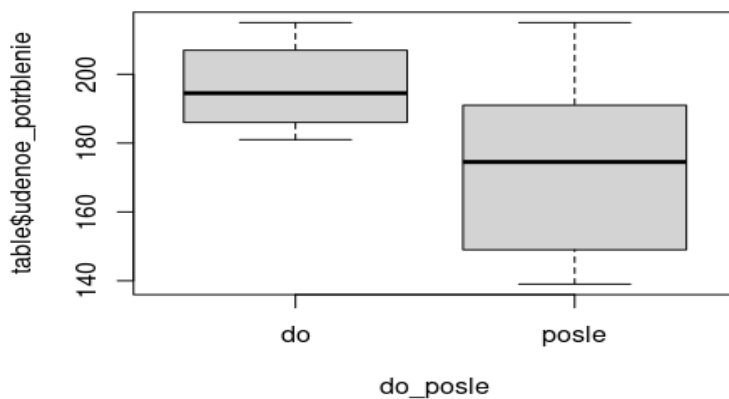
```
## Kruskal-Wallis rank sum test
```

```
##
```

```
## data: table$udenoe_potrblenie by do_posle
```

```
## Kruskal-Wallis chi-squared = 3.7297, df = 1, p-value = 0.05345
```

```
boxplot(table$udenoe_potrblenie~do_posle,data=table)
```



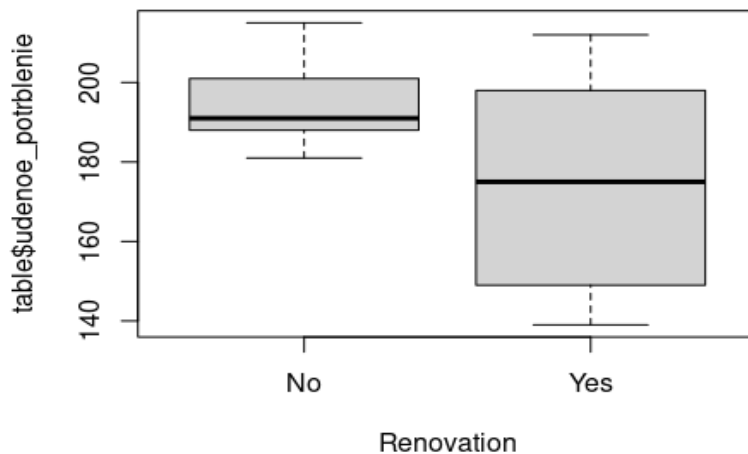
```

krd1=kruskal.test(table$udenoe_potrblenie~Renovation,data=table)
krd1

##
## Kruskal-Wallis rank sum test
##
## data: table$udenoe_potrblenie by Renovation
## Kruskal-Wallis chi-squared = 3.3038, df = 1, p-value = 0.06912

boxplot(table$udenoe_potrblenie~Renovation,data=table)

```



#Электроэнергия

```

table <- read.csv ("kruskal_el_ener.csv", sep =";")
table

```

```

##      do_posle Renovation  potrblenie
## 1         do          Yes      6935
## 2         do          Yes      7212
## 3         do          Yes      5306
## 4         do          Yes      5862
## 5         do          Yes      6961
## 6         do          No       6907
## 7         do          No      7211
## 8         do          No      5310
## 9         do          No      6001
## 10        do          No      5920
## 11        posle       Yes      1854
## 12        posle       Yes      1854
## 13        posle       Yes      1854
## 14        posle       Yes      1854
## 15        posle       Yes      1854
## 16        posle       No       6907
## 17        posle       No      7211
## 18        posle       No      5310
## 19        posle       No      6001
## 20        posle       No      5920

```

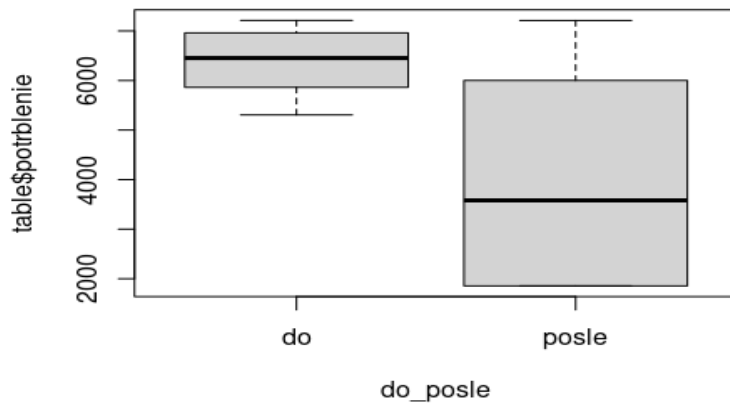
```

krd=kruskal.test(table$potrblenie~do_posle,data=table)
krd

##
## Kruskal-Wallis rank sum test
##
## data: table$potrblenie by do_posle
## Kruskal-Wallis chi-squared = 4.0897, df = 1, p-value = 0.04314

boxplot(table$potrblenie~do_posle,data=table)

```



```

krd=kruskal.test(table$potrblenie~Renovation,data=table)
krd

##
## Kruskal-Wallis rank sum test
##
## data: table$potrblenie by Renovation
## Kruskal-Wallis chi-squared = 2.8187, df = 1, p-value = 0.09317

boxplot(table$potrblenie~Renovation,data=table)

```

