Фонд образовательных проектов «Надежная смена»

МОЛОДЕЖНЫЙ ГЛОБАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ

Тема:
«Создавая энергетику будущего вместе»

2026

Авторы Молодежного Глобального Прогноза развития энергетики

Над Молодежным Глобальным Прогнозом развития энергетики в 2026 году работало 685 человек, которые были представлены в 55 командах (40 – в категории студенты, 15 – в категории молодые специалисты). Средний возраст участников составил 21 год и 27 соответственно. Прогноз проходил в 3 этапа:

- 15 апреля – 27 июля: подготовка командами Прогнозов, заочная оценка получившихся материалов и определение команд-финалистов.
- 29 июля – 13 августа: доработка Прогнозов командами-финалистами, дистанционные защиты и определение победителей.
- 17 августа – 14 октября: подготовка командами-победителями Итогового Прогноза и его представление на Молодежном дне Российской энергетической недели.

Авторами пояснительной записки выступили команды, занявшие призовые места в категориях «студенты» и «молодые специалисты».

Студенты



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Санкт-Петербургский горный университет Императрицы Екатерины II
Команда «WeWatt»
Капитан: Иконникова Кристина Романовна





Кузбасский государственный технический университет им. Горбачева
Команда «Энергия Кузбасса»
Капитан: Авдеев Ярослав Всеволодович



МЭИ

Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Команда «+Эффект»
Капитан: Полканов Семен Валерьевич

Молодые специалисты



РОСНЕФТЬ
ООО «РН–ГИР»

ООО «РН-Геология Исследования Разработка»
Команда «Вне пласта»
Капитан: Популова Татьяна Павловна





ПАО «Т Плюс»
Команда «Команда Т»
Капитан: Елькин Дмитрий Андреевич





АО «СО ЕЭС»

АО «СО ЕЭС»
Команда «Южане»
Капитан: Лебедева Вероника Константиновна

Содержание

Тема: 1

Блок 1. Выбор темы исследования .....**Ошибка! Закладка не определена.**

1.1. Обоснование актуальности выбранной темы .....**Ошибка! Закладка не определена.**

1.2. Актуальные направления для развития.....**Ошибка! Закладка не определена.**

1.2.1. Внедрение цифровых решений для снижения энергопотребления и улучшения экологического следа крупных производств.....**Ошибка! Закладка не определена.**

1.2.2. Изучение топливного потенциала регионов России и разработка рекомендаций для рационального использования местных видов топлива и организации эффективной структуры поставок энергоносителей.....**Ошибка! Закладка не определена.**

1.2.3. Создание концепции высокоэффективных теплоизолирующих материалов и инновационных подходов к проектированию жилых домов и общественных объектов с целью уменьшения теплопотерь и экономии тепла.....**Ошибка! Закладка не определена.**

1.2 Описание методики построения Прогноза развития энергетики России до 2035 года…..**Ошибка! Закладка не определена.**

1.3 Перечень факторов и характеристика сценариев развития……...11

1.4 Заключение по блоку 1……15

Блок 2. Тенденции развития будущего по теме исследования 16

2.1 Общая характеристика и описание прогнозируемых тенденций развития энергетики 16

2.2 Исследование внешних (общемировых) факторов и тенденций, влияющих на развитие будущего по теме, в том числе в части развития спроса на разные виды энергоносителей и энергетических технологий, имеющих прямое и/или косвенное отношение к теме исследования 17

2.3 Тенденции и направления технологического развития отраслей экономики России по теме (в т.ч. потребители товаров и услуг), имеющие прямое и косвенное отношение к теме. 19

2.3.1. Общая характеристика экономики России..... 19

2.3.2 Тенденции развития экономики России в направлении снижения энергопотребления 20

2.4. Тенденции развития энергетической отрасли .....**Ошибка! Закладка не определена.**

2.4.1. Развитие распределенной энергетики и местных видов топлива**Ошибка! Закладка не определена.**

2.4.2. Цифровая трансформация энергетической отрасли.....**Ошибка! Закладка не определена.**

2.4.3. Развитие технологий добычи трудноизвлекаемых запасов (ТрИЗ)**Ошибка! Закладка не определена.**

2.4.4. Тенденции и направления технологического развития энергоэффективных материалов и оборудования.....**Ошибка! Закладка не определена.**

2.5 Риски развития экономики и энергетики в России по выбранной теме. Зависимость развития экономики и энергетики России от внутренних и внешних (мировых) условий и факторов. .....**Ошибка! Закладка не определена.**

2.6 Анализ кейсов компаний по перспективным отраслям ТЭК**Ошибка! Закладка не определена.**

2.7 Формирование перечня основных стратегических и тактических условий (требований) к внешним и внутренним условиям и/или требований к социальной, политической, административной, экономической, экологической, технологической, коммерческой, рыночной, правовой и иной обстановке в России, обеспечивающих гарантированное развитие энергетики по выбранной теме в России в интервале 2026- 2035 (2050) гг 28

Блок 3. Сценарный анализ развития энергетики 16
3.А Негативный/пессимистичный сценарий .....**Ошибка! Закладка не определена.**
3.1 Описание сценария.....**Ошибка! Закладка не определена.**
3.2 Макроэкономический фон .....**Ошибка! Закладка не определена.**
3.2.1 Цены на нефть, курс рубля .....**Ошибка! Закладка не определена.**
3.2.2 Инфляция.....**Ошибка! Закладка не определена.**
3.2.3 Инвестиции в ТЭК .....**Ошибка! Закладка не определена.**
3.3 Технологии и цифровая инфраструктура .....**Ошибка! Закладка не определена.**
3.3.1 Доступ к ПО и развитие отечественного ПО.....**Ошибка! Закладка не определена.**
3.3.2 Цифровая инфраструктура .....**Ошибка! Закладка не определена.**
3.4 Господдержка и внешние ограничения .....**Ошибка! Закладка не определена.**
3.4.1 Углеродное регулирование .....**Ошибка! Закладка не определена.**
3.4.2 Господдержка и недружественные страны .....**Ошибка! Закладка не определена.**
3.5 Энергостратегия-2050 .....**Ошибка! Закладка не определена.**
3.6 Инвестиции в цифровизацию.....**Ошибка! Закладка не определена.**
3.7 Искусственный интеллект в ТЭК..... 34
3.8 Кадровый дефицит 35
3.9 Сводный итог сценария к 2035 году 35
3.Б Консервативный/базовый сценарий 36
3.1 Общая характеристика сценария 36
3.2 Ключевые внешние и внутренние факторы..... 37
3.3 Прогноз ключевых параметров развития отрасли 38
3.4 Рекомендации по формированию государственной энергетической политики и политики компаний отрасли в базовом сценарии.....**Ошибка! Закладка не определена.**
3.5 Риски сценария .....**Ошибка! Закладка не определена.**
3.6 Выводы по сценарию 44
3.В Инновационный сценарий 44
3.1.1 Общая характеристика сценария 44
3.1.2 Ключевые внешние и внутренние факторы..... 46
3.1.3 Прогноз ключевых параметров развития отрасли 47
3.1.4 Рекомендации по формированию государственной энергетической политики и политики компаний отрасли в инновационном сценарии 49
3.1.5 Риски сценария .....**Ошибка! Закладка не определена.**
3.1.6 Выводы по сценарию .....**Ошибка! Закладка не определена.**
Блок 4. Заключение 52
Список использованных источников..... 57

Блок 1. Выбор темы исследования

1.1. Обоснование актуальности выбранной темы

Топливно-энергетический комплекс (ТЭК) – это сложная межотраслевая система, объединяющая отрасли добычи, переработки, транспортировки и распределения энергоресурсов; нефтегазовый сектор остаётся его ключевым элементом с точки зрения бюджетных доходов и экономической безопасности России. В 2025-2026 годах доля нефтегазового сектора в ВВП России снизилась до около 13% (после ~16% в 2024-м). Доля нефтегазовых доходов в федеральном бюджете по итогам 2025 года составила около 22-23%, а в 2026 году ожидается на уровне менее 20–22% (против ~30-45% в 2022-2024 гг.)

По данным Минфина, нефтегазовые доходы бюджета за 2025 год составили около 8,5 трлн руб. (на 24% меньше, чем в 2024-м), а за январь–июнь 2026 года – 3,66 трлн руб., что на 22,7% ниже аналогичного периода 2025-го. Тем не менее ТЭК в целом сохраняет значимый вклад в налоговые поступления: совокупные налоговые поступления нефтегазового комплекса и смежных отраслей в 2025 году составили около 17 трлн руб., что близко к четверти доходов консолидированного бюджета. Согласно рейтингу Forbes [1] «100 крупнейших компаний России по чистой прибыли – 2025» (опубликован в сентябре 2025 г., данные за 2024 год), в топ 12 вошли несколько компаний ТЭК/НГК: «Роснефть», «Газпром», «Сургутнефтегаз», «ЛУКОЙЛ», «НОВАТЭК», «Татнефть» и др.

Минерально-сырьевой комплекс (МСК) – это система предприятий и организаций, связанных с геологическим изучением недр, добычей, первичной переработкой (обогащением) и транспортировкой минерального сырья. В отличие от ТЭК, который фокусируется на энергоносителях, МСК охватывает все виды полезных ископаемых: руды черных и цветных металлов, благородные металлы, алмазы, химическое сырье, строительные материалы и др. МСК является первичным звеном в создании добавленной стоимости в экономике.

В качестве нормативной основы прогноза используется стратегия минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2050 года., утверждённая распоряжением Правительства РФ от 11.07.2024 № 1838-р [2]. Вклад МСК в экономику России характеризуется следующими показателями: на долю добывающих производств приходится около 10-12% ВВП страны, при этом предприятия МСК обеспечивают более 30% экспортной выручки России, а по отдельным видам сырья доля экспорта еще выше - например, по никелю и палладию Россия обеспечивает более 40% мирового экспорта, по алмазам - около 30%, по золоту - около 10%; налоговые поступления от МСК составляют около 15-20% доходов федерального бюджета, а в бюджетах ряда регионов (Красноярский край, Иркутская область, Якутия, Мурманская область) доля МСК превышает 40-60% собственных доходов.

Таблица 1 – 12 крупнейших компаний России по чистой прибыли согласно рейтингу Forbes

№	Название		Чистая прибыль в 2024 г., млрд рублей	Доля общего объема, %
1	РОСНЕФТЬ	Роснефть **Нефть и газ**	**1341,0**	21,50
2	ГАЗПРОМ	Газпром **Нефть и газ**	**1318,7**	21,14
3	СУРГУТНЕФТЕГАЗ	Сургутнефтегаз **Нефть и газ**	**923,3**	14,80
4	ЛУКОЙЛ	Лукойл **Нефть и газ**	**851,5**	13,65
5	НОВАТЭК	Новатэк **Нефть и газ**	**500,2**	8,02
6	TATNEFT	Татнефть **Нефть и газ**	**308,9**	4,95
7	ТРАНСНЕФТЬ	Транснефть **Транспорт**	**300,0**	4,81

8	СИБУР	СИБУР Холдинг **Химическая промышленность**	**196,4**	3,15
9	НОРНИКЕЛЬ	Норильский никель **Добыча и металлургия**	**169,0**	2,71
10	Северсталь	Северсталь **Добыча и металлургия**	**149,6**	2,40
11	НЛМК	НЛМК **Добыча и металлургия**	**121,9**	1,95
12	ИНК	ИНК **Нефть и газ**	**56,0**	0,90
Итого:			**6236,5**	100%

Нормативным ориентиром настоящего прогноза служит Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2025 г. № 908-р [3]. Горизонт 2035 года используется как промежуточный контрольный этап этой стратегии. Такой выбор позволяет оценить реализуемость мер в среднесрочной перспективе и сохранить преемственность с Федеральным законом от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности…» [4], Комплексной государственной программой «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности» и Стратегией социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-р [5].

В этих условиях развитие энергетики нельзя оценивать только через наращивание добычи или ввод новых генерирующих мощностей. Устойчивость системы зависит от того, насколько согласованно будут решаться три связанные задачи: как рационально использовать топливный потенциал регионов и выстроить структуру поставок энергоносителей; каким образом снизить энергопотребление и экологический след крупных производств за счет цифрового управления режимами; за счет каких проектных и материаловедческих решений уменьшить теплопотери жилых и общественных зданий. Именно в этой связке – предложение топлива, эффективность его использования в промышленности и сокращение спроса на тепло – создается прогноз развития энергетики.

Исходной особенностью российской энергетики остается несовпадение географии ресурсов и географии потребления. Единая энергетическая система объединяет 75 региональных энергосистем в составе семи объединенных энергетических систем, однако типы территорий внутри неоднородны Рядом с энергоизбыточными субъектами, где добыча устойчиво превышает внутренний спрос, существуют энергодефицитные регионы европейской части и Дальнего Востока, а также изолированные зоны Крайнего Севера, Чукотки и Камчатки, не связанные с ЕЭС и зависящие от локальной генерации и сезонного завоза. Эта пространственная неоднородность делает единую топливную политику для всей страны заведомо недостаточной и требует дифференцированных решений.

На этом фоне сохраняется выраженно углеводородный характер топливно-энергетического баланса. По оценкам командных исследований на 2025 год около 75% ресурсной структуры комплекса приходится на нефть, порядка 15% – на газ, около 9% процентов – на уголь, около 1% – на атомную электроэнергетику. Такая концентрация повышает значение внутренней логистики: даже при формальном наличии ресурсов в стране устойчивость снабжения конкретного региона определяется не запасами как таковыми, а возможностью доставить топливо к потребителю в приемлемые сроки и по приемлемой цене.

1.2. Актуальные направления для развития

1.2.1. Внедрение цифровых решений для снижения энергопотребления и улучшения экологического следа крупных производств

Актуальность темы обусловлена необходимостью кардинального повышения эффективности крупных энергоемких производств в условиях роста требований к энергоэффективности, экологической безопасности и технологической независимости. Данное исследование лежит в русле глобального тренда на повышение энергоэффективности и декарбонизацию промышленности, который охватывает все развитые и развивающиеся экономики мира. На сегодняшний день энергетика России сталкивается с серьезными вызовами: устаревание основных фондов, санкционное давление, нехватка персонала и необходимость снижения экологической нагрузки при одновременном росте промышленного производства. В этих условиях цифровая трансформация становится не просто одним из трендов, а ключевым направлением развития российской промышленности, позволяющим решать комплекс взаимосвязанных задач - от повышения производительности до сокращения углеродного следа.

Актуальность подтверждается конкретными количественными оценками. Применение технологий искусственного интеллекта, цифровых двойников и предиктивной аналитики позволяет снизить энергопотребление на крупных предприятиях металлургии, нефтехимии и других энергоемких отраслях на 5-15% [6]. Это особенно важно для российских компаний, которые сталкиваются с необходимостью снижения операционных издержек в условиях жесткой конкуренции на мировых рынках. Дополнительную актуальность теме придает кадровый голод в энергетическом секторе – согласно расчетам Минэнерго России, к 2030 году дефицит кадров в топливно-энергетическом комплексе составит более 300 тысяч человек, из которых более 70% – рабочие специальности [7]. Внедрение цифровых решений, включая автоматизацию процессов, системы предиктивного обслуживания и роботизацию опасных производственных зон, позволяет частично компенсировать этот дефицит, высвобождая персонал от рутинных операций и повышая производительность труда без увеличения численности работников.

Нормативную базу по данной теме составляют несколько ключевых документов. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года определяет цифровую трансформацию топливно-энергетического комплекса как одно из приоритетных направлений государственной политики. Стратегическое направление в области цифровой трансформации ТЭК до 2036 года, утвержденное Минэнерго России 28 декабря 2023 года, конкретизирует задачи и целевые показатели перехода на отечественное программное обеспечение и внедрения систем искусственного интеллекта, устанавливая, что к 2030 году доля отечественного ПО в системах автоматизированного управления технологическими процессами должна достигнуть 80%. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» [4] обязывает предприятия с годовым потреблением топлива более 50 тысяч тонн проводить энергообследования, однако в текущей редакции он не требует цифрового формата этих данных, что создает разрыв между формальными требованиями и реальными возможностями мониторинга. В то же время Федеральный закон № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [8] ужесточает требования к промышленным предприятиям, обязывая объекты I категории опасности оснащать источники выбросов системами автоматического контроля с передачей данных в режиме онлайн, что напрямую стимулирует внедрение цифровых решений в области экологического мониторинга.

Особую актуальность теме придает тот факт, что крупные производства – металлургические комбинаты, нефтеперерабатывающие заводы, предприятия нефтегазохимии, тепловые электростанции, жилые и нежилые здания – являются основными потребителями энергии. Цифровые решения позволяют перейти от реактивной модели управления, предполагающей устранение последствий аварий и отклонений, к проактивному управлению, основанному на прогнозировании технологических процессов и предупреждении потенциальных рисков.

Таким образом, исследование направлено на системный анализ применения цифровых решений для снижения энергопотребления и улучшения экологического следа крупных

производств, что соответствует как глобальным трендам декарбонизации и повышения энергоэффективности, так и приоритетам российской государственной политики в области цифровой трансформации ТЭК и промышленности. Полученные результаты позволят сформировать практические рекомендации по масштабированию успешных практик и преодолению барьеров, сдерживающих цифровизацию российских предприятий.

1.2.2. Изучение топливного потенциала регионов России и разработка рекомендаций для рационального использования местных видов топлива и организации эффективной структуры поставок энергоносителей

Актуальность темы обусловлена необходимостью обеспечения энергетической безопасности регионов России в условиях геополитической нестабильности, санкционного давления и глобального энергоперехода. Ключевая проблема заключается в глубокой пространственной неоднородности размещения топливно-энергетических ресурсов и их потребителей, вследствие чего ряд субъектов Российской Федерации критически зависит от дорогостоящего и логистически сложного привозного топлива. Неравномерность размещения ресурсов существенно влияет на неоднородность региональных энергетических систем, проявляющуюся в различиях уровня обеспеченности топливом, структуры потребления и зависимости от межрегиональных поставок. Особенно остро эта проблема стоит для удалённых и изолированных территорий Дальнего Востока, Сибири, Арктики и Крайнего Севера.

Масштаб системных вызовов подтверждается количественными показателями. Ежегодный объём северного завоза на 2025 год запланирован в размере 3,4 млн тонн, из которых 2,3 млн тонн приходится на топливно-энергетические ресурсы, включая уголь, мазут и дизельное топливо [9]. При этом удорожание топлива в пунктах назначения достигает 7-8 раз по сравнению с ценой в местах добычи, что создаёт колоссальную нагрузку на региональные бюджеты и тарифы для конечных потребителей. Уровень газификации страны по итогам 2025 года составил лишь 74,7%, что при целевом показателе 83% к 2035 году означает, что значительная часть территорий останется негазифицированной и будет нуждаться в альтернативных видах топлива – угле, малотоннажном сжиженном природном газе, торфе, биомассе. В Восточной Сибири и на Дальнем Востоке доля угля в топливно-энергетическом балансе достигает 55-90%, что не только ограничивает возможность диверсификации энергобаланса, но и вступает в прямое противоречие с задачами декарбонизации и улучшения качества воздуха в крупных промышленных центрах. В связи с геополитической напряжённостью уязвимость современной глобальной энергетической системы подчёркивает необходимость увеличения инвестиций для ускорения перехода к более чистым, безопасным и, что особенно важно, децентрализованным технологиям. При этом Россия обладает большими запасами местных видов топлива. Запасы торфа, биомассы, малых гидроресурсов, геотермальной, солнечной и ветровой энергии распределены по территории страны крайне неравномерно, однако значительная часть этих ресурсов остаётся неразведанной, не имеет утверждённой ресурсной базы или отраслевой инфраструктуры. Инвестиции по инерции направляются в уже освоенные крупные месторождения нефти и газа, тогда как регионы, располагающие собственными альтернативными ресурсами, продолжают ориентироваться на завоз топлива, что ведёт к экономически нецелесообразному избыточному межрегиональному импорту энергоносителей и консервации сложившихся диспропорций.

Прогноз развития энергетики напрямую коррелирует с приоритетами Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2050 года, утверждённой распоряжением Правительства РФ от 12.04.2025 № 908-р [3]. В энергетической стратегии до 2050 года отдельно подчёркивается роль единого энергетического пространства для энергетической безопасности страны и потенциал возобновляемых источников энергии и местных видов топлива для регионов с децентрализованным энергоснабжением. Кроме того, тема согласуется с задачами Национального проекта «Экология», программ развития Дальнего Востока и Арктической зоны, а также с целями снижения углеродоёмкости валового внутреннего продукта при сохранении надёжности теплоснабжения. Таким образом, разработка рекомендаций по рациональному использованию местных видов топлива и формированию эффективной структуры поставок энергоносителей

становится не просто теоретической задачей, а практическим инструментом повышения энергетической самостоятельности регионов, снижения логистических издержек, уменьшения экологической нагрузки и укрепления энергетической безопасности страны в целом.

1.2.3. Создание концепции высокоэффективных теплоизолирующих материалов и инновационных подходов к проектированию жилых домов и общественных объектов с целью уменьшения теплопотерь и экономии тепла

Актуальность темы обусловлена тем, что в климатических условиях России до 50% потребляемого тепла уходит на отопление зданий, что делает строительный сектор и жилищно-коммунальное хозяйство одними из крупнейших потребителей тепловой энергии. При этом потери тепла через ограждающие конструкции остаются главной причиной неэффективного использования топливно-энергетических ресурсов, особенно в условиях сурового российского климата, где отопительный период в ряде регионов достигает 8-9 месяцев в году. Фактическое сопротивление теплопередаче стен в типовых сериях домов в 1,5-2 раза ниже проектного, что свидетельствует о системном отставании реальных теплозащитных характеристик зданий от нормативных требований. Разброс потребления тепла между разными сериями может достигать 130 %, а фактическое потребление тепла на отопление превышает проектные требования в 1,1-2,5 раза. Это означает, что даже в пределах одной конструктивной серии здания могут иметь кардинально различающиеся энергетические характеристики, что требует индивидуального подхода к оценке и модернизации каждого объекта.

Особую значимость проблеме придает анализ тепловых характеристик типовых серий домов в Московском регионе. Для преобладающей части исследованных зданий фактическое сопротивление теплопередаче наружной оболочки составляет около 1,1-1,9 м²·°С/Вт, что существенно ниже проектных значений порядка 2,1-2,5 м²·°С/Вт и более. Недостаточная теплозащита наружных ограждений, инфильтрационные потери, несовершенство вентиляции, отсутствие автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов, а также неудовлетворительное качество строительства и ремонта приводят к тому, что фактическое потребление тепла на отопление превышает проектные требования в 1,1-2,5 раза. При этом даже здания с сопоставимой теплозащитой, но без автоматизированного индивидуального теплового пункта, могут расходовать на 35-40% больше тепловой энергии, чем аналогичные здания с автоматизированным регулированием, что подтверждает необходимость комплексного подхода к повышению энергоэффективности, сочетающего улучшение теплозащиты с модернизацией инженерных систем.

Нормативную базу по данной теме составляют ключевые документы, определяющих требования к тепловой защите зданий и применяемым материалам. Основным документом, устанавливающим требования к приведенному сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций, является СП 50.13330.2024 «Тепловая защита зданий» [10], который существенно ужесточил требования к светопрозрачным конструкциям: для жилых зданий при градусо-сутках отопительного периода 4000°С·сут приведенное сопротивление теплопередаче окон выросло с 0,45 до 0,63 м²·°С/Вт, то есть на 40%, что фактически исключило использование однокамерных стеклопакетов и потребовало массового перехода к энергоэффективным моделям с низкоэмиссионными покрытиями. ГОСТ 16381-2022 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация. Общие технические требования» [11] классифицирует материалы и устанавливает базовые требования, включая теплопроводность в сухом состоянии не более 0,07 Вт/(м·°С), плотность не более 300 кг/м³ и стабильность свойств в пределах срока службы здания. СП 131.13330 «Строительная климатология» [12] устанавливает климатические параметры, применяемые при проектировании зданий и сооружений, систем отопления и вентиляции, а динамика изменения градусо-суток отопительного периода позволяет дифференцировать требования к тепловой защите в зависимости от региона. ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения» [13] устанавливает классы сооружений и соответствующие сроки службы, определяя, что теплоизоляционные материалы должны сохранять свои свойства в течение всего срока эксплуатации здания. Федеральный закон

№ 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [14] и СП 2.13130.2020 [15] устанавливают требования по группам горючести, дымообразующей способности и токсичности продуктов горения для строительных материалов, что особенно важно при выборе теплоизоляции для многоэтажных зданий и объектов с массовым пребыванием людей.

При этом структура рынка теплоизоляционных материалов в России остается консервативной – более половины объема приходится на каменную вату, а доля пенополистирола и других традиционных материалов также значительна. Такая структура не столько отражает оптимальный технический выбор, сколько является следствием привычки рынка и ценовой доступности, что объективно сдерживает снижение теплопотерь на уровне всего жилищного фонда. Без целенаправленного увеличения доли внедрения инновационных материалов с минимальной теплопроводностью достичь заметного эффекта к 2035 году будет крайне сложно. Внедрение таких инновационных материалов, как аэрогели и вакуумные панели, способно снизить теплопотери на 25-40% относительно текущего уровня, однако их массовое применение сдерживается высокой стоимостью, отсутствием серийного производства в России и недостаточной нормативной базой для их сертификации. Кроме того, для ряда перспективных материалов, в частности биокомпозитных матриц, существуют ограничения по теплопроводности, что на текущем этапе исключает их применение в качестве самостоятельного изоляционного слоя в ограждающих конструкциях.

Таким образом, создание концепции высокоэффективных теплоизолирующих материалов и инновационных подходов к проектированию жилых и общественных зданий является критически важной задачей для сокращения теплопотерь, снижения эксплуатационных расходов и выполнения государственных программ по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Переход от оценки энергоэффективности зданий по отдельным проектным параметрам к комплексной оценке их фактических энергетических характеристик, учитывающей не только теплозащиту, но и состояние инженерных систем и качество эксплуатации, должен быть положен в основу долгосрочных сценариев развития энергоэффективного строительства и модернизации жилищного фонда в России до 2035 года и на более отдаленную перспективу.

1.2. Описание методики построения Прогноза развития энергетики России до 2035 года

Одним из наиболее перспективных подходов к разработке прогнозов – моделирование процессов развития – предиктивный анализ, опирающийся на наиболее вероятные сценарии эволюции системы; для построения надёжной прогностической модели с горизонтом до 2035 года по указанной тематике был применён структурированный алгоритм, включающий три последовательных этапа.

Этап I. Сбор и анализ данных

В процессе анализа данных выявлены потенциальные пути развития ТЭК и МСК до 2035 года с учетом этого совокупного влияния внешних и внутренних условий (факторов)

Основные задачи:

- Разработать методологию формирования сценариев, обосновав целесообразность создания альтернативных вариантов развития, определив количество возможных сценариев, ключевые внешние факторы и критерии оценки их эффективности
- Подобрать оптимальные технологические решения для каждого сценария, включая как проверенные существующие, так и перспективные инновационные технологии.
- Определить потребность в привлечении квалифицированных специалистов и экспертов, обладающих компетенциями в области соответствующих технологий.
- Выделить систему ключевых показателей, наиболее полно отражающих текущее состояние и динамику развития ТЭК и МСК.
- Идентифицировать передовые доступные технологии, успешные международные практики и актуальные решения ведущих организаций, релевантные заявленной сфере прогнозирования

Этап II. Разработка сценариев развития

Ключевые показатели развития ТЭК были проанализированы с применением различных моделей поведения рынка. С учётом потенциальных угроз, рисков и значимых событий сформулированы условия реализации отдельных сценариев развития, а также разработаны меры и рекомендации, направленные на достижение оптимальных значений целевых показателей.

Этап III. Сценарное прогнозирование.

Выполнено сценарное моделирование развития отрасли с целью оценки влияния факторов, определённых на II этапе, на ключевые параметры системы. На основе полученных результатов сформулированы выводы и рекомендации, касающиеся обновления энергетической стратегии, стимулирования производственного роста и развития кадрового потенциала отрасли.

1.3. Перечень факторов и характеристика сценариев развития

Для оценки перспектив развития энергетического сектора традиционно применяется трёхсценарный подход, включающий позитивный, негативный и базовый варианты. Каждый из сценариев, рассматриваемых в рамках настоящего Прогноза, характеризуется специфическим набором условий и определяющих факторов, которые подробно описаны далее.

Негативный сценарий

При недостаточном уровне инвестиций, сохранении высокого износа основных фондов и ограниченной доступности современных технологий реализуется негативный сценарий развития энергетического сектора.

Факторы:

- Истощение запасов нефти и газа, не относящихся к категории трудноизвлекаемых;
- Высокая импортозависимость в оборудовании, материалах и технологиях для энергетики и строительства;
- Рост аварийности на объектах добычи, генерации, транспортировки энергии и теплоснабжения;
- Износ основных фондов, трубопроводов, тепловых сетей и энергетических установок;
- Отсутствие масштабного внедрения технологий снижения выбросов, улавливания и хранения углерода;
- Невысокая установленная мощность ВИЭ и доля низкоуглеродной генерации к 2035 году;
- Сохранение устаревших подходов к проектированию жилых и общественных зданий без учета современных стандартов энергоэффективности;
- Рост удельных теплопотерь через ограждающие конструкции, тепловые сети и инженерные системы;
- Отсутствие стимулов для внедрения энергоэффективных решений в строительстве и ЖКХ;
- Дефицит квалифицированных научных и технических специалистов в области теплофизики, строительной теплотехники и энергоаудита;
- Несоответствие нормативной базы современным вызовам в области энергосбережения и снижения теплопотерь.

Комбинация факторов:

При негативном сценарии энергетический сектор и сфера теплоснабжения столкнутся с ужесточением внешних ограничений, сокращением инвестиций и технологическим отставанием. Ужесточение санкций, сокращение присутствия на мировом рынке энергоресурсов, истощение легкодоступных запасов нефти и снижение иностранных инвестиций создадут фундаментальные проблемы для развития отрасли, усугубляемые технологическим отставанием, проблемами в развитии ВИЭ.

Сокращение финансирования стратегических проектов может привести к их приостановке, а критический износ трубопроводов, тепловых сетей и оборудования – к росту аварий, внеплановых

отключений и потерь тепла при транспортировке. Отсутствие высокоэффективных теплоизоляционных материалов и современных подходов к проектированию зданий в сочетании с низким темпом внедрения энергоэффективного оборудования приведет к росту удельного расхода тепла на отопление, увеличению эксплуатационных затрат и снижению надежности систем теплоснабжения.

В условиях умеренной модернизации инфраструктуры, частичного импортозамещения и выполнения обязательных ремонтных программ формируется базовый сценарий, обеспечивающий адаптацию отрасли к внешним ограничениям.

Базовый (консервативный) сценарий:

Базовый сценарий характеризуется умеренной модернизацией добывающей, перерабатывающей и транспортной инфраструктуры, частичной заменой импортного оборудования и постепенным внедрением автоматизации. Нефть и газ сохранят ведущую роль в энергетическом балансе, а ВИЭ, системы накопления энергии и технологии улавливания углерода будут развиваться преимущественно в рамках отдельных экономически оправданных проектов. В теплоснабжении и строительстве будет наблюдаться постепенное снижение удельного расхода тепла в новых объектах, однако значительная часть существующего фонда сохранит повышенные теплопотери из-за износа ограждающих конструкций и инженерных систем.

Факторы:

- Сохранение высокой роли нефти и природного газа в национальном энергетическом балансе;
- Ограниченный, но стабильный рост инвестиций в модернизацию добывающей, перерабатывающей и транспортной инфраструктуры;
- Постепенное снижение критической импортозависимости по отдельным позициям оборудования и технологий;
- Умеренное внедрение систем автоматизации, цифрового мониторинга и предиктивной диагностики;
- Поэтапная модернизация тепловых и электрических сетей;
- Реализация отдельных проектов CCS и CO_2-EOR на экономически привлекательных объектах;
- Стабилизация аварийности за счет ремонта и технического перевооружения наиболее изношенных объектов;
- Появление отдельных отечественных разработок в области теплоизоляционных материалов, но без массового внедрения;
- Частичное обновление нормативной базы в области энергоэффективности зданий и теплоснабжения;
- Внедрение современных требований к теплозащите в новых проектах жилых и общественных зданий при сохранении устаревших подходов в массовом строительстве;
- Реализация отдельных демонстрационных проектов энергоэффективных зданий с улучшенной теплоизоляцией;
- Постепенное снижение удельных теплопотерь в новом строительстве при сохранении высоких потерь в существующем фонде;
- Развитие образовательных программ в области энергоэффективности, теплотехники и строительной физики;
- Увеличение себестоимости добычи на зрелых месторождениях.

Комбинация факторов:

Базовый сценарий предполагает адаптацию энергетического сектора к внешним ограничениям при умеренной модернизации: Россия продолжит экспортировать энергоресурсы на новые региональные рынки, постепенно развивая отечественное оборудование, цифровизацию, ВИЭ и низкоуглеродные технологии. Темпы модернизации будут достаточными для поддержания устойчивости, но недостаточными для технологического рывка; нефть и газ сохранят доминирующее положение, а ВИЭ и CCUS останутся дополнительными направлениями. Основными рисками будут износ инфраструктуры, ограниченность инвестиций, кадровый дефицит и зависимость от господдержки.

Износ основных фондов, тепловых сетей и оборудования будет частично компенсироваться плановым ремонтом и выборочным перевооружением, что позволит стабилизировать аварийность без существенного снижения. Теплопотери в сетях и зданиях останутся значительными, особенно в существующем фонде, однако в новых объектах удельный расход тепла будет постепенно снижаться. Внедрение энергоэффективного оборудования будет происходить неравномерно – преимущественно в рамках целевых программ и пилотных проектов, а общий прогресс в области энергосбережения останется медленным при определяющей роли государственных программ, нормативных требований и доступности финансирования.

Ускоренное импортозамещение, масштабирование цифровых решений, рост долгосрочных инвестиций и серийное производство современных теплоизоляционных материалов создают условия для реализации позитивного сценария.

Позитивный (инновационный) сценарий:

Позитивный сценарий предполагает комплексное технологическое обновление ТЭК, МСК, теплоснабжения и строительного сектора. Внедрение искусственного интеллекта, цифровых двойников, промышленного интернета вещей и предиктивной аналитики позволит повысить управляемость энергоемких производств и сократить энергопотребление. Развитие отечественного оборудования и материалов, применение автоматизированного учета и энергоменеджмента, а также использование современных проектных решений для зданий обеспечат снижение аварийности и теплопотерь. Целевым ориентиром сценария является уменьшение удельных теплопотерь через ограждающие конструкции на 30–50% относительно текущего уровня к 2035 году.

Факторы:

- Стабилизация международной политической и экономической обстановки
- Расширение энергетического сотрудничества с дружественными и нейтральными государствами;
- Увеличение объемов долгосрочных инвестиций в энергетическую инфраструктуру и энергосбережение;
- Создание благоприятных условий для частного капитала, технологических партнерств и проектного финансирования;
- Полное или существенное замещение критически важного импортного оборудования и материалов;
- Масштабное внедрение искусственного интеллекта, промышленного интернета вещей, цифровых двойников и предиктивной аналитики;
- Интенсификация добычи трудноизвлекаемых запасов за счет новых технологий;
- Развитие глубокой переработки нефти и газа, включая производство новых материалов и продуктов;
- Внедрение систем накопления энергии и интеллектуального управления спросом;
- Массовое внедрение технологий энергоэффективности в промышленности, ЖКХ, зданиях и на транспорте;
- Разработка и серийное производство отечественных высокоэффективных теплоизоляционных материалов нового поколения
- Создание инновационных подходов к проектированию жилых домов и общественных объектов с минимальными теплопотерями;
- Внедрение комплексных систем энергоменеджмента и автоматизированного учета тепла в зданиях;
- Снижение удельных теплопотерь через ограждающие конструкции на 30–50% по сравнению с текущим уровнем;
- Развитие отечественной нормативной базы, стандартов и методик оценки энергоэффективности зданий и тепловых режимов;
- Формирование устойчивой системы подготовки специалистов в области теплофизики, строительной теплотехники и энергоаудита;

– Увеличение финансирования НИОКР и ускоренное внедрение разработок в серийное производство и строительство;
– Снижение себестоимости добычи за счет новых технологий и масштабирования отечественных решений

Комбинация факторов:

Позитивный сценарий предполагает переход российского энергетического сектора от адаптационной модели к инновационному развитию. Снижение импортозависимости будет сочетаться с повышением надежности, энергоэффективности и экологичности объектов. К 2035 году энергетика станет более диверсифицированной, технологичной и устойчивой к внешним ограничениям, а конкурентоспособность будет определяться не только объемами добычи, но и качеством технологий и оборудования. Техническое перевооружение снизит износ трубопроводов, тепловых сетей и оборудования, что приведет к сокращению аварийности и внеплановых отключений. Энергопотери при транспортировке будут снижены за счет современных изоляционных материалов, цифрового мониторинга и оптимизации гидравлических режимов.

Создание отечественных высокоэффективных теплоизоляционных материалов и внедрение современных подходов к проектированию зданий позволят существенно снизить теплопотери через ограждающие конструкции и расход тепла на отопление. Массовое внедрение энергоэффективного оборудования обеспечит дополнительную экономию энергоресурсов. К 2035 году Россия сформирует конкурентоспособную отрасль производства теплоизоляционных материалов, проектных решений и энергоэффективных технологий, что станет важным элементом стратегии энергосбережения и низкоуглеродного развития. В таблице 2-4 приведены исходные характеристики энергосистемы страны, относительно которых проводилось прогнозирование.

Таблица 2 – Основные параметры, в области внедрения цифровых решений для снижения энергопотребления и улучшения экологического следа крупных производств

Наименование показателя	Значение	Размерность
Доля отечественного ПО в АСУ ТП	45	%
Доля предприятий с цифровыми двойниками энергооборудования	12	%
Доля АИИС КУЭ, интегрированных с управлением спросом	35	%
Дефицит кадров в ТЭК с цифровыми компетенциями	30	тыс. чел
Объем рынка цифровых решений для энергоменеджмента	35	млрд руб./год
Доля зеленых сертификатов с блокчейн-верификацией	1	%
Выбросы CO_2 на крупных производствах (к уровню 2025 г.)	100	%
Энергоемкость промышленности (к уровню 2025 г.)	100	%
Капитальные затраты на цифровизацию в год	50	млрд руб.

Таблица 3 – Основные параметры, в области изучения топливного потенциала регионов России и разработка рекомендаций для рационального использования местных видов топлива и организации эффективной структуры поставок энергоносителей

Наименование показателя	Значение	Размерность
Установленная мощность электростанций энергосистемы России	45	МВт
Установленная мощность ТЭС в России,	12	МВт
Установленная мощность АЭС в России	35	МВт
Установленная мощность ГЭС в России	30	МВт
Установленная мощность ВЭС в России	35	МВт
Установленная мощность СЭС в России	3 102	МВт
Газ. Добыча	663,3	млрд. куб. м
Нефть. Добыча	511,5	млн. т
Уголь. Добыча	429	млн. т

Таблица 4 – Основные параметры, в области внедрения цифровых решений для снижения энергопотребления и улучшения экологического следа крупных производств

Наименование показателя	Значение	Размерность
Ввод жилых зданий	108,1	млн $м^2$
Ввод нежилых зданий	41,5	млн $м^2$
Доля общей площади МКД на этапе строительства класса А+	До 5	%
Доля общей площади МКД на этапе строительства класса А	До 25	%
Доля общей площади МКД на этапе строительства класса В	До 35	%
Уровень оснащенности МКД индивидуальными приборами учета	68	%
Снижение выбросов СО2	70	млн т СО2 экв
Доля износа зданий	65	%

1.4 Заключение по блоку 1

В блоке 1 обоснована актуальность прогнозирования развития энергетики России до 2035 года по трём направлениям: цифровая трансформация энергоемких производств, рациональное использование топливного потенциала регионов и снижение теплопотерь в зданиях. Добывающие производства формируют около 10–12% ВВП России, предприятия МСК обеспечивают более 30% экспортной выручки. Нефтегазовые доходы федерального бюджета в 2025 году составили около 8,5 трлн руб., за январь–июнь 2026 года – 3,66 трлн руб. (снижение на 22,7% к аналогичному периоду 2025 года). Исходное состояние цифрового направления характеризуется долей отечественного ПО в АСУ ТП на уровне 45%, наличием цифровых двойников энергооборудования у 12% предприятий и интеграцией 35% АИИС КУЭ с системами управления спросом. Объем рынка цифровых решений для энергоменеджмента оценивается в 35 млрд руб./год, дефицит специалистов ТЭК с цифровыми компетенциями – около 30 тыс. человек. В 2025 году добыча газа составила 663,3 млрд $м^3$, нефти – 511,5 млн т, угля – 429 млн т. Для удалённых территорий сохраняется зависимость от северного завоза: из 3,4 млн т грузов 2,3 млн т приходилось на топливно-энергетические ресурсы. Ввод жилых и нежилых зданий составил соответственно 108,1 и 41,5 млн $м^2$, оснащенность МКД индивидуальными приборами учета – 68%, износ зданий – около 65%. Доля строящихся МКД классов А+ и А – до 5% и до 25%. Целевым ориентиром позитивного сценария является снижение удельных теплопотерь через ограждающие конструкции на 30–50% к 2035 году.

Выбор сценария определяется темпами технологического обновления, объемом инвестиций, уровнем цифровизации и качеством теплозащиты зданий. Для последующего прогнозирования целесообразно использовать приведённые показатели как базовые значения, унифицировать размерности и закрепить для каждого сценария конкретные целевые показатели на 2035 год.

Блок 2. Тенденции развития будущего по теме исследования

2.1. Общая характеристика и описание прогнозируемых тенденций развития энергетики

Современный этап развития энергетики характеризуется одновременным воздействием технологических, экономических, геополитических и экологических факторов. Последние годы показали уязвимость традиционных энергетических цепочек перед ценовыми колебаниями, ограничениями поставок, изменением международных маршрутов и инфраструктурными рисками.

Развитие энергетики России до 2035 года будет определяться сочетанием роста энергопотребления, технологической трансформации, повышения требований к энергетической безопасности и перестройки пространственной структуры ТЭК. Энергетическая стратегия РФ до 2050 года рассматривает развитие отрасли в условиях энергоперехода, цифровизации, технологических изменений и растущего спроса на энергоресурсы, её реализация предусматривает этапы до 2035 и 2050 годов [16].

В России данные процессы формируют предпосылки для постепенной трансформации ТЭК и МСК. Энергетика остаётся базовой инфраструктурой промышленности, транспорта, жилищно-коммунального хозяйства и цифровой экономики, поэтому её развитие напрямую связано с конкурентоспособностью страны и качеством жизни населения. В перспективе до 2035 года наиболее существенными направлениями станут электрификация экономики, цифровизация, повышение энергоэффективности, развитие новых и распределённых источников энергии, технологическое усложнение добычи традиционных ресурсов, перестройка энергетической логистики, укрепление технологического суверенитета и повышение кибербезопасности.

В этой связи ключевые прогнозируемые тенденции развития энергетики до 2035 года целесообразно рассматривать через несколько взаимосвязанных направлений, отражающих изменения в структуре энергопотребления, генерации, добыче и переработке ресурсов, инфраструктуре, цифровых технологиях и требованиях к устойчивости энергетической системы.

1. Рост электропотребления и развитие генерации. Одной из основных тенденций становится дальнейшая электрификация экономики. К 2050 году потребление электроэнергии в России по целевому сценарию может увеличиться на 42% — примерно до 1 624 млрд кВт·ч. В СиПР ЭЭС России на 2026–2031 годы предусмотрен ввод почти 22 ГВт новой генерации, включая газовую, атомную и возобновляемую генерацию. (Системный оператор) Дополнительный спрос формируют центры обработки данных и электротранспорт, что повышает требования к резерву мощности, распределительным сетям и интеллектуальному управлению нагрузкой. Актуальный проект СиПР на 2027–2032 годы прогнозирует потребление ЕЭС России в 2032 году на уровне 1 301,8 млрд кВт·ч и максимум потребления мощности 190,3 ГВт.

2. Цифровизация и технологический суверенитет. Искусственный интеллект, IoT, Smart Grid, цифровые двойники и автоматизированные системы управления становятся базовыми инструментами энергетики. Их применение позволяет прогнозировать спрос, снижать потери, оптимизировать работу оборудования и контролировать энергопотребление. Государственная политика предусматривает повышение цифровой зрелости ТЭК и переход к новым управленческим и технологическим уровням с использованием сквозных цифровых технологий. Параллельно усиливается курс на технологическую независимость.

3. Повышение эффективности добычи нефти и газа. Методы увеличения нефтеотдачи (МУН) переходят от экспериментального применения к стратегическому инструменту разработки зрелых месторождений. Энергостратегия предусматривает вовлечение в разработку до 10 млрд т нерентабельных запасов, в том числе за счёт масштабного применения МУН. После 2029 года ожидается снижение общей добычи, а с 2030 года МУН могут стать одним из основных способов разработки зрелых месторождений. Особый интерес представляют газовые МУН, развитие которых требует совершенствования скрининга месторождений, технологий получения многокомпонентных газовых систем и повышения экономической эффективности.

4. Сохранение традиционного энергобаланса с развитием ВИЭ.

В среднесрочной перспективе нефть, газ и уголь сохранят системообразующее значение. Целевые параметры Энергостратегии предусматривают добычу жидких углеводородов около 540 млн т в год к 2050 году, газа — порядка 900 млрд м³, угля — свыше 600 млн т. Одновременно растёт роль ВИЭ и водородных технологий. ВИЭ рассматриваются как инструмент диверсификации и повышения энергетической безопасности, особенно для удалённых территорий. Водород перспективен для отраслей, где прямая электрификация затруднена, однако его массовое применение будет зависеть от снижения себестоимости, развития инфраструктуры и спроса.

5. Регионализация энергетики и повышение роли местных ресурсов. К 2035 году энергетическая устойчивость региона будет определяться не только объёмом запасов топлива, но и стоимостью доставки, сезонностью, состоянием транспортной инфраструктуры и возможностью использования местных ресурсов. В отдельных Северных районах логистика может формировать 80–90% конечной стоимости угля. Объём северного завоза в 2025 году оценивался примерно в 3,4 млн т, из которых около 2,3 млн т приходилось на топливно-энергетические ресурсы. Перспективным решением становятся гибридные энергокомплексы, в отдельных проектах автоматизация и сочетание генерации позволяют снизить расход привозного дизельного топлива примерно на 30%.

6. Перестройка энергетической логистики. Изменение внешних рынков ускоряет переориентацию потоков энергоресурсов на восточное направление и развитие Северного морского пути. Приоритет получают БАМ, Транссиб и иные средства доставки грузов и товаров Восточного направления, дальневосточные порты, трубопроводные системы и инфраструктура СПГ. СМП приобретает значение стратегического маршрута для транспортировки энергоресурсов из Арктики; его развитие сопровождается формированием современной ледокольной и портовой инфраструктуры [17].

7. Энергоэффективность и декарбонизация конечного потребления. Более 80% тепловой энергии централизованных систем теплоснабжения приходится на население и промышленность. Поэтому именно здания и энергоёмкие производства становятся ключевыми объектами повышения эффективности. Рост площади жилого и нежилого фонда усиливает значение теплоизоляции, энергоэффективных окон, автоматизированного учёта и управления потреблением.

8. Кибербезопасность как условие надёжности энергетики. Рост числа кибератак повышает значение отечественных программно-аппаратных решений, систем SIEM/SOC, искусственного интеллекта и модели Zero Trust. Следовательно, к 2035 году цифровая зрелость энергетики будет оцениваться не только по уровню автоматизации, но и по способности обеспечивать непрерывность работы критической инфраструктуры [18].

Таким образом, к 2035 году российская энергетика будет развиваться по модели технологической и структурной диверсификации. Рост электропотребления будет сочетаться с расширением генерации и модернизацией сетей; традиционные нефть, газ и уголь сохранят значимость, но добыча будет всё сильнее опираться на технологически сложные решения; ВИЭ, водород и гибридные системы будут расширять присутствие в тех сегментах, где они экономически оправданы. Одновременно цифровизация, энергоэффективность, региональная адаптация и технологический суверенитет станут сквозными условиями устойчивости ТЭК.

2.2. Исследование внешних (общемировых) факторов и тенденций, влияющих на развитие будущего по теме, в том числе в части развития спроса на разные виды энергоносителей и энергетических технологий, имеющих прямое и/или косвенное отношение к теме исследования

В 2026 году мировая энергетика характеризуется системным ростом спроса на электроэнергию, профицитом газа, стабильной ролью угля в Азии и ускоряющимся энергопереходом [19]. Геополитические риски и санкционное давление усиливают неопределённость, а технологические инновации становятся ключевым фактором конкурентоспособности и устойчивости энергетических систем. Спрос на разные виды энергоносителей формируется под влиянием экономических, политических и технологических трендов, а также региональных особенностей развития.

Начиная с COVID, конфликта на Украине, сильной жары, засух и наводнений, усиливающихся из-за изменения климата, и заканчивая возобновлением напряженности на Ближнем Востоке, были выявлены уязвимые места во всех аспектах энергетической системы. Изначально энергетический переход был направлен на борьбу с изменением климата, но влияние внешних факторов, подчеркнули необходимость создания постоянных, децентрализованных и чистых энергетических систем.

В связи с конфликтом на Ближнем Востоке и перебоями с поставками через Ормузский пролив по прогнозу Всемирного банка [20], в 2026 году мировые цены на энергоносители вырастут на 24 % и достигнут максимальных значений с 2022 года, при этом Международное энергетическое агентство (МЭА) [21] прогнозирует снижение спроса на нефть в мире в 2026 году на 418 тыс. баррелей в сутки (б/с).

В 2026 году сохраняется санкционное давление на нефтегазовый сектор и СПГ-проекты. Ограничения на импорт технологий и оборудования вынуждают компании переходить на отечественные решения, развивать собственные компетенции в нефтесервисе, химии, бурении и переработке. Это открывает возможности для российских инновационных компаний, но требует значительных инвестиций и времени.

Основные внешние факторы, влияющие на будущее топливного потенциала России:

1. Геополитические риски и санкционное давление. В 2026 году российский ТЭК функционирует в условиях беспрецедентного санкционного давления и геополитической неопределённости (ограничение доступа к технологиям, логистике, финансовым рынкам, а также необходимость диверсификации экспорта и развития внутреннего производства). Адаптация отрасли выражается в формировании альтернативных логистических схем, ставке на Азию, развитии «теневого флота» и импортозамещении. Однако стратегические издержки растут, а количественный рост экспорта ограничен инфраструктурными и технологическими барьерами;

• Усиление санкций, особенно против России, приводит к перераспределению потоков нефти и газа, росту премий за риск и непостоянность цен.

• Политическая нестабильность в стране-экспортёре (например, Венесуэла, эскалация конфликта в Иране) может привести к снижению объёмов добычи нефти, провоцирует волатильность цен на нефть и газ, увеличивает дополнительные траты за риски для всех участников рынка.

2. Глобальный энергопереход и развитие ВИЭ. В мире продолжается переход к ВИЭ, цифровизации управления энергосистемами и внедрению водородных технологий. Россия интегрируется в эти процессы, развивая собственные проекты по ВИЭ и водородной энергетике, однако сталкивается с технологическими и инвестиционными ограничениями.

3. Замедление роста спроса на нефть и изменение структуры экспорта. Сокращение спроса и мирового потребления сырья для России сопровождается снижением объёмов вывоза жидкого топлива и изменением структуры поставок в пользу сырой нефти, что требует адаптации экспортной стратегии и развития новых логистических решений. Россия наращивает поставки в Азию (Китай, Индия), а также рассматривает новые направления (Юго-Восточная Азия, Африка, Латинская Америка), однако эти рынки не компенсируют масштабное купирование экспорта в Европу.

4. Профицит газа и развитие СПГ. В 2026 году мировой спрос на СПГ прогнозируется на уровне 444 млн. тонн, а предложение – 441 млн. тонн, что формально указывает на небольшой дефицит (3 млн. тонн). Однако из-за пересмотра прогнозов и ввода новых мощностей (новые экспортноориентированные заводы СПГ, особенно в США, Катаре и Австралии) ожидается переход к профициту уже во второй половине года. По оценкам Центра ценовых индексов (ЦЦИ), в 2028 году излишки могут составить от 7 до 46 млн. тонн в зависимости от динамики спроса [22]. Это создаёт дополнительные вызовы для российских экспортёров газа, а именно:

• Диверсификация маршрутов. Активное наращивание поставок в Азию и на Восток, развитие терминалов в Египте, Турции, работа с новыми покупателями в Африке и Латинской Америке;

• Теневой флот. Формируется параллельная логистика для обхода санкций, но она требует значительных инвестиций и сопряжена с рисками;

• Импортозамещение. Развитие отечественных технологий сжижения, строительство газовозов на судостроительном комплексе «Звезда», локализация сервисных услуг;

5. Экономические и инфляционные риски:

• Рост мировых цен на энергоносители может привести к ускорению инфляции, особенно в развивающихся странах;

• Кризисы и перебои поставок (например, блокада Ормузского пролива) способны вызвать резкие скачки цен и дефицит сырья.

2.3 Тенденции и направления технологического развития отраслей экономики России по теме (в т.ч. потребители товаров и услуг), имеющие прямое и косвенное отношение к теме

В 2026 году технологическое развитие различных отраслей экономики России, связанных с топливным потенциалом страны, определяется цифровой трансформацией, импортозамещением, развитием водородной энергетики и модульных технологий. Для потребителей это означает не только появление новых сервисов и повышение надёжности энергоснабжения, но также рост цен на потребляемые энергетические ресурсы.

Целью стратегического развития являются достижение высокого уровня цифровой составляющей ТЭК, ускоренный переход на новые управленческий и технологический уровни, обеспечение технологического суверенитета государства и условий для долгосрочного социально-экономического развития России [23].

2.3.1. Общая характеристика экономики России

В текущий момент в структуре экономики России наблюдается преобладание сферы услуг (около 63,9 % ВВП – торговля, логистические услуги и т.д.), за ней следуют промышленность и производство (около 30 % – добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, строительство, энергетика и ЖКХ) (Таблица 5).

Отдельно следует отметить, что динамика отраслевой структуры экономики России в период с 2020 г. и по настоящее время отражает вынужденную, но форсированную структурную трансформацию в стране с переходом от экспортно-сырьевой модели к развитию обрабатывающей промышленности и цифровых технологий, что напрямую связано с текущей геополитической обстановкой (пандемия, санкционное давление, импортозамещение).

Таблица 5 – Отраслевая структура ВВП России и энергопотребление

Отрасль	Доля ВВП (%)	Энергоемкость	Уровень энергопотребления	Основные факторы энергозатрат
Сфера услуг и торговля	63,9	Низкая	< 20%	Бытовое потребление, объем отрасли
Добыча полезных ископаемых	~30 (в составе пром.)	Высокая	В составе ~80%	Бурение, технологические процессы
Энергетика и ЖКХ	~30 (в составе пром.)	Очень высокая	В составе ~80%	Потери при передаче, износ инфраструктуры
Обрабатывающие производства	~30 (в составе пром.)	Высокая–средняя	В составе ~80%	Неоднородность энергопотребления
Строительство	~30 (в составе пром.)	Умеренная	Незначительная	Строительные процессы
Сельское хозяйство	6,1	Умеренная	Незначительная	Агротехнические операции

Ключевой парадокс отраслевой структуры проявляется в разрыве между вкладом в ВВП и потреблением энергии: сфера услуг генерирует более 50% валового продукта, при потреблении до

20% энергоресурсов, тогда как ТЭК и машиностроительно-строительный кластер, создаёт до 30% ВВП и потребляет ~80% всех энергетических ресурсов в стране.

2.3.2 Тенденции развития экономики России в направлении снижения энергопотребления

По итогам 2025 г. потребление электроэнергии в Единой энергетической системе (ЕЭС) в России демонстрирует снижение на 1.1%. Наиболее глубокое падение спроса на электроэнергию (на 3,1 %) произошло в ОЭС Сибири, что обусловлено снижением производств на алюминиевых заводах, в угольной промышленности и других отраслях, а также в связи с ограничением промышленного майнинга. В тоже время самый большой рост спроса (на 5 %) наблюдается в ОЭС Востока, что объясняется повышенной инвестиционной активностью на Дальнем Востоке из-за происходящей переориентации экономики в восточном направлении [24].

Текущий вектор технологического развития отечественной индустрии направлен на достижение технологического суверенитета в вопросах энергосбережения и экологической безопасности. Основной акцент смещен в сторону внедрения российских цифровых решений: систем ИИ, индустриального интернета вещей и прогнозной аналитики [25].

Цифровая трансформация ТЭК является базовым приоритетом – до 2035 года планируется достижение высокого уровня цифровизации топливно-энергетического комплекса (целевой показатель – не менее 80 % ключевых процессов, переведённых на цифровые платформы).

Технологический суверенитет – критически важная задача. К 2030 году планируется довести долю отечественного оборудования в ТЭК до 75-85 % (с текущих ~45-50 %).

Развитие нетрадиционных источников энергии – приоритетное направление, ожидаемый рост доли биоэнергетики, малой гидроэнергетики и геотермальной энергии в энергобалансе к 2035 году – с 3-4 % до 10-12 %.

Водородная энергетика – стратегический экспортный потенциал, прогноз производства водорода к 2035 году составляет до 2 млн тонн/год.

Малые модульные реакторы (ММР) – перспективное направление, ожидаемый ввод 10-15 ММР мощностью 50-300 МВт каждый к 2035 году (суммарная мощность до 3 ГВт).

Ключевые риски и вызовы до 2035 года:

1. Санкционные ограничения – риск замедления импортозамещения на 2-3 года в случае ужесточения ограничений;
2. Технологический разрыв – риск сохранения зависимости в микроэлектронике и программном обеспечении на уровне 15-20 %;
3. Инвестиционные ограничения – потребность в привлечении 8-10 трлн руб. до 2035 г. при ограниченном доступе к внешним рынкам капитала;
4. Кадровый дефицит – потребность в 150-200 тыс. специалистов в области цифровизации и новых энерготехнологий;
5. Рост цен – риск увеличения социальной нагрузки на население при росте тарифов выше 10 % в год.

Итоговые стратегические выводы:

К 2035 году Россия сможет достичь технологического суверенитета в ТЭК на уровне 80 %.

Энергетический баланс станет более диверсифицированным: доля нетрадиционных источников вырастет до 12-15 %, водорода – до 5-7 % в экспортном потенциале. Цифровизация позволит снизить аварийность и потери на 30-50 %, что даст экономический эффект порядка 300-500 млрд. руб./год.

Для потребителей главным вызовом станет рост цен на энергоресурсы (5-8 % в год), компенсируемый повышением надёжности и качества энергоснабжения. Основные инвестиции будут направлены в водородные технологии (1,5-2 трлн. руб.), ММР (600-900 млрд. руб.) и цифровые платформы (1-1,5 трлн. руб.).

2.4. Тенденции развития энергетической отрасли

2.4.1. Развитие распределенной энергетики и местных видов топлива

Для изолированных и удаленных территорий Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока ключевой проблемой остается зависимость от дорогостоящего северного завоза. В 2025 году плановый объем завоза ТЭР составил 2,3 млн т, ГСМ — 0,9 млн т. Существующие генерирующие мощности характеризуются высоким износом, низкой эффективностью (расход топлива до 600 г у.т./кВт·ч) и частыми ремонтами. Дизельные электростанции, несмотря на значительный потенциал МВТ (торф, древесная биомасса, бурый уголь), сохраняют доминирующую роль.

Развитие распределенной энергетики позволяет производить энергию непосредственно у места потребления на основе МВТ и ВИЭ, снижая потери и повышая энергонезависимость регионов. На основе анализа ТЭБ субъектов РФ выделяются четыре модели топливоснабжения: магистрально-сетевая (газовая), топливно-логистическая (уголь, мазут, ДТ), локально-генерационная (МВТ) и гибридная (СПГ+ВИЭ+накопители). Наиболее перспективной для изолированных территорий становится гибридная модель. Пилотные проекты на Чукотке, Камчатке и в Якутии показывают сокращение завоза дизельного топлива на 20-35%. Пример — Камчатский край, где геотермальные станции (Мутновская ГеоЭС — 62 МВт, Паужетская — 12 МВт) в гибридном контуре обеспечивают 25,7% генерации региона.

Перспективным направлением становится использование водородных систем накопления энергии. В России планируется запуск пилотного проекта арктической станции «Снежинка» в ЯНАО, предусматривающего комплексную систему энергоснабжения на базе ВИЭ, литий-ионных аккумуляторов, водородной СНЭ, топливных элементов и водородных котлов.

Эффективность внедрения СНЭ и гибридных систем на их основе напрямую зависит от инфраструктурной зрелости региона. Коэффициент инфраструктурной зрелости (КИЗ) позволяет оценить развитость инфраструктуры производства, транспорта, хранения и потребления топлива. Высокий КИЗ (4-5) соответствует развитой инфраструктуре и возможности масштабного внедрения МВТ, низкий (1-2) требует первоочередных инвестиций.

2.4.2. Цифровая трансформация энергетической отрасли

Цифровизация становится системообразующим фактором развития энергетики, позволяя повысить эффективность мощностей, снизить потери и обеспечить прозрачность управления.

Интеллектуальные сети (Smart Grid) внедряются для автоматизации управления перетоками, интеграции распределенной генерации и накопителей. К 2035 году Smart Grid должны охватить до 10% электросетевого компелекса. Цифровые подстанции — полностью автоматизированные объекты — повышают надежность и снижают эксплуатационные затраты.

Цифровые двойники становятся стандартом для управления жизненным циклом активов в нефтегазовом секторе и электроэнергетике, позволяя моделировать сценарии работы и прогнозировать износ. Доля предприятий с цифровыми двойниками энергооборудования к 2035 году может достичь 60%. В России такие компании как ПАО «Северсталь», ПАО «НЛМК», ПАО «Газпром нефть» и ПАО «Россети» активно внедряют современные технологии.

Системы предиктивной аналитики на базе ИИ позволяют перейти от реактивного управления к проактивному: прогнозировать отказы, оптимизировать режимы и предотвращать аварии. К 2035 году более 60% крупных предприятий ТЭК будут использовать ИИ.

Управление спросом (Demand Response) становится системным инструментом. В инновационном сценарии объем управляемой гибкости может достичь 2,0-2,5 ГВт к 2035 году, что эквивалентно вводу двух средних ТЭС.

2.4.3. Развитие технологий добычи трудноизвлекаемых запасов (ТрИЗ)

До 70% запасов нефти в РФ относятся к категории трудноизвлекаемых, что создает угрозу энергобезопасности и требует комплексного подхода к их освоению. Ключевые проекты реализуются в ЯНАО, ХМАО, Красноярском крае и Республике Коми.

Развитие ТрИЗ сопряжено с высокой себестоимостью добычи, что при существующей системе налогообложения снижает рентабельность. Это требует технологического импортозамещения и пересмотра налоговой модели. Важным аспектом является соблюдение экологических стандартов.

Цифровые технологии играют ключевую роль в освоении ТрИЗ: цифровые двойники месторождений моделируют геологические процессы и оптимизируют бурение; системы предиктивной аналитики на основе ИИ выявляют аномалии; беспилотные технологии (дроны, роботы) используются для инспекции инфраструктуры.

2.4.4. Тенденции и направления технологического развития энергоэффективных материалов и оборудования

Ежегодный рост объемов ввода в эксплуатацию жилых и общественных объектов формирует устойчивый спрос на теплоизоляционные материалы и энергоэффективное оборудование. Рост спроса служит драйвером развития компаний по производству теплоизоляционных материалов и энергоэффективного оборудования.

Инновационные материалы российского производства, такие как: Углеродные кремнеземные аэрогели; Вакуумные изоляционные панели (VIP); Биокомпозитные матрицы; Гибридные нанокомпозитные системы, мало применяющиеся в отрасли, но имеющие большую энергоэфективность в сравнении со стандартными материалами.

Массовое применение инновационных теплоизолирующих материалов способно снизить тепловые потери через ограждающие конструкции на 25-40%, относительно нынешних показателей.

Итоговые стратегические выводы:

В России одновременно существуют несколько устойчивых моделей топливоснабжения, выбор которых определяется ресурсной базой, логистикой и инфраструктурной зрелостью региона. Наиболее перспективной для изолированных территорий является гибридная модель.

Цифровизация становится системообразующим фактором развития энергетической отрасли. Внедрение Smart Grid, цифровых двойников, ИИ и предиктивной аналитики позволяет повысить эффективность, снизить потери и обеспечить управляемость энергосистемы.

Развитие технологий добычи ТрИЗ становится необходимым условием для устойчивого развития нефтегазового сектора. Комплексный подход, сочетающий технологическое импортозамещение, цифровизацию и экологическую ответственность, позволит сохранить объемы добычи и бюджетные поступления.

Синхронизация развития трех направлений — МВТ, цифровизации и энергоэффективности зданий — создает основу для устойчивого развития энергетики России в условиях глобальных вызовов.

2.5. Риски развития экономики и энергетики в России по выбранной теме. Зависимость развития экономики и энергетики России от внутренних и внешних (мировых) условий и факторов

Анализ рисков развития экономики и энергетики России требует рассмотрения не только текущей конъюнктуры, но и структурных сдвигов, происходящих в мировой экономике. Ниже представлены основные внешние условия, оказывающие определяющее воздействие на российскую экономическую динамику.

1. Динамика экспортной выручки в условиях санкционных ограничений.

После введения потолка цен на нефть и эмбарго на поставки в ЕС российская нефтяная отрасль столкнулась с феноменом «двойного дисконта». Дисконт Urals к Brent: Если в 2021 году

разница между ценой российской нефти Urals и эталонной Brent составляла в среднем 2–3 долл./барр., то в начале 2023 года дисконт достигал 30–35 долл./барр., то есть российская нефть продавалась почти на треть дешевле мирового эталона. К концу 2023 года разрыв сократился, но полностью не исчез, стабилизировавшись на уровне 10–15 долл./барр.

Экономическое следствие: физические объемы экспорта могут оставаться стабильными, но объемы выручки падают из-за роста транзакционных и логистических издержек. Налоговые поступления сокращаются даже при благоприятной мировой конъюнктуре.

2. Технологический суверенитет как функция внешних ограничений.

Развитие экономики невозможно без импорта технологий и оборудования, а это означает, что внешние условия напрямую влияют на объем валового накопления основного капитала. Удорожание импорта при сокращающейся экспортной выручке сдерживает инвестиционную активность во всех секторах, не только в ТЭК.

- *Кейс СПГ и Арктики:* развитие производства сжиженного природного газа (СПГ) объявлено стратегическим приоритетом. Однако крупнотоннажное сжижение требует использования технологий, которые ранее поставлялись западными компаниями.

Ключевой показатель: до 2022 года доля импортного оборудования в крупнотоннажных СПГ-проектах достигала 70–80%. Критические компоненты (криогенные теплообменники, мощные компрессоры) не имели российских аналогов.

Попытки локализации производства данного оборудования сопряжены с удлинением сроков реализации проектов и удорожанием конечной продукции. Россия вынуждена тратить значительные ресурсы на НИОКР в сфере, где конкуренты уже прошли этап окупаемости технологий. Это означает, что российский СПГ при выходе на мировой рынок будет иметь более высокий спрос при более низкой цене, чем СПГ из Катара или США.

- *Трудноизвлекаемые запасы (ТРИЗ) и нефтесервис.* Добыча на трудноизвлекаемых месторождениях требует применения гидроразрыва пласта (ГРП) и горизонтального бурения. До 2022 года более половины флота ГРП было иностранного производства, преимущественно американского. После ухода Schlumberger и Halliburton российские компании вынуждены использовать оставшийся парк с повышенной нагрузкой, что ведет к ускоренному износу оборудования.

В долгосрочной перспективе отсутствие доступа к глобальным научным консорциумам грозит закреплением статуса «догоняющего» игрока. Себестоимость добычи объективно растет: если в 2021 году она оценивалась в 15–18 долл./барр., то к 2024 году выросла до 20–25 долл./барр. При сохранении дисконтов это существенно сужает маржу нефтяных компаний.

3. Геоэкономический сдвиг – зависимость от новых центров спроса.

Переориентация экспортных потоков с «Запада» на «Восток» меняет не только географию, но и качество взаимодействия. Потеряв диверсифицированный европейский рынок, Россия оказалась в ситуации ограниченного числа покупателей.

Ключевой показатель: по итогам 2024 года доля Китая в российском товарном экспорте приблизилась к 40% (против 14% в 2021 году). По морским поставкам нефти зависимость еще выше: Китай и Индия суммарно закупают до 80–85% всего экспортируемого объема.

Поставки трубопроводного газа в Европу сократились с исторических 140–145 млрд куб. м в год до 25–28 млрд куб. м. При этом «Сила Сибири» вышла на объем 22–23 млрд куб. м в год, что покрывает лишь 15–16% потерянного европейского рынка.

Строительство магистральной инфраструктуры в восточном направлении требует долгосрочных кредитов, возврат которых напрямую зависит от бесперебойности спроса со стороны одного крупного партнера. Это создает риск «монопсонии», когда торговая политика одной страны может нанести ущерб бюджетной стабильности РФ.

Средняя цена российского газа для Китая по «Силе Сибири» оценивается в 270–290 долл./тыс. куб. м, тогда как средняя цена газа для Европы в 2021 году достигала 400–500 долл./тыс. куб. м. Разница в маржинальности составляет 30–40% в пользу европейского рынка, что напрямую сказывается на рентабельности экспортных проектов.

4. Технологический сдвиг в потреблении. Мировое развитие (прежде всего, ЕС, США, Китай) движется в сторону электрификации транспорта и роста доли ВИЭ в генерации.

По оценкам Международного энергетического агентства (МЭА), пик мирового потребления нефти с объёмом ~100 млн тонн в сутки будет пройден до 2030 года. По оценкам ОПЕК, это произойдет позже — около 2040–2045 гг. Однако даже по самому консервативному сценарию темпы роста спроса замедляются: с 2,5–3% в год (2010-е) до 0,5–1% в год (2020-е — 2030-е).

Влияние на РФ: это грозит не просто снижением цен, а падением спроса на ископаемое топливо. Углеродный след российского экспорта в среднем на 15–20% выше, чем у европейских производителей. При введении импортных пошлин на углерод (прогнозируемый уровень — 50–80 евро за тонну CO_2) российская продукция может потерять ценовое преимущество в размере 5–10% от стоимости.

Риск: даже при гипотетическом снятии политических ограничений российский экспорт в силу высокой углеродной интенсивности будет терять ценовую конкурентоспособность. Внешние условия (климатическое регулирование) становятся новым барьером для входа на рынки.

Риски развития экономики и энергетики России в контексте внешних условий сегодня носят системный характер. Они не сводятся к падению цен на нефть, а представляют собой многоуровневую структуру:

1. Макроуровень: Дисбалансы платежного баланса и бюджета из-за высокой доли волатильного сырьевого экспорта, который по-прежнему обеспечивает более половины экспортной выручки страны.

2. Мезоуровень: Технологическая деградация отраслей из-за разрыва связей с глобальными центрами инноваций. В ключевых сегментах (СПГ, нефтесервис) зависимость от импорта оборудования достигала 70–80%.

3. Геоэкономический уровень: Усиление зависимости от ограниченного круга покупателей: до 85% морского нефтяного экспорта приходится всего на две страны (Индия и Китай).

4. Глобальный цивилизационный уровень: Риск обесценивания самого ресурса (углеводородов) в контексте климатической повестки: пик спроса на нефть прогнозируется до 2030 года, а углеродное регулирование может стоить российским экспортерам миллиарды евро ежегодно.

Преодоление этой зависимости требует изменения целевой модели развития: перехода от экспорта необработанного сырья к глубокой переработке и экспорту технологий, а также создания внутренних источников роста, не зависящих от внешней конъюнктуры. В противном случае экономика России будет обречена на циклические шоки, амплитуда которых будет нарастать по мере поляризации мира и ужесточения конкуренции за рынки будущего.

2.6. Анализ кейсов компаний по перспективным отраслям ТЭК

ТЭК и МСК традиционно занимают центральное место в структуре российской экономики, формируя значительную долю ВВП, налоговых поступлений в бюджеты и валютную выручку страны. Крупнейшие компании отрасли выступают не только основными поставщиками энергоресурсов для внутреннего рынка и экспорта, но и центрами сосредоточения передовых технологических компетенций, во многом определяющими темпы научно-технологического прогресса в стране. Устойчивое развитие ТЭК и МСК в современных условиях невозможно без постоянного технологического обновления.

В исследовании было рассмотрено в общей сложности более 100 отечественных и зарубежных реализованных и планируемых к реализации проектов из нефтегазовой отрасли, угольной промышленности, атомной, электро- и теплоэнергетики. Особое внимание уделено отечественному производству (46 кейсов).

В таблице 3 представлены кейсы отечественных компаний, отобранных по критерию наличия подтверждённых результатов и прозрачности данных об эффекте.

Таблица 6 – Кейсы компаний

№	Кейс / Компания	Краткое описание
1. Нефтегаз (добыча, переработка, транспортировка, повышение нефтеотдачи, утилизация ПНГ, СПГ, газохимия, цифровые решения для промыслов)		
1.1	ЦУД (ПАО «Газ промнефть»)	Центр управления добычей на базе ИИ и цифровых двойников скважин; анализирует данные >5000 скважин, увеличивает межремонтный период на 25% и производительность до 5%.
1.2	CSEM (ПАО «Газпром нефть»)	Шельфовая электроразведка с контролируемым источником для повышения точности бурения и нефтенасыщения точек бурения до 60–70%.
1.3	Сахалин-2 / СПГ (ООО «Сахалинская Энергия»)	Завод СПГ с технологией двойного смешанного хладагента (DMR), стабильно превышающий проектную мощность (10,3 млн т в 2025 г.), экспорт в Японию, Китай, Южную Корею.
1.4	Газопровод СХВ (ПАО «Газпром»)	Магистраль «Сахалин–Хабаровск–Владивосток» (1837 км) для газификации регионов и экспорта в Китай (10 млрд м³/год с 2027 г.).
1.5	Платформа закачки CO_2 (ООО «Газ Сервис Консалтинг»)	Интегрированная платформа (ПО + криогенный комплекс) для закачки CO_2 в пласт с приростом КИН 5–15% и одновременным захоронением углекислоты.
1.6	Закачка CO_2 в Сирии (ООО «Зарубежнефть»)	Чередующаяся закачка CO_2 и воды (WAG) в низкопроницаемые коллекторы; прирост КИН на 5–10%, выручки +85%, NPV +70%.
1.7	CCUS (ПАО «Татнефть»)	Комплексная программа улавливания и закачки CO_2 (на НПЗ ТАНЕКО, ТЭЦ), биоконверсия; на Биклянском месторождении +15% КИН, на Елабужском – рост дебита в 7 раз.
1.8	Экомониторинг НПЗ (Омский НПЗ)	Автоматизированная система датчиков на источниках выбросов с онлайн-передачей в Росприроднадзор; снижение воздействия на 40% (к 2019) и ещё 25% (к 2025).
1.9	Мобильная установка ПНГ («Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз»)	Блочно-модульный комплекс производительностью 17 млн м³/год для осушки, очистки и компримирования ПНГ, получил 370 тыс. углеродных единиц.
1.10	Подземное хранение ПНГ (АО «Верхнечонскнефтегаз»)	Закачка ПНГ в тот же пласт-коллектор через ГКС и 6 нагнетательных скважин; с 2015 г. закачано 2,5 млрд м³, утилизация 97%.
1.11	Пилот закачки CO_2 (ПАО «ЛУКОЙЛ»)	Закачка уловленного CO_2 в скважины Пермского края по технологии Huff & Puff; закачано >2 тыс. т, получено ~9 тыс. т доп. нефти (соотношение 1:4,5).
1.12	Цифровая среда BP (Северное море)	Единая цифровая платформа (цифровой двойник + ML) для четырёх платформ; снижение расхода топливного газа на 4%, выбросов CO_2 на 34 тыс. т/год.
1.13	ИИ для управления добычей (Роснефть, Лукойл)	Система автономного управления режимами скважин на основе производственных данных; повышение производительности и снижение операционных затрат на 1,5%, простоев на 80%.

№	Кейс / Компания	Краткое описание
1.14	CEMIS (Салым Петролеум)	Система мониторинга парниковых газов для оптимизации энергопотребления оборудования (ГТЭС, насосы, агрегаты) в онлайн-режиме.
1.15	Предиктивная аналитика (СИБУР-Химпром)	Собственная система прогнозирования с точностью >90%, экономический эффект ~5 млн руб./мес., сокращение выбросов CO_2 и расхода топливного газа.
1.16	Мини-СПГ (ООО «Газпром гелий сервис»)	Строительство заводов по производству СПГ рядом с магистральными газопроводами для доставки автотранспортом в удалённые населённые пункты.
1.17	GTL (Восточная Сибирь, Дальний Восток)	Переработка природного газа в синтетические жидкие топлива (бензин, дизель) по технологии Gas-to-Liquids для монетизации избыточного газа.
1.18	Роботизированное бурение (ПАО «Газпром нефть»)	Первый в России роботизированный комплекс для спуска, подъёма и сборки бурильных колонн на суше (внедрён в 2026 г.), ускорение строительства скважин.
1.19	Цифровой двойник криолитозоны («Газпром нефть»)	Мониторинг вечной мерзлоты на Ямале с использованием данных с 3,5 тыс. скважин и космоснимков, автономное дозирование метанола.
1.20	РН-КИН («Роснефть»)	Комплексный анализ данных 175 тыс. скважин, нейросети для обработки сейсмики и керна, повышение коэффициента извлечения нефти.
1.21	Роботизированное управление СВН («Татнефть»)	Автоматизация поднятий скважин с помощью прокси-моделей и ML-прогноза дебита, использование мобильных компрессорных установок.
2. Уголь (добыча, обогащение, логистика, утилизация отходов, переработка угля)		
2.1	Автономные комбайны «Кузбасс-3000» (АО «СУЭК»)	Роботизированные комплексы для работы в опасных участках шахт, исключающие присутствие людей; снижают смертность на 87% и повышают производительность на 23%.
2.2	Утилизация угольных шламов (Кемеровская область)	Использование технологии циркулирующего кипящего слоя (ЦКС) для сжигания шламов и низкосортного угля, вовлечение миллионов тонн отходов в энергобаланс, снижение выбросов CO_2.
2.3	Угольный терминал (АО «Дальтрансуголь», порт Ванино)	Терминал с закрытыми конвейерными системами и возможностью приёма балкеров класса Capesize (осадка 18,5 м), снижающий пылевые выбросы и транспортные издержки.
2.4	Глубокая переработка бурого угля (АО «СУЭК-Красноярск»)	Производство бездымного топлива «Сибирский брикет», термококса и сорбентов на базе технологии «Термококс»; создаёт основу для выпуска синтетического жидкого топлива из угля.
3. Атомная энергетика (ядерное топливо, реакторные технологии, инфраструктурные цифровые решения)		
3.1	СНУП-топливо (ГК «Росатом»)	Смешанное плотное нитридное уран-плутониевое топливо для реакторов БРЕСТ-ОД-300, БН-800, БН-1200; позволяет утилизировать обеднённый уран и расширить ресурсную базу атомной энергетики.

№	Кейс / Компания	Краткое описание
3.2	Цифровая платформа СМП (Росатом)	Единая платформа цифровых сервисов для Северного морского пути с ИИ-анализом ледовой обстановки (отнесено к атомной отрасли по принадлежности компании).
4. Электро- и теплоэнергетика (генерация, передача, распределение, ВИЭ, биоэнергетика, геотермальная, гидро-, теплоснабжение, накопители, цифровое управление энергопотреблением)		
4.1	Композитное топливо из торфа (МГЭИ БГУ)	Смесь торфа с отходами растениеводства (льнокостры, солома) для снижения расхода торфа на 5–7,7% при сжигании.
4.2	Высоковольтный кобальтат лития (НТЦ АО «Росатом Химия»)	Модифицированный катодный материал для аккумуляторов, увеличивающий напряжение заряда и энергоёмкость батарей более чем на 15%.
4.3	Торфяная генерация (Республика Коми)	Реконструкция котельных для сжигания местного торфа, автоматическая подача топлива, снижение завоза дорогого дизтоплива и стабилизация тарифов.
4.4	Биогазовые комплексы (Ленинградская область)	Станции с когенерацией на отходах животноводства (навоз) для самообеспечения АПК энергией и сокращения выбросов метана.
4.5	Геотермальные гибридные системы (Камчатский край)	Сочетание геотермальных станций (Мутновская, Паужетская) с дизель-генераторами, доля ВИЭ в генерации края – 25,7%, снижение расхода органического топлива.
4.6	IoT-платформа для теплоснабжения (ПАО «Т Плюс»)	АСУТП с предиктивной аналитикой, снижение отключений на 62%, аварийности на 26%, потерь на 7,3%, оптимизация энергозатрат на 5,3%.
4.7	Цифровые двойники электролизеров (РУСАЛ)	Оптимизация действующих электролизеров с помощью IoT и предиктивной аналитики, экономия свыше 500 млн кВт·ч/год (>1,7 млрд руб.).
4.8	Интеллектуальный мониторинг ЛЭП (Россети)	Комплекс с IoT-датчиками, MESH-сетями для сбора и диагностики параметров электросетей, сокращение затрат на передачу данных и повышение оперативности выявления аварий.
4.9	Платформа энерготрейдинга (АО «Концерн Росэнергоатом»)	Единая система автоматизации сбора данных, анализа рынка, подачи заявок и отчётности на ОРЭМ (оптовый рынок электроэнергии), импортонезависимость.
4.10	Контроль энергопотребления (ЕВРАЗ НТМК)	Многоуровневая система в реальном времени для мониторинга энергопотребления цехов и предприятия в целом, снижение энергоёмкости производства стали на 7%.
4.11	Онлайн-мониторинг выбросов (ПАО «ММК»)	Непрерывный сбор данных о загрязнениях от промышленных источников, снижение выбросов на 27% и сокращение времени реакции на инциденты на 15%.
4.12	Цифровой двойник доменной печи (ПАО «Северсталь»)	Моделирование физико-химических процессов с выдачей рекомендаций, снижение удельного расхода кокса на 15,9% и увеличение использования природного газа на 46,4%.

№	Кейс / Компания	Краткое описание
4.13	Видеоконтроль коксовых печей (НЛМК)	Нейросети и камеры для автоматического обнаружения утечек газа на 500 дверях, точность 95%; время устранения газований сокращено в 3 раза, энергопотребление снижено на 13%.
4.14	Система контроля качества воздуха («Норникель», Мончегорск)	11 стационарных станций с фиксацией концентраций загрязнителей каждые 20 минут, данные доступны жителям; выбросы сокращены с 155 до 12,8 тыс. тонн за 2024 г.
4.15	Оптимизация ТЭС на ML (ГК «ИНФОПРО»)	Цифровой двойник станции с моделями машинного обучения для прогноза нагрузки и подбора оптимальных режимов, экономия топлива 0,5–0,7%, снижение выбросов на 2,5%.
4.16	Гибридные энергокомплексы (ПАО «РусГидро»)	Сочетание дизельных, солнечных/ветровых установок с системами накопления и интеллектуальным управлением для снижения расхода дизтоплива в удалённых районах.
4.17	Сервис ИИ-рекомендаций (НЛМК + «Инфосистемы джет»)	Предиктивные модели для оптимального распределения энергоресурсов на собственных электростанциях, минимизация затрат на энергоснабжение.
4.18	Перевод котельных на биотопливо (Архангельская и Нижегородская области)	Замена мазутных котельных на установки, работающие на древесной щепе и пеллетах (мощность 48 МВт в Нижегородской области), привлечение частных инвестиций. Снижение затрат на теплоснабжение на 15–20%.
4.19	Модернизация Братской ГЭС (En+ Group)	Замена всех 18 гидроагрегатов за 20 лет, повышение КПД до 96,5%, дополнительная выработка 2,5 млрд кВт·ч/год при том же объёме пропускаемой воды.

2.7 Формирование перечня основных стратегических и тактических условий (требований) к внешним и внутренним условиям и/или требований к социальной, политической, административной, экономической, экологической, технологической, коммерческой, рыночной, правовой и иной обстановке в России, обеспечивающих гарантированное развитие энергетики по выбранной теме в России в интервале 2026- 2035 (2050) гг.

Перечень основных параметров и показателей, демонстрирующих состояние развития топливной энергетики России в регионах на горизонт 2026–2035 гг., а также система тактических и стратегических требований к внутренней и внешней среде, которые гарантируют развитие по заданной теме (Таблица 4).

Таблица 7 – Стратегические и тактические условия развития

№	Наименование обстановок	Стратегические условия	Тактические требования
1.	Социальная	Подготовка квалифицированных кадров, Социальная приемлемость энергопроектов, Уровень жизни населения	Разработка программ переподготовки работников традиционных отраслей, Создание стимулов для привлечения молодежи в энергетический сектор, Реализация программ социальной поддержки регионов, зависимых от традиционной энергетики
2.	Политическая	Международное сотрудничество, Региональная интеграция	Разработка механизмов адаптации к санкционному давлению, Создание резервных каналов поставок оборудования и технологий, Усиление

№	Наименование обстановок	Стратегические условия	Тактические требования
			дипломатической работы по продвижению российских энергетических проектов
3.	Административная	Совершенствование нормативно-правовой базы, Координация между ведомствами, Цифровизация госуправления	Сокращение сроков получения разрешительной документации для энергопроектов, Создание «единого окна» для инвесторов в энергетике, Внедрение риск-ориентированного подхода в надзорной деятельности
4.	Экономическая	Макроэкономическая стабильность, Инвестиционная привлекательность, Ценовая конкурентоспособность	Разработка механизмов долгосрочного финансирования инфраструктурных проектов, Создание гарантий для частных инвесторов, Оптимизация налоговой нагрузки на энергетические компании, Развитие рынка зеленых облигаций и ESG-инструментов
5.	Экологическая	Соблюдение экологических стандартов, Развитие низкоуглеродных технологий, Сохранение биоразнообразия	Внедрение систем мониторинга воздействия на окружающую среду, Создание механизмов компенсации экологического ущерба, Развитие технологий улавливания и хранения углерода (CCS), Поэтапный вывод из эксплуатации наиболее загрязняющих объектов
6.	Технологическая	Технологический суверенитет, Цифровая трансформация, Инновационное развитие	Увеличение расходов на НИОКР в энергетическом секторе до 2-3% от выручки компаний, Создание центров компетенций по ключевым технологиям (водород, накопители энергии, smart grid), Защита интеллектуальной собственности российских разработчиков, Возобновляемые источники энергии, Технологии повышения энергоэффективности, Интеллектуальные энергетические сети
7.	Коммерческая и рыночная	Конкурентная среда, Прозрачность ценообразования, Развитие рыночных инструментов	Совершенствование оптового и розничного рынков электроэнергии и мощности, Развитие механизмов долгосрочных контрактов (PPA - Power Purchase Agreements), Создание биржевых площадок для торговли зелеными сертификатами, Развитие рынка услуг по управлению спросом (demand response)
8.	Правовая	Правовая определенность, Защита прав инвесторов, Соответствие международным	Принятие закона о водородной энергетике, Развитие законодательства в области распределенной генерации, Регулирование вопросов подключения микрогенерации к сетям, Установление правовых рамок для использования блокчейн-технологий в энергетике
9.	Внешняя	Диверсификация экспортных направлений, Технологическое сотрудничество, Участие в международных организациях	Развитие транспортных коридоров для экспорта энергоресурсов (включая СПГ, водород), Создание совместных предприятий с партнерами из Азии, Ближнего Востока, Африки, Участие в международных исследовательских проектах
10.	Внутренняя	Единство энергетического пространства, Сбалансированное региональное развитие, Надежность инфраструктуры	Разработка региональных энергетических программ, Создание резервных мощностей в изолированных энергорайонах, Внедрение систем предиктивного обслуживания оборудования

Для обеспечения эффективности реализации установленных требований (условий) необходимо создать систему мониторинга, включающую:

Ключевые показатели эффективности:

1. Доля ВИЭ в энергобалансе (целевое значение к 2035 г. – не менее 10-15%)
2. Уровень технологической независимости (доля отечественного оборудования – не менее 80%)

3. Энергоемкость ВВП (снижение на 30-40% к 2035 г.)
4. Углеродоемкость энергетики (снижение на 25-35% к 2035 г.
5. Уровень потерь в электрических сетях (снижение с 10% до 8%)
6. Индекс надежности электроснабжения (SAIDI < 2 часов/год)

Механизмы контроля:

1. Ежегодный аудит выполнения стратегических документов
2. Независимая экспертиза крупных энергопроектов
3. Публичная отчетность энергетических компаний
4. Гражданский мониторинг экологических показателей

Формирование комплекса стратегических и тактических требований к внешней и внутренней обстановке является необходимым условием для гарантированного развития энергетики России в период 2026-2035 (2050) годов.

Блок 3. Сценарный анализ развития энергетики

3.А Сценарный анализ развития энергетики: негативный/пессимистичный сценарий

3.1 Описание сценария:

К 2035 году российский ТЭК сталкивается с системным кризисом, вызванным сочетанием внешних ограничений, макроэкономической нестабильности и внутренних структурных проблем. Основной переход происходит от модели **«инвестиции в развитие»** к модели **«инвестиции в устойчивость»** (поддержание текущей добычи и безопасности). Это приводит к росту технологического отставания, падению добычи и росту рисков для энергобезопасности [43].

3.2 Макроэкономический фон

3.2.1 Цены на нефть, курс рубля

- **Нефть:** Снижение с $62/барр. в 2026 г. до минимума $52/барр. в 2031 г. (падение на 11-15%). Слабое восстановление до $55/барр. к 2035 г.
- **Курс:** Плавное ослабление рубля с 74 до 88 ₽/$ (ослабление на 19% за 9 лет) за счет сжатия импорта, капитальных ограничений, высокой ключевой ставки и продажи валюты из резервов.
- **Результат для ТЭК:** Рублевая цена барреля остается относительно стабильной (колеблется в районе 4 500-4 800 ₽), что не стимулирует рост бюджетных доходов, но и не вызывает резкого скачка инфляции из-за ослабления курса [25, 26].

Таблица 8 – Динамика цен на нефть и курса рубля (прогноз)

Год	Цена нефти, среднегод., $/барр.	Курс рубля, ₽/$
2026	62	74
2027	60	76
2028	57	78
2029	55	79
2030	54	81
2031	52	82
2035	55	88

3.2.2 Инфляция

- **Старт:** 14,5% в 2026 г.
- **Пик:** 17-18% в 2027-2028 гг. из-за исчерпания отложенного спроса, индексации тарифов и падения нефтегазовых доходов.
- **Стабилизация:** На уровне 10-12% после 2030 г. в условиях «новой нормальности».
- **Последствия:** Высокая инфляция действует как системный налог, повышая стоимость CAPEX на 5-10% быстрее общей инфляции, сжимая оборотный капитал и делая

долгосрочные проекты экономически нецелесообразными из-за высокой стоимости капитала (ключевая ставка 16-18%).

Таблица 9 – Прогноз инфляции

Год	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2035
Инфляция, %	14.5	17	18	16	14	12	11

3.2.3 Инвестиции в ТЭК

- **Механика:** Сокращение доступного инвестиционного ресурса при росте стоимости проектов. Инвестиции смещаются от развития к поддержанию текущих мощностей.
- **Динамика:** Наиболее существенное падение в 2027-2030 гг., затем стабилизация на низком уровне.
- **Результат к 2035 году:** Формирование структурного инвестиционного дефицита, замедление обновления фондов, рост отложенного спроса на оборудование[37].

Таблица 10 – Инвестиционная динамика

Период	Характеристика
2026	Начало сокращения ресурса
2027–2028	Пик давления (дорогой капитал, слабая конъюнктура)
2029–2030	Минимальный уровень инвестиций
2031–2035	Стабилизация на низком уровне (поддержание активов)

3.3 Технологии и цифровая инфраструктура

3.3.1 Доступ к ПО и развитие отечественного ПО

- **Текущая ситуация:** Доступ к обновлениям и поддержке всех ведущих зарубежных ERP, MES, SCADA и гидродинамических симуляторов полностью прекращен.
- **Аналоги:** Используются российские решения (1С:ERP, tNavigator и др.), которые часто уступают в функциональности, стабильности и интеграции.
- **Перспектива:** Доля отечественного ПО в ТЭК вырастет с 30% (2026) до 35% (2035). Доступность легального и безопасного зарубежного ПО снизится с 40% (2026) до менее 10% к 2030 г.
- **Последствия:** Деградация систем мониторинга, предиктивной аналитики и промышленной безопасности. Переход на ручной сбор данных, недоверие к прогнозам, возврат к планово-предупредительным ремонтам.

Таблица 11 – Ключевые риски деградации цифровых систем

Система	Основной риск
Мониторинг	Рост "слепых зон", потеря покрытия, проблемы совместимости новых датчиков со старыми системами.
Предиктивная аналитика	Невозможность построения точных моделей, недоверие к прогнозам, возврат к ручным методам.
Кибербезопасность	Рост уязвимостей из-за использования устаревшего ПО без поддержки.

3.3.2 Цифровая инфраструктура

- **Проблемы:** Фрагментация решений, нестабильность при нагрузках, острый дефицит кадров (инженеры, Data Science). Низкая зрелость отечественного ПО.
- **Риски:** Некорректные данные, ложные сигналы, несовместимость при импортозамещении, человеческий фактор (дефицит кадров).
- **Управляемость:** Сложность интеграции с legacy-системами, создание «информационных островов», зависимость от зрелости экосистемы вендора.

3.4 Господдержка и внешние ограничения

3.4.1 Углеродное регулирование

- **В мире (внешние требования):** Ужесточение. В 2026 г. действует 87 инструментов ценообразования, охватывающих >29% выбросов. CBAM ЕС действует в полную силу.
- **В России:** Базовая правовая инфраструктура (296-ФЗ) есть, но нет сильного внутреннего ценового сигнала для декарбонизации. Экономический эффект от снижения выбросов не монетизируется.
- **Результат:** «Углеродные ножницы» — внешние требования растут, а внутренний стимул для модернизации слаб. Проекты с длинной окупаемостью переносятся за 2035 год.
- **3.4.2 Господдержка и недружественные страны**
- **Господдержка:** Реальный ресурс господдержки проектов развития снижается с 100% (2026) до 60% (2035) из-за дефицита бюджета и высокой инфляции. Приоритет смещается на поддержание надежности и безопасности, а не на технологическое развитие.
- **Структура поддержки:** Доля финансирования на технологическое развитие и инновации падает с 35% (2026) до 17% (2035) [39].

Таблица 12 – Изменение структуры господдержки

Направление	2026	2035
Надёжность и безопасность	35%	55%
Поддержание мощностей	20%	25%
Технологическое развитие	20%	12%

Направление	2026	2035
Цифровизация и инновации	15%	5%
Низкоуглеродные проекты	10%	3%

- **Внешние ограничения:** Сохраняются и расширяются санкции (20-й, 21-й пакеты ЕС) на энергетику, финансы, логистику. Экспорт переориентируется, но с ростом издержек. В результате формируются «инвестиционные ножницы»: доходы падают, а затраты на логистику, оборудование и финансирование растут.

3.5 Энергостратегия-2050

- **Целевой сценарий (ЭС-2050) vs Реальность (Негативный сценарий):** Амбициозные планы по росту добычи (511 млн т в 2025 г.) не достигаются. Истощение традиционных месторождений, санкции на технологии и оборудование, несовершенство налоговой системы ведут к падению добычи до 450–477 млн тонн к 2035 г.
- **Инвестиции:** План в 1,28-1,52 трлн долл. на 2026-2035 гг. не имеет достаточных условий для реализации. Реальные вложения будут значительно ниже из-за низкой рентабельности проектов и санкционного давления.
- **Технологии:** Зависимость от импорта по критическим позициям (буровое оборудование, ПО) >90%, что делает освоение ТРИЗ и шельфа крайне уязвимым.

Таблица 13 – Сравнение целевых и фактических показателей (Добыча нефти)

Показатель	2026	2030	2035
Целевой план (ЭС-2050)	~520	~525	~540
Негативный сценарий	~500	~475	~460

3.6 Инвестиции в цифровизацию

- **Динамика:** Инвестиции в цифровизацию — одна из наиболее гибких статей CAPEX. Индекс цифровых инвестиций (2026 = 100) снижается до 65 к 2030 году и стагнирует на этом уровне до 2035 года.
- **Структура расходов:**
  - **Обязательные (70% к 2035 г.):** Безопасность, регуляторные требования, поддержка критической ИТ-инфраструктуры, импортозамещение ПО.
  - **Перспективные (30% к 2035 г.):** Цифровые двойники, ИИ, продвинутая аналитика, роботизация — проекты с длинной окупаемостью откладываются.
- **Последствия:** К 2035 году возникает структурный разрыв между текущим уровнем цифровой зрелости и потенциальной траекторией развития. Бизнес поддерживает существующую инфраструктуру, но не инвестирует в будущие инновационные решения.

3.7 Искусственный интеллект в ТЭК

- **Траектория:** Активное развитие ИИ в 2023-2025 гг. сменяется обвалом после 2027 г. из-за отсутствия доступа к зарубежным платформам и чипам, незрелости отечественных аналогов и дефицита кадров.

- **Экономика:** Обучение даже средних моделей становится нерентабельным. Около 60% пилотных проектов признаются экономически неэффективными к 2030 г.
- **Результат к 2035 г.:** Количество активных ИИ-проектов падает до минимума. Сохраняются лишь простые вспомогательные инструменты (видеонаблюдение, автоматическая отчетность, устаревшие модели предиктивной аналитики). Доля ИИ в управлении ТЭК составляет <1-2%. Происходит возврат к ручному управлению, что ведет к росту аварийности и операционных затрат.

3.8 Кадровый дефицит

- **Масштаб:** В ТЭК занято ~2,7 млн человек. К 2035 году средний возраст работников достигнет 47-48 лет. Доля молодых специалистов до 35 лет сократилась с 30% (2019) до 22% (2025). Отрасль к 2029 году должна восполнить порядка 300 тыс. работников.
- **Причины:**
  - Падение престижа отрасли.
  - Неконкурентный уровень зарплат.
  - Демографическая яма 1990-х.
  - Отток в смежные отрасли (IT, финтех).
  - Региональный дисбаланс.
- **Последствия:** Нарушение передачи опыта, снижение качества и производительности труда, прямые риски для энергетической безопасности из-за ошибок персонала, торможение инновационного потенциала [41].

3.9 Сводный итог сценария к 2035 году

Сочетание макроэкономических, технологических, регуляторных и кадровых ограничений приводит к следующим системным результатам:

Таблица 14 – Итоговая таблица

Сфера	Итоговое состояние
Добыча	Падение до 450-477 млн т нефти в год (ниже ЭС-2050).
Инвестиции	Структурный дефицит. Переход от модели «развития» к модели «устойчивости».
Технологии	Консервация технологического отставания. Отложенный спрос на новое оборудование и ПО.
Цифровизация	Снижение инвестиций на 35% к 2030 г. Поддержка существующей ИТ-инфраструктуры, сворачивание перспективных проектов.
ИИ	Почти полное отсутствие внедрений. Аналитика и управление на уровне простых алгоритмов и ручного труда.
Углеродный след	Растущий разрыв между внешними требованиями и внутренней экономикой.

Сфера	Итоговое состояние
Кадры	Критический дефицит, старение персонала, потеря компетенций, риски для безопасности.

3Б. сценарный анализ развития энергетики: консервативный/базовый сценарий

3.1 Общая характеристика сценария

Базовый сценарий описывает развитие энергетики России до 2035 года в режиме управляемой инерции. Он предполагает сохранение работоспособности и управляемости ТЭК при ограниченном темпе технологического обновления. В отрасли сохраняются действующие программы модернизации, импортозамещения, газификации и цифровизации; внедряются отдельные новые решения, но изменения идут точечно: через отдельные программы, корпоративные проекты и региональные инициативы. Единой системы, которая связывает государство, компании, регионы, технологических поставщиков, образовательные организации и общество, в этом варианте не складывается.

Главное отличие базового сценария от двух крайних вариантов состоит в уровне согласованности действий. В негативном сценарии развитие и коммуникация между участниками почти отсутствуют. В инновационном сценарии появляется единая стратегия, где технологии, инвестиции, кадры и регулирование работают в одном контуре. Базовый сценарий находится между ними: отдельные работы идут, но они не дают полного системного эффекта.

В этом варианте сохраняются действующие стратегические документы и основные программы развития ТЭК. Продолжаются газификация, модернизация генерирующих мощностей, цифровизация, импортозамещение и подготовка кадров. Но темпы различаются по регионам и компаниям. Крупные игроки внедряют отечественное программное обеспечение, цифровой мониторинг, предиктивную аналитику и искусственный интеллект активнее, прежде всего на объектах с высокой стоимостью простоя. Малые компании, коммунальный сектор и часть удалённых территорий внедряют такие решения ограниченно из-за стоимости, кадрового дефицита и слабой совместимости инфраструктуры.

Макроэкономическая среда в базовом сценарии занимает промежуточное положение между стрессовой и инновационной траекториями. Нефтяная цена к 2035 году оценивается на уровне 70-72 долл./барр., рубль остаётся слабее, чем в инновационном варианте, а стоимость капитала снижается неполностью. Для сценария принимается цена нефти около 70-72 долл./барр. к 2035 году, курс около 95 руб./долл., инфляция 6-8% и ключевая ставка 10-12%. При таких макроэкономических условиях инвестиционная активность сохраняется, однако высокая стоимость капитала ограничивает долгосрочные проекты с длительным сроком окупаемости.

Короткая формула базового сценария: точечные работы без единой системы. Энергетика сохраняет устойчивость, внутренний спрос обеспечивается, часть технологий внедряется, но эффект распределён неравномерно. К 2035 году в отрасли возрастает доля отечественного программного обеспечения, цифрового мониторинга и отдельных решений на основе искусственного интеллекта, однако внедрение остаётся неравномерным и не формирует единой цифровой архитектуры.

Таблица 15 - Логика различия сценариев по уровню координации участников

Сценарий	Состояние координации	Характер действий	Системный результат
Негативный	Коммуникация между участниками слабая или отсутствует	Поддержание текущей работоспособности	Рост отставания, перенос части проектов за 2035 год

Базовый	Есть отдельные связи, но нет единой системы	Точечная модернизация и выборочные проекты	Частичный эффект, который плохо масштабируется
Инновационный	Действует единая стратегия и общий контур управления	Согласованная модернизация, цифровизация, кадры и регулирование	Системный рост эффективности и технологической независимости

3.2 Ключевые внешние и внутренние факторы

Базовый сценарий строится на сочетании внешних и внутренних факторов. Внешняя среда остаётся сложной: санкционные ограничения не исчезают, доступ к западным технологиям ограничен, а международное углеродное регулирование усиливает требования к данным о выбросах. При этом сохраняются каналы сотрудничества с дружественными странами, прежде всего в азиатском направлении.

В отличие от негативного сценария, в базовом варианте сохраняются основные инвестиционные и инфраструктурные программы, включая модернизацию действующих мощностей, газификацию и импортозамещение критичных систем. При этом инфляция остаётся выше целевого уровня, а ключевая ставка к 2035 году снижается только до 10-12%. Компании продолжают жёстко отбирать проекты: в приоритете безопасность, надёжность, замена критичных систем, модернизация действующих мощностей и проекты с подтверждённым экономическим эффектом и приемлемым сроком возврата вложений.

Технологическая часть сценария развивается неравномерно. Отечественное программное обеспечение и оборудование внедряются прежде всего на критически важных объектах. Цифровая инфраструктура растёт через отдельные контуры мониторинга, предиктивной диагностики и промышленного интернета вещей. Искусственный интеллект применяется в бизнес-процессах и диагностике, но в технологически критичных режимах человек сохраняет контроль за принятием решений.

Отдельное значение имеет углеродное регулирование. В России развивается учёт выбросов и климатических проектов, но внутренний ценовой стимул к резкому снижению выбросов остаётся умеренным. При этом внешние рынки двигаются быстрее: Всемирный банк фиксирует 87 инструментов прямого углеродного ценообразования в 2026 году, которые охватывают чуть более 29% мировых выбросов [47]. В ЕС с 2026 года действует полноценный режим трансграничного углеродного регулирования для ряда углеродоёмких товаров [48].

Таблица 16 - Оценка сценарных факторов в базовом сценарии

№	Группа факторов	Ключевые условия	Значение для базового сценария
1	Макроэкономика	Умеренный рост ВВП, снижение инфляции, постепенное снижение ключевой ставки, умеренное ослабление рубля	Инвестиции возобновляются, но проекты проходят жёсткий отбор по окупаемости и значимости для надёжности
2	Инвестиции в ТЭК	Сохраняются программы модернизации, газификации, импортозамещения и ремонта фондов	Отрасль не останавливает развитие, но большая часть средств идёт в действующие активы и проекты с подтверждённым экономическим эффектом
3	Доступ к зарубежным технологиям	Доступ к западным технологиям ограничен, но остаётся кооперация с дружественными странами	Полного технологического разрыва нет, но стоимость и сроки внедрения сложных решений растут

4	Отечественное ПО и оборудование	Переход на российские решения продолжается, особенно на критически важных объектах	Базовые контуры закрываются быстрее, сложные промышленные системы остаются смешанными
5	Цифровая инфраструктура	Развиваются мониторинг, промышленный интернет вещей, цифровые двойники и предиктивная аналитика	Эффект появляется на отдельных объектах, но единая цифровая архитектура отрасли не формируется
6	Международная среда	Экспорт смещается в сторону АТР и других дружественных рынков, требования к углеродному следу растут	ТЭК сохраняет внешние рынки, но сталкивается с более дорогой логистикой и более строгой отчётностью
7	Кадры	Сохраняется дефицит инженеров, специалистов по информационным технологиям и работников для новых энергетических систем	Кадровые программы реализуются, но не полностью закрывают потребность отрасли
8	Государственная политика	Энергостратегия, цифровая трансформация, газификация и технологический суверенитет остаются рамкой развития	Государство задаёт ориентиры, но связь между программами остаётся неполной
9	Политика компаний	Компании ведут модернизацию, цифровизацию и импортозамещение выборочно	Главный критерий выбора проектов - надёжность, экономия затрат и понятный срок возврата вложений

3.3 Прогноз ключевых параметров развития отрасли

Прогноз ключевых параметров базового сценария построен по двум уровням. Первый уровень - официальные реперные значения, которые содержатся в документах Банка России, Минэкономразвития, Энергетической стратегии и Генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики. Второй уровень - прогнозные оценки для тех показателей, по которым нет открытого официального ряда до 2035 года или показатель описывает качество развития, например цифровое покрытие объектов, применение искусственного интеллекта в технологическом управлении или долю отечественного программного обеспечения в критичных контурах.

Такое разделение разграничивает источники данных. Официальные ориентиры используются там, где они закреплены в стратегических и прогнозных документах. Для показателей без открытого ряда до 2035 года применяются прогнозные оценки, отражающие логику базового сценария.

В части электроэнергетики Генеральная схема до 2042 года используется как инфраструктурный ориентир, но базовый сценарий не предполагает ускоренного роста промышленности и полной реализации инновационного потенциала. Поэтому фактическое потребление электроэнергии оценивается ниже инновационной траектории: около 1260-1270 млрд кВт·ч к 2030 году и 1270-1280 млрд кВт·ч к 2035 году. Максимум потребления мощности к 2035 году находится в диапазоне 185-190 ГВт [44].

По газовой отрасли базовый ориентир связан с Энергетической стратегией до 2050 года. В ней предусмотрен рост уровня газификации населения с 73,8% в 2023 году до 82,9% в 2030 году и 84% в 2036 году, а производство сжиженного природного газа в целевом контуре должно достигать 90-105 млн тонн в 2030 году и 110-130 млн тонн в 2036 году [45]. В базовом сценарии эти значения рассматриваются как верхняя рамка. С учётом ограничений по оборудованию, логистике и финансированию к 2035 году принимается газификация 80-82% и производство сжиженного природного газа 75-90 млн тонн.

По добыче нефти базовый сценарий отделён от целевого сценария Энергетической стратегии. Целевой уровень не менее 540 млн тонн в год достижим при масштабном вовлечении

трудноизвлекаемых запасов, новых регионов добычи и технологических решений [45]. Базовый сценарий сохраняет действующие проекты и выборочную модернизацию, но не даёт такого полного контура мер. Поэтому к 2035 году добыча нефти оценивается в диапазоне 470-490 млн тонн в год.

По добыче газа базовый сценарий также занимает промежуточное положение. Внутренний спрос и экспортные направления сохраняют значение для газовой отрасли, однако ограничения по инвестициям, технологиям и логистике не позволяют выйти на инновационную траекторию добычи. Поэтому к 2035 году добыча газа оценивается в диапазоне 720-780 млрд куб. м. Это выше кризисной траектории, но заметно ниже инновационного диапазона 860-1000 млрд куб. м.

По цифровизации опорой служит обновлённое стратегическое направление цифровой трансформации ТЭК до 2036 года. Его цель - высокий уровень цифровой зрелости основных участников ТЭК, переход на новые управленческий и технологический уровни, применение общих информационных моделей, сквозных цифровых технологий и платформенных решений [46]. В базовом сценарии эта цель реализуется частично: цифровые решения внедряются, но остаются разрозненными.

По искусственному интеллекту в базовом сценарии разделяются два уровня внедрения. Первый - применение искусственного интеллекта в отдельных процессах: диагностике, ремонтах, документообороте и промышленной безопасности. Здесь к 2035 году ожидается охват 60-70% организаций ТЭК. Второй уровень - участие искусственного интеллекта в технологическом управлении и критичных решениях. Для него принимается более осторожная оценка 15-25%, поскольку человек остаётся в контуре принятия решений.

Таблица 17 - Оценка ключевых показателей базового сценария развития энергетики до 2035 года

№	Показатель	База 2025/2026	Ориентир 2030	Ориентир 2035
1	Рост ВВП РФ	0,4% в 2026 г.	1,5-2,5%	1,5-2,0%
2	Инфляция	4,0-5,0% в 2026 г. по базовой рамке	5,5-6,5%	6,0-8,0%
3	Ключевая ставка	13,0-15,0% в 2026 г.	13,0-14,0%	13,0-14,0%
4	Цена нефти	около 68 долл./барр.	около 70 долл./барр.	около 72 долл./барр.
5	Курс рубля	81,5 руб./долл. в 2026 г.	90-93 руб./долл.	около 95 руб./долл.
6	Инвестиции в ТЭК	индекс 2026 = 100	103-108	105-115
7	Потребление электроэнергии	1237,1 млрд кВт·ч в 2025 г.	1260-1270 млрд кВт·ч	1270-1280 млрд кВт·ч
8	Максимум потребления мощности	около 178,2 ГВт в 2025 г.	182-186 ГВт	185-190 ГВт
9	Установленная мощность электростанций	270,3 ГВт на 1 января 2026 г.	278-285 ГВт	280-290 ГВт
10	Установленная мощность ВИЭ	8,9 ГВт по итогам 2025 г.	10-11 ГВт	11-13 ГВт
11	Уровень газификации населения	73,8% в 2023 г.	78-80%	80-82%
12	Добыча газа	около 663-690 млрд куб. м в 2025-2026 гг.	700-740 млрд куб. м	720-780 млрд куб. м
13	Производство сжиженного природного газа	около 33-35 млн т в 2023-2024 гг.	65-75 млн т	75-90 млн т
14	Добыча нефти	около 511 млн т в 2025 г.	480-490 млн т	470-490 млн т

№	Показатель	База 2025/2026	Ориентир 2030	Ориентир 2035
15	Доля отечественного ПО в критичных контурах ТЭК	около 45% в 2025 г.	около 59%	около 66%
16	Доля организаций ТЭК, применяющих ИИ в отдельных процессах	58% в 2024 г.	60-65%	60-70%
17	ИИ в технологическом управлении и критичных решениях	единый официальный ряд отсутствует	10-15%	15-25%
18	Доля энергообъектов с развитым цифровым мониторингом	сценарная база 35-40%	45-55%	55-65%
19	Выбросы CO_2 на крупных производствах	100% к уровню 2025 г.	около 98%	около 96%
20	Кадровая обеспеченность ТЭК	дефицит цифровых компетенций около 30 тыс. чел.	около 35 тыс. чел.	около 42 тыс. чел.
21	Доля предприятий с цифровыми двойниками энергооборудования	около 12% в 2025 г.	около 19%	около 33%
22	Доля АИИС КУЭ, интегрированных с управлением спросом	около 35% в 2025 г.	около 44%	около 54%
23	Капитальные затраты на цифровизацию	около 50 млрд руб./год	около 59 млрд руб./год	около 66 млрд руб./год
24	Снижение удельного энергопотребления за счёт цифровых решений	база 2025 г.	минус 6%	минус 9%

Для сопоставления добычи нефти используются три контрольные точки: 2026, 2030 и 2035 годы. Они показывают, что базовый вариант удерживает добычу выше кризисной траектории, но остаётся ниже целевого контура Энергетической стратегии.

Таблица 18 – Сопоставление целевого ориентира ЭС-2050 и базового сценария по добыче нефти

Год	Целевой ориентир ЭС-2050, млн т	Базовый сценарий, млн т
2026	520	511
2030	525	485
2035	540	480

Таблица 19 – Контрольная синхронизация ключевых показателей между сценариями

№	Показатель на 2035 год	Негативный сценарий	Базовый сценарий	Инновационный сценарий
1	Добыча нефти, млн т	450-477	470-490	490-555
2	Добыча газа, млрд куб. м	650-700	720-780	860-1000
3	Производство сжиженного природного газа, млн т	60-80	75-90	100
4	Газификация населения	78-80%	80-82%	82,9%
5	Курс рубля, руб./долл.	115-125	около 95	85-90
6	Цена нефти, долл./барр.	45-55	около 72	около 90
7	Потребление электроэнергии, млрд кВт·ч	1200-1250	1270-1280	около 1300
8	Инвестиции в ТЭК, индекс 2026 = 100	65-75	105-115	145-170
9	Доля отечественного ПО в критичных контурах	около 35%	около 66%	85% и выше
10	Доля организаций ТЭК, применяющих ИИ	30-40%	60-70%	85% и выше
11	ИИ в технологическом управлении	менее 1-2%	15-25%	около 85%
12	Цифровой мониторинг энергообъектов	35-45%	55-65%	80-90%
13	Доля предприятий с цифровыми двойниками энергооборудования	около 18%	около 33%	60% и выше
14	Доля АИИС КУЭ, интегрированных с управлением спросом	около 42%	около 54%	около 90%
15	Установленная мощность ВИЭ, ГВт	низкий прирост	11-13	17
16	Снижение удельного энергопотребления за счёт цифровых решений	минус 3%	минус 9%	минус 18%

Сопоставление ключевых показателей показывает промежуточное положение базового сценария между негативным и инновационным вариантами. Базовый сценарий не предполагает кризисного сжатия отрасли, но и не выводит ТЭК на траекторию технологического рывка. Ограниченный рост сохраняется: инвестиции в ТЭК к 2035 году увеличиваются до 105-115% к уровню 2026 года, цифровой мониторинг охватывает 55-65% энергообъектов, а доля отечественного программного обеспечения в критичных контурах достигает около 66% за счёт действующих программ, выборочной модернизации и постепенного импортозамещения. При этом цифровизация, развитие отечественного программного обеспечения и внедрение искусственного интеллекта остаются неравномерными, поэтому часть эффекта теряется на уровне межотраслевой и региональной координации.

3.4 Рекомендации по формированию государственной энергетической политики и политики компаний отрасли в базовом сценарии

В базовом сценарии нельзя исходить из того, что к 2035 году будет автоматически сформирована единая система управления развитием ТЭК. Ключевая рекомендация состоит в

создании минимального координационного контура, который свяжет стратегические ориентиры, региональные программы, корпоративные инвестиции, кадровые меры и цифровые решения.

Такой контур может быть довольно простым: единый перечень ключевых показателей, общие требования к данным, понятные критерии отбора проектов, регулярный мониторинг выполнения и согласование федеральных, региональных и корпоративных планов. Это позволит снизить риск разрозненного внедрения решений и повысить масштабируемость результатов.

Таблица 20 – Рекомендации по государственной политике и политике компаний отрасли в базовом сценарии

№	Направление	Рекомендации по государственной политике	Рекомендации компаниям ТЭК	Ожидаемый эффект
1	Макроэкономика и инвестиции	Сохранить льготные механизмы для инфраструктурных, импортозамещающих и критически важных проектов. Не распылять поддержку на проекты без понятного эффекта.	Разделить инвестиционный портфель на обязательные проекты, окупаемые проекты и отложенные проекты развития.	Сохранение инвестиционной устойчивости без ухода в режим простого латания проблем.
2	Энергетическая стратегия	Увязать Энергостратегию-2050 с региональными программами, схемами теплоснабжения, газификацией и цифровизацией.	Согласовывать корпоративные программы с региональными энергетическими балансами и планами развития инфраструктуры.	Переход от разрозненных мер к минимально согласованной системе.
3	Газификация и региональная поддержка	Продолжить экономически обоснованную газификацию там, где она снижает тарифную и экологическую нагрузку.	Развивать перевод котельных и промышленных объектов на газ только при подтверждённой экономике проекта.	Снижение затрат и выбросов без принудительного вытеснения других видов топлива.
4	Отечественное ПО и оборудование	Поддерживать центры компетенций, единые требования к совместимости и переход на российские решения на критической инфраструктуре.	Сначала переводить критичные контуры, затем вспомогательные системы. Не ломать работающие процессы ради формального процента импортозамещения.	Снижение технологической зависимости при управляемом риске внедрения.
5	Цифровая инфраструктура	Ввести единые требования к данным, совместимости, кибербезопасности и обмену информацией.	Развивать мониторинг, промышленный интернет вещей и аналитику на наиболее аварийно значимых объектах.	Меньше цифровых островов, выше управляемость активов.
6	Искусственный интеллект и предиктивная аналитика	Поддерживать отраслевые полигоны, методики проверки моделей и правила применения искусственного интеллекта на объектах ТЭК.	Использовать искусственный интеллект в диагностике, ремонтах, промышленной безопасности и документообороте. Человека оставлять в контуре решений.	Рост эффективности без передачи критических решений незрелым алгоритмам.
7	Декарбонизация	Развивать учёт выбросов, климатические проекты и отчётность без резкого роста нагрузки на бизнес.	Начинать с энергоэффективности, модернизации ТЭС, утилизации попутного газа и проверяемой отчётности по выбросам.	Снижение экспортных рисков и подготовка к внешнему углеродному регулированию.

№	Направление	Рекомендации по государственной политике	Рекомендации компаниям ТЭК	Ожидаемый эффект
8	Кадры	Расширить целевой набор, энергоклассы, прикладные магистратуры, программы среднего профессионального образования и инженерные смены.	Развивать наставничество, оплачиваемые стажировки, корпоративные кафедры и удержание молодых специалистов в регионах.	Частичное снижение кадрового дефицита и рост привлекательности отрасли.

3.5 Риски сценария

Базовый сценарий не является безопасным по умолчанию. Его главная уязвимость состоит в том, что точечные работы могут давать локальный результат, но не складываться в общий отраслевой эффект. Если газификация, цифровизация, импортозамещение, подготовка кадров и модернизация будут идти параллельно, но без координации, отрасль сохранит управляемость, однако будет накапливать технологический и инфраструктурный разрыв.

Первый риск - инвестиционная инерция. Даже при снижении ключевой ставки компании не начнут автоматически финансировать все долгосрочные проекты. Денег будет хватать прежде всего на ремонты, безопасность, поддержание добычи, замену критичного программного обеспечения и проекты с быстрым эффектом.

Второй риск - технологическая фрагментация. Правительство ставит задачу высокого уровня цифровой зрелости ТЭК и применения общих информационных моделей [45]. Но в базовом сценарии эта архитектура складывается неполностью. Крупные компании создают собственные цифровые контуры, а малые участники и региональная энергетика остаются в режиме частичной автоматизации.

Третий риск - кадры. Отрасли нужны не просто работники, а люди на стыке энергетики, промышленной автоматизации, кибербезопасности, анализа данных и эксплуатации сложного оборудования. Если подготовка кадров будет развиваться медленнее технологий, цифровые решения останутся в статусе пилотов или будут работать ниже своих возможностей.

Четвёртый риск - внешнее углеродное давление. Российское регулирование может оставаться мягким, но внешние рынки требуют всё более точного подтверждения углеродного следа. Для экспортёров это превращает отчётность по выбросам в практический вопрос доступа к рынкам, а не только в экологическую тему.

Таблица 21 – Основные риски базового сценария

№	Риск	Вероятность	Воздействие	Признак раннего предупреждения	Мера снижения риска
1	Распыление инвестиций между несвязанными проектами	Высокая	Высокое	Много пилотов, мало масштабирования	Единый перечень приоритетных проектов и понятные критерии отбора
2	Задержка импортозамещения сложного промышленного ПО	Средняя	Высокое	Смешанные и плохо совместимые цифровые контуры	Единые требования к совместимости, данным и технической поддержке
3	Кадровый дефицит в инженерном и цифровом сегменте	Высокая	Высокое	Рост вакансий, текучесть, перегрузка опытных специалистов	Целевое обучение, наставничество, корпоративные кафедры, удержание молодых специалистов
4	Фрагментация цифровой инфраструктуры	Высокая	Среднее	Корпоративные цифровые острова без обмена данными	Общие информационные модели и единые стандарты обмена
5	Усиление внешнего углеродного регулирования	Средняя	Среднее/высокое для экспортёров	Рост требований к подтверждению выбросов	Проверяемая углеродная отчётность и климатические проекты

№	Риск	Вероятность	Воздействие	Признак раннего предупреждения	Мера снижения риска
6	Региональное неравенство внедрения технологий	Высокая	Среднее	Разрыв между крупными компаниями и коммунальным сектором	Адресная поддержка регионов и типовые решения для малой энергетики
7	Недостаточное доверие общества к новым проектам ТЭК	Средняя	Среднее	Конфликты вокруг инфраструктурных и экологических проектов	Открытая отчётность, общественные обсуждения, понятный региональный эффект

3.6 Выводы по сценарию

Базовый сценарий является наиболее вероятной траекторией развития энергетики России до 2035 года. Он не требует ни резкого снятия внешних ограничений, ни полного технологического прорыва, ни отказа от действующих стратегических направлений. Его логика близка к тому, что уже происходит: государство сохраняет стратегические ориентиры, компании выбирают экономически обоснованные проекты, а регионы решают задачи надёжности, газификации и модернизации инфраструктуры.

К 2035 году в этом сценарии энергетика сохраняет способность обеспечивать внутренний спрос, но не выходит на показатели инновационного варианта. Потребление электроэнергии достигает 1270-1280 млрд кВт·ч, максимум потребления мощности находится в диапазоне 185-190 ГВт, газификация населения оценивается в 80-82%, установленная мощность ВИЭ достигает 11-13 ГВт, добыча нефти удерживается в диапазоне 470-490 млн тонн, добыча газа - в диапазоне 720-780 млрд куб. м, а цифровой мониторинг и отечественное программное обеспечение развиваются неравномерно.

При этом базовый сценарий нельзя считать сильным вариантом развития. Его слабое место - отсутствие единой системы координации. Точечная модернизация закрывает отдельные проблемы, но плохо решает задачи обмена данными, подготовки кадров, технологического суверенитета, межотраслевой кооперации и выравнивания регионов. Часть потенциального эффекта снижается из-за различий в ведомственных приоритетах, несовместимости данных, разной скорости внедрения цифровых решений и слабой связи между федеральными, региональными и корпоративными программами.

Если инвестиционный индекс снизится ниже уровня 2026 года, импортозамещение сложного промышленного программного обеспечения задержится, а дефицит цифровых компетенций будет расти, базовый сценарий может приблизиться к негативной траектории. Если же государственная политика, корпоративные инвестиции, цифровизация, подготовка кадров и региональные программы будут синхронизированы по единому набору показателей, требованиям к данным и критериям отбора проектов, базовый сценарий может стать переходной ступенью к инновационному варианту.

Итоговая формула сценария проста: базовый сценарий характеризуется сохранением устойчивости ТЭК при ограниченном уровне координации инвестиционных, технологических, кадровых и региональных мер. Он позволяет обеспечить внутренний спрос и избежать кризисного снижения ключевых показателей, однако не обеспечивает перехода к системной технологической модернизации, предусмотренной инновационным сценарием.

3.1В Инновационный сценарий

3.1.1 Общая характеристика сценария

Реализация инновационного сценария развития энергетики до 2035 г. опирается на стабильную динамику изменения следующих ключевых прогнозных показателей:

1. Макроэкономические параметры:

1.1. Сценарий предусматривает выход роста ВВП на уровень 4% в год [26], с фиксацией ключевой ставки на уровне ≤10% к 2035 г. [27], что способствует развитию корпоративного

долгового рынка через доступность долгосрочного кредитования. Инфляция стабилизируется на уровне 7-10%.

1.2. Цена на российскую нефть устанавливается на уровне 90$/барр., курс рубля в диапазоне 85-90 рублей за доллар [26], что способствует пополнению бюджета за счет налогообложения экспортноориентированных компаний.

1.3. Развитие промышленности стимулирует рост электропотребления на уровне 1,6-1,8% [28, 31] в год с достижением уровня совокупного спроса на электроэнергию в ЕЭС России к 2035 г. – 1300 млрд кВт·ч.

1.4. Смягчение геополитической обстановки способствует переходу экономики России от выпуска военной продукции к продукции с высокой добавленной стоимостью, что увеличивает развитие промышленности за счет нормализации спроса на внутреннем рынке.

2. Технологические параметры:

2.1. Доля отечественного ПО в отраслях ТЭК (включая АСДУ и АСУ ТП) возрастает с 45% в 2025 г. до не менее 85% к 2035 г. [32], а общий уровень технологической независимости ТЭК достигает не менее 90% к 2035 г., что обеспечивает достижение технологического суверенитета ТЭК.

2.2. Переход от сырьевого экспорта к производству продукции с высокой добавленной стоимостью. Глубина переработки нефти достигает 90%, а соотношение вторичной и первичной переработки вырастает с 0,97 (уровень 2018 г.) до не менее 1,2 к 2035 г.

2.3. Доля предприятий, использующих ИИ в процессах управления, увеличивается до 85%, а доля предприятий, использующий цифровые двойники оборудования, достигнет не менее 60% к 2035 г., что позволит повысить качество предиктивной аналитики.

2.4. Удельное энергопотребление промышленности за счет цифровых решений к 2035 г. снижается ~18% относительно 2025 г., а энергоемкость – на 15%. Объем управляемой гибкости промышленного потребления возрастает с менее 0,1 ГВт в 2025 г. до 2,0-2,5 ГВт в 2035 г., а доля АИИС КУЭ, интегрированных с системами управления спросом, достигает около 90%, что повышает гибкость энергосистемы и эффективность использования энергетических ресурсов.

2.5. Установленная мощность ВИЭ увеличится со стартовых 6,6 ГВт до 17 ГВт к 2035 г. (прирост порядка 10,5 ГВт) [28];

2.6. Для надежности электроснабжения потребителей произойдет наращивание установленной мощности электростанций с 270,3 ГВт до 331,2 ГВт к 2035 г. [31], что потребует притока инвестиций в новое строительство и модернизацию генерирующего фонда на уровне 1,2-1,5 трлн рублей в год к 2035 г. при общем объеме инвестиций в ТЭК порядка 7,2 трлн рублей.

3. Правовая среда и международные отношения:

3.1. Сценарий отличается высоким уровнем государственной поддержки, которая на ранних этапах проектов составляет до 30-40% в структуре финансирования.

3.2. Формируются жесткие экономические ограничения, подталкивающие к декарбонизации: стоимость углеродных единиц к 2035 г. достигает 2500-3000 рублей за тонну CO_2. Законодательно закрепляется статус национальных «зеленых» сертификатов для подтверждения экологического статуса продукции.

3.3. Вводится нормативное закрепление единых стандартов кибербезопасности с переходом предприятий на сертифицированные отечественные программные комплексы.

3.4. Углублённая интеграция России в азиатско-тихоокеанское экономическое пространство: экспортные потоки энергоресурсов диверсифицируются с приоритетом на страны АТР, при этом сохраняются ограниченные, но технологически обусловленные поставки в страны Европейского союза и Индию. Национальная система учёта климатического следа гармонизируется с азиатскими стандартами климатической отчётности, а российские «зелёные» сертификаты [29] встраиваются в трансграничные торговые соглашения со странами АТР в качестве признанного инструмента подтверждения низкоуглеродного происхождения отечественной продукции, что обеспечивает её конкурентоспособность на перспективных рынках.

4. Социальная сфера:

4.1. Доля сотрудников, обладающих цифровыми и гибридными компетенциями, должна достигнуть не менее 40% к 2030-2035 г.г. от общей численности занятых в ТЭК.

4.2. Государством разрабатываются и реализуются долгосрочные федеральные программы поддержки молодых инженеров ТЭК, включающие софинансирование жилья, льготную ипотеку и гранты на НИОКР.

4.3. Со стороны бизнеса ключевой мерой становится материальная поддержка молодых специалистов при съеме жилья или софинансировании ипотечного кредита для снижения процента, подлежащего уплате. Также важным аспектом является создание комфортной и безопасной корпоративной среды, опережающий рост заработных плат, внедрение систем непрерывного корпоративного обучения [32] и развитие сквозных образовательных программ совместно с ведущими техническими университетами страны.

3.1.2 Ключевые внешние и внутренние факторы

Реализация инновационного сценария до 2035 г. определяется сочетанием внешних и внутренних факторов (таблица 3.1). Внутренние факторы характеризуют состояние российской экономики, отраслевой инфраструктуры, кадрового потенциала, технологической базы и механизмов финансирования. Внешние факторы отражают геополитические условия, доступ к зарубежным рынкам и технологиям, развитие международных партнёрств и динамику глобального спроса на энергоресурсы. В инновационном сценарии цифровизация рассматривается не как самостоятельная доминирующая цель, а как один из инструментов повышения операционной эффективности, надёжности и технологической устойчивости ТЭК.

Таблица 22 – Оценка сценарных факторов (инновационный сценарий)

№	Группа факторов	Ключевые факторы	Значение для инновационного сценария
1	Внутренние факторы		
1.1	Макроэкономика и рынок труда	Восстановление внутреннего спроса; снижение государственного долга; рост и стабилизация прибыльности компаний; восстановление рынка труда в энергетике; повышение производительности труда.	За счет увеличения потребления происходит расширение внутренних источников спроса и инвестиций, повышает финансовую устойчивость компаний и создаёт условия для наращивания капиталоёмких проектов и обновления кадрового потенциала.
1.2	Технологии, импортозамещение и производственная база	Развитие технологий переработки; модернизация и обновление производственных фондов; локализация оборудования и программных решений; развитие отечественных технологических цепочек.	Компании ТЭК снижают зависимость от критического импорта, уменьшает технологические риски и позволяет повышать глубину переработки, эффективность и надёжность энергетической инфраструктуры.
1.3	Энергопереход и декарбонизация	Рост установленной мощности ВИЭ к 2035 г.; усиление политики декарбонизации; повышение энергоэффективности и развитие низкоуглеродных решений.	Необходимо обеспечивать диверсификацию энергобаланса, снижение углеродоёмкости производства и повышение конкурентоспособности российской энергетики на перспективных рынках.
1.4	Устойчивость и безопасность отрасли	Сохранение и совершенствование применяемых решений по добыче и транспортировке энергоресурсов; повышение доступности финансирования, включая льготное «зелёное» финансирование; развитие систем кибербезопасности критической инфраструктуры.	Отраслевые компании поддерживают надёжность энергоснабжения, снижает инфраструктурные и операционные риски и создаёт финансовую базу для модернизации отрасли.
2	Внешние факторы		
2.1	Геополитика и рынки сбыта	Сохранение текущего уровня геополитической напряжённости при частичном снятии санкций и возможном восстановлении доступа к международным расчётам; ориентация экспорта прежде всего на дружественные страны; низкая	Государство сохраняет ограничения для традиционных направлений экспорта, но одновременно стимулирует переориентацию потоков, диверсификацию рынков и

№	Группа факторов	Ключевые факторы	Значение для инновационного сценария
		вероятность полномасштабного восстановления поставок энергоресурсов в ЕС; участие России в крупнейших международных энергетических площадках.	развитие новых логистических и контрактных моделей.
2.2	Технологии и международные партнёрства	Рост доступа к зарубежным технологиям 27% до 51% в общей структуре технологий; Развитие отношений со странами АТР и умеренный обмен технологиями с ежегодным темпом увеличения с 15% до 23%; устойчивое снижение (на 50% к 2035 г.) стоимости технологий, являющихся современными на уровне 2026 г.	Отраслевые компании расширяют возможности технологической кооперации, ускоряют адаптацию доступных решений и снижают стоимость модернизации при сохранении курса на собственные компетенции и импортонезависимость.
2.3	Глобальный спрос и энергетические рынки	Рост мирового спроса на энергоресурсы более чем на 65% относительно 2026 г.; изменение структуры спроса в пользу более эффективных и низкоуглеродных решений; усиление конкуренции между поставщиками.	Государство реализует потенциал для сохранения экспортной роли России при условии адаптации продуктовой структуры, развития переработки и повышения конкурентоспособности поставок.
2.4	Глобальная климатическая повестка	Ужесточение международной политики декарбонизации со снижением выбросов CO_2 на 20% ежегодно и требований к углеродной интенсивности продукции; расширение механизмов климатического регулирования.	В электроэнергетике возрастает значение ВИЭ, энергоэффективности, низкоуглеродных технологий и подтверждаемого снижения выбросов при выходе на внешние рынки.

Ключевые выводы по факторам:

- Внутренняя устойчивость сценария зависит от восстановления инвестиционной активности, состояния рынка труда, модернизации основных фондов, импортозамещения и доступности финансирования.
- Технологическое развитие носит комплексный характер: цифровые решения дополняют обновление оборудования с целью замещения 80% изношенного фонда к 2035 г., стабилизация доли ВИЭ на уровне 6% в структуре энергетического баланса, применение накопителей энергии, увеличение доли систем управления и отечественной производственной базы до уровня более 85%.
- Внешняя среда остаётся ограничивающей из-за геополитической напряжённости и санкций, поэтому критически важны диверсификация рынков сбыта и расширение сотрудничества со странами АТР и другими дружественными партнёрами.
- Рост мирового спроса на энергоресурсы формирует возможности для российского ТЭК, однако реализация этого потенциала требует повышения эффективности, глубины переработки и соответствия климатическим требованиям.

3.1.3 Прогноз ключевых параметров развития отрасли

На основе оценки сценарных факторов сформирован прогноз ключевых показателей, характеризующих развитие ТЭК России в рамках инновационного сценария (Таблица 23).

Приведенные показатели формируют картину управляемого, но неравномерного по темпам развития, сценария: наиболее быстрый прогресс приходится на направления, где решение зависит от регуляторных и цифровых мер (доля ИИ, переход на отечественное ПО, глубина переработки нефти), тогда как капиталоемкие и инфраструктурные показатели – ввод генерирующих мощностей, добыча и переработка углеводородов, газификация – выходят на целевые значения только к концу периода. Общий тренд сценария – постепенное наращивание технологического и финансового потенциала ТЭК, при котором к 2035 г. энергетика России подходит к суверенитету: снижается зависимость от импортных решений, растет доля продукции с высокой добавленной стоимостью, а рынок сбыта окончательно переориентируется на страны АТР и другие дружественные государства.

Таблица 23 – Оценка ключевых показателей (инновационный сценарий)

№	Ключевой показатель	Целевой ориентир
1	Макроэкономика и спрос	
1.1	Рост ВВП	4% в год [26]
1.2	Ключевая ставка	10% и менее к 2035 г. (с постепенным снижением с 13,5-14,5% в 2026 г.) [27]
1.3	Электропотребление в ЕЭС	Ожидается устойчивый рост в связи с восстановлением внутреннего спроса. Целевой ориентир – выработка электроэнергии к 2035 г. в объеме, обеспечивающем рост до ~1300 млрд кВт·ч. [31]
1.4	Внутренний спрос	Ожидается его восстановление, стимулируемое снижением ключевой ставки до 13,5-14,5% в 2026 г. [27]
1.5	Инвестиции в электроэнергетику	Для покрытия растущего спроса в рамках инновационного сценария требуется наращивание установленной мощности с 270,3 ГВт в 2023 г. до 331,2 ГВт к 2035 г., с соответствующим масштабным объемом инвестиций в модернизацию и новое строительство. [31]
2	Технологическое развитие и эффективность	
2.1	Модернизация фондов	Программа модернизации тепловой генерации, которая завершается в 2031 г., должна быть продлена, по предложению Заместителя Председателя Правительства Александра Новака, с возможностью сделать ее бессрочной. Целевой ориентир технологического суверенитета – достижение 90% технологической независимости по ключевым технологиям к 2028 г. [28]
2.2	Развитие технологий переработки	Ключевой приоритет – переход от сырьевого экспорта к экспорту продукции с высокой добавленной стоимостью. Целевой ориентир – глубина переработки нефти должна достигнуть 90% к 2030 г. (с 84,1% в 2023 г.). [28]
2.3	Цифровизация и технологии ИИ	К 2035 г. планируется полная цифровая трансформация топливно-энергетического комплекса, включая повсеместное внедрение искусственного интеллекта и цифровых двойников. К 2027 г. технологии ИИ будут использовать 70% крупных предприятий ТЭК. [32]
2.4	Производительность труда	Рост не менее чем на 17% к 2030 г. и не менее чем на 21% к 2035 г. по сравнению с 2023 г. Наибольший потенциал роста ожидается в электроэнергетике (около 20%) и производстве нефтепродуктов (более 31%). Доля персонала с цифровыми компетенциями должна достичь не менее 40% к 2030 г. [32]
2.5	Переход на отечественное ПО	Общий внедренный объем отечественного ПО к 2035 г. составляет 85% и более. [32]
3	«Зеленая» энергетика и декарбонизация	
3.1	Установленная мощность ВИЭ	По состоянию на 01.01.2026 г. мощность ВИЭ составляет 6,6 ГВт. К 2030 г. планируется ее рост до 14,8 ГВт, а к 2035 г. – до 17 ГВт (добавление порядка 10,5 ГВт к текущему уровню). [6]
3.2	Декарбонизация	Даже при реализации наиболее амбициозного варианта технологической перестройки (сочетание модернизации ТЭС и развития безуглеродной генерации) к 2035 г. удастся лишь приблизить абсолютный уровень выбросов CO_2 к показателям 2018 г. (превышение составит всего 4%). Это потребует значительного роста оптовой цены электроэнергии – на 17% в реальном выражении к 2035 г. [29]
4	Внешнеэкономическая деятельность	
4.1	Производство СПГ	Россия сохраняет цель нарастить производство сжиженного природного газа до 100 млн тонн к 2035 г., что позволит стране занять до 20% мирового рынка этого вида топлива. Для сравнения: в 2024 г. производство составило 34,7 млн тонн. [29]
4.2	Экспорт в АТР	Доля стран АТР в российском экспорте энергоресурсов в 2024 г. превысила 60%; целевой ориентир на 2035 г. – рост до 75% и более. [29]
5	Нефтяная отрасль	
5.1	Добыча нефти и газового конденсата	Целевой диапазон на 2035 г. – 490-555 млн тонн. [29]
5.2	Выход светлых нефтепродуктов	К 2035 г. планируется увеличить до не менее 70% (с 62,2% в 2018 г.). [29]
5.3	Соотношение вторичной и первичной переработки	К 2035 г. этот показатель должен составить не менее 1,2 (в 2018 г. – 0,97), что отражает углубление переработки. [29]
6	Газовая отрасль	
6.1	Добыча газа	Целевой диапазон на 2035 г. – 860-1000 млрд куб. м. [29]
6.2	Производство СПГ	См. целевой ориентир выше (раздел «Внешнеэкономическая деятельность») – 100 млн тонн к 2035 г. [29]
6.3	Газификация	Целевой уровень газификации регионов к 2035 г. – 82,9% (с 68,6% в 2018 г. и 74,7% в 2024 г.). [29]
7	Рынок труда	
7.1	Доля персонала с цифровыми компетенциями	Не менее 40% к 2030 г. от общей численности занятых в ТЭК [32]
7.2	Производительность труда	См. целевой ориентир выше (раздел «Технологическое развитие и эффективность») – рост не менее 21% к 2035 г. [32]

3.1.4 Рекомендации по формированию государственной энергетической политики и политики компаний отрасли в инновационном сценарии

В рамках инновационного сценария развития энергетики до 2035 г. сформированы следующие рекомендации по формированию государственной энергетической политики и политики компаний отрасли, представленные в таблице 3.3.

Таблица 24 – Рекомендации по формированию государственной энергетической политики и политики компаний отрасли

№	Предлагаемая мера	Рекомендации по государственной политике	Рекомендации компаниям ТЭК
1	Политические		
1.1	Достижение технологического суверенитета и импортозамещение	- Субсидирование НИОКР для развития отечественных технологий для ТЭК и импортозамещения - Локализация производства компонетов оборудования ТЭК до 90%, разработка отечественного ПО.	- Партнерство со странами АТР для совместной работы по созданию и производству современного оборудования - Внедрение отечественного оборудования и программных комплексов
1.2	Учреждение межведомственных координационных центров	Создание сквозных проектных офисов для преодоления административных барьеров при работе ведомств и министерств	Синхронизация корпоративных программ развития с региональными планами развития субъектов РФ
2	Экономические		
2.1	Оптимизация системы тарифообразования и операционных затрат	Налоговое стимулирование перехода предприятий на более дешевое локальное топливо	Использование местных топливных ресурсов для станций промышленных предприятий (природный газ, попутный нефтяной газ)
2.2	Создание системы льготного и инвестиционного кредитования	Субсидирование кредитов для проектов ТЭК на 4 % от ставки кредитования, направленных на повышение энергоэффективности, развитие ВИЭ, снижение углеродного следа, глубокую переработку сырья	Выпуск «зеленых» сертификатов для привлечения инвестиций
3.	Социальные		
3.1	Ликвидация кадрового дефицита	Создание федеральных программ поддержки кадров ТЭК для повышения привлекательности отраслей (финансовая мотивация и льготы, работа со школами и ВУЗами, создание молодежных сообществ)	Создание комфортной и безопасной корпоративной среды
3.2	Повышение показателей надежности и качества энергоснабжения потребителей	Выделение бюджетных средств на модернизацию наиболее изношенных объектов сетевой инфраструктуры	Внедрение систем Smart Grid для автоматического мониторинга состояния оборудования и контроля качества электроэнергии
4	Технологические		
4.1	Декарбонизация и замещение дизельной генерации в ТИТЭС	- Выделение налоговых льгот и «зеленых» тарифов для локальных объектов ВИЭ - Создание научно-исследовательских центров для развития водородных технологий	- Постепенное замещение дорогостоящей дизельной генерации на ВИЭ на объектах собственной инфраструктуры - Интеграция водородных топливных элементов для систем автономного энергоснабжения объектов ТЭК
4.2	Внедрение промышленного Интернета вещей и систем предиктивной аналитики	- Разработка единых открытых государственных стандартов и протоколов связи для защищенного обмена данными между объектами распределенной генерации	- Переход от планово-предупредительных ремонтов к ремонтам по фактическому состоянию на основе ИИ-прогнозирования отказов

№	Предлагаемая мера	Рекомендации по государственной политике	Рекомендации компаниям ТЭК
		- Грантовая поддержка ИТ-платформ промышленного интернета	- Развертывание систем онлайн-мониторинга технического состояния оборудования
5	Экологические		
5.1	Переработка отходов производства и рекультивация загрязнённых территорий	- Создание нормативных условий для вовлеченинния ЗШО в технологический и коммерчяеский оборот смежных отраслей экономики - Реализация федеральной программы по очистке загрязненных территорий	- Внедрение технологий переработки ЗШО - Проведение экологического аудита на объектах последующей с рекультивацией земель
5.2	Снижение углеродного следа	Установление квот и платы за сверхнормативные выбросы CO_2	Установка фильтров очистки дымовых газов, применение технологий улавливания и утилизации CO_2
6	Правовые		
6.1	Регулирование кибербезопасности критической инфраструктуры	Введение обязательных единых стандартов по защите АСУ ТП, АСДУ и ИТ-периметра объектов ТЭК от внешних кибератак	Применение специализированных лицензированных систем для обеспечения кибербезопасности объектов
6.2	Законодательное закрепление статуса «зеленых» сертификатов	Утверждение федерального закона о национальной системе обращения сертификатов происхождения электроэнергии, выработанной на низкоуглеродных источниках (ВИЭ, АЭС, ГЭС)	Внедрение систем учета климатического следа внутри корпоративного контура отчетности и применение «зеленых» сертификатов для подтверждения экологического статуса продукции на рынках АТР

Таким образом, предложенный комплекс рекомендаций позволит провести синхронизацию развития государства и компаний ТЭК для достижения технологического суверенитет отрасли и технологического прорыва.

3.1.5 Риски сценария

Реализация инновационного сценария создает следующие системные риски для энергетики и промышленности России к 2035 г.:

Наиболее критичным риском является расширение цифровой критической инфраструктуры. В условиях геополитической напряжённости и роста числа кибератак на объекты ТЭК массовое подключение промышленных предприятий к системам управления спросом создаёт качественно новую угрозу: в 2025 г. число кибератак на критическую ИТ-инфраструктуру России выросло в 4 раза (до 70 тыс случаев), заражения вредоносным ПО на объектах ТЭК увеличились примерно в 20 раз (~1,2 тыс случаев на компанию), а среднее число атак на одну организацию возросло на 51%, до 158 [33, 34]. Почти половина зафиксированных атак на российские компании (47%) в 2025 г. оказалась успешной и привела к нарушению деятельности, при этом средний размер выкупа за расшифровку данных составил 4-40 млн руб. [35]. Однако именно этот риск одновременно является и драйвером развития отечественной индустрии кибербезопасности, потому что требования ФСТЭК к защите КИИ стимулируют создание сертифицированных отечественных решений, что соответствует общей логике технологического суверенитета.

Кадровый и социальный риски носят наиболее инерционный характер: общий дефицит кадров в промышленности России уже достиг ~2 млн человек, в энергетике он оценивается в 10-15% штатной численности, а средний возраст работников ТЭК составляет 43 года при доле молодых специалистов не более 22% [36-38]. Несмотря на активные программы обучения – на 2025/2026 учебный год сформирован целевой заказ на подготовку около 36 тыс. специалистов отрасли (20 тыс. по направлениям электроэнергетики и теплотехники, 16 тыс. – по горному и нефтегазовому делу) [39] – подготовка специалистов с гибридными компетенциями требует времени. К 2030-2032 г.г. ожидается временная стабилизация кадрового потока за счёт активных

усилий компаний по привлечению молодёжи, роста зарплат и престижа профессии со снижением дефицита кадров с 12-15% до 5% и менее. При этом парадигма «человек в контуре принятия решений», заложенная в основу инновационного сценария, сама по себе является механизмом снижения социальных т операционных рисков: автоматизация не заменяет людей, а усиливает их возможности.

Отдельным структурным риском, который невозможно устранить полностью в горизонте до 2035 г., является региональное неравенство: при среднероссийском уровне газификации в 75,3% на конец 2025 г. в сельской местности этот показатель не превышает 40%, а объём перекрёстного субсидирования в электроэнергетике в 2025 г. смог достичь 371 млрд руб. [40, 41]. Однако дифференцированный подход, заложенный в сценарии – в частности, переход на дифференцированные тарифы, уже введённые более чем в 50 субъектах РФ и способные снизить нагрузку перекрёстного субсидирования на 31,6 млрд руб. [41], – позволяет минимизировать негативные последствия и превратить региональную специфику из проблемы в инструмент адресного управления.

Зависимость от непрерывности государственной поддержки делает сценарий чувствительным к фискальной конъюнктуре. Высокая доля государственных стимулов в экономике проектов (до 30-40% на ранних этапах) требует поэтапного снижения этой доли по мере созревания рынка: к 2032-2035 г.г. основным драйвером внедрения новых технологий должна стать экономическая целесообразность, а не регуляторное давление.

3.1.6 Выводы по сценарию

Инновационный сценарий – комплексная модель развития ТЭК России до 2035 г., где ключевую роль играет сочетание макроэкономической устойчивости, технологической модернизации и адаптации к внешним ограничениям. Целевые ориентиры: рост ВВП **4%** в год, ключевая ставка **≤10%**, электропотребление в ЕЭС **~1300 млрд кВт·ч**, установленная мощность электростанций – рост с **270,3** до **331,2 ГВт**, объектов ВИЭ – с **6,6** до **17 ГВт**, доля отечественного ПО – **85%**, глубина переработки нефти — **90%**, экспорт в АТР – **75%**. Однако сценарий сопряжён с системными рисками: кибератаками, кадровым дефицитом, региональными дисбалансами и зависимостью от господдержки

Блок 4. Заключение

Рациональная структура топливно-энергетического баланса Российской Федерации в сочетании с развитием местных видов топлива в регионах создает основу для устойчивой энергосистемы. Такой подход снижает зависимость территорий от регионов-доноров, укрепляя энергетическую безопасность и технологический суверенитет страны за счет диверсификации.

В условиях геополитического давления, логистических сбоев и удорожания энергоресурсов именно местные виды топлива способны обеспечить стабильность российских регионов. Они открывают новые возможности для межрегионального взаимодействия и позволяют регионам сформировать гибкую, надежную модель энергоснабжения.

Задача формирования данной модели решается не изолированно, а в связке с двумя другими направлениями прогноза. С одной стороны, внедрение цифровых решений – систем предиктивной аналитики, цифровых двойников оборудования, промышленного интернета вещей и искусственного интеллекта – позволяет снизить энергопотребление и экологический след крупных производств, повышая эффективность использования уже имеющихся топливных ресурсов. С другой стороны, инновационные теплоизоляционные материалы и современные подходы к проектированию жилых и общественных зданий сокращают конечный спрос на тепло, снижая нагрузку на генерирующие мощности и логистику поставок топлива. Расчетные оценки, приведенные в прогнозе, подтверждают этот эффект: цифровые решения снижают энергопотребление на крупных предприятиях металлургии, нефтехимии и других энергоемких отраслей на 5–15%, а массовое использование инновационных теплоизоляционных материалов (аэрогелей, вакуумных панелей) сокращает теплопотери через ограждающие конструкции на 25–40%. Таким образом, топливная обеспеченность регионов, цифровое управление производством и энергоэффективность зданий образуют единый контур, в котором результат в одной сфере усиливает эффект в двух других.

Командами разработано три варианта развития регионов России для негативного, консервативного и инновационного сценариев.

Негативный сценарий означает переход от модели «инвестиции в развитие» к модели «инвестиции в устойчивость». Его реализация, вызванная ужесточением санкций, дефицитом капитала и деградацией цифровой инфраструктуры, приведет к:

- цена нефти снизится с 62 долл. за баррель в 2026 году до 55 долл. Курс рубля ослабнет с 74 до 88 ₽/$;
- инфляция составит 14,5% в 2026 году, достигнет пика 17–18% в 2027–2028 годах, затем снизится до 11% к 2035 году. Ключевая ставка сохранится в размере 16–18%;
- стагнация ВВП. Индекс цифровых инвестиций (2026 = 100) упадет до 65 к;
- добыча нефти составит около 500 млн т в 2026 году и 460 млн т к 2035 году;
- потребление электроэнергии вырастет с 1237,1 млрд кВт·ч в 2025 году до 1250 млрд кВт·ч в 2035 году;
- установленная мощность ВИЭ вырастет до 10 ГВт к 2035 году;
- уровень газификации достигнет 76% к 2035 году, производство СПГ вырастет до 60 млн т к 2035 году;
- доля отечественного ПО в ТЭК вырастет с 30% в 2026 году до 35% в 2035 году (доступность зарубежного ПО упадет с 40% до менее 10%);
- доля организаций ТЭК, применяющих ИИ, вырастет до 65%.

В случае такого развития событий региональным властям, в первую очередь, необходимо обратить внимание на проекты и кейсы, которые не зависят от внешних рисков, импортных технологий и трансграничного инвестирования. Для России критически важным станет сохранение стабильности поставок из регионов-доноров: создание резервных топливных фондов и межрегиональных логистических хабов, оснащение регионов контрдиверсионной инфраструктурой. При деградации цифровых систем мониторинга и предиктивной аналитики

(доступность легального зарубежного ПО резко снизится с 40% в 2026 году до менее 10% к 2030 году, а доля отечественных решений вырастет лишь до 35% к 2035 году) регионам придется частично вернуться к ручному сбору данных и планово-предупредительным ремонтам, что делает резервирование мощностей и топлива не опцией, а необходимостью.

Приоритетной задачей для регионов становится не диверсификация источников энергии, а минимизация рисков, связанных с растущей зависимостью от поставок извне, и поддержание уже существующей энергетической инфраструктуры в рабочем состоянии. Предполагается выстраивание более надежных логистических связей с регионами-донорами, создание топливных резервов на случай перебоев в снабжении и заключение долгосрочных соглашений, фиксирующих объемы и условия поставок вне зависимости от колебаний внешнеполитической обстановки. Отдельное значение приобретает сохранение существующего жилого и общественного фонда без масштабной модернизации: при отсутствии стимулов для внедрения энергоэффективных решений и сохранении устаревших подходов к проектированию зданий удельные теплопотери через ограждающие конструкции, тепловые сети и инженерные системы продолжат расти, поэтому региональным властям целесообразнее направлять ограниченные ресурсы на латание наиболее аварийных участков теплосетей, а не на внедрение новых теплоизоляционных материалов и технологий. Чем сильнее обостряется военно-политическая ситуация, тем более консервативной должна быть энергетическая политика: приоритетом становятся надежность поставок, сохранение действующих мощностей и создание топливных запасов, поскольку ставка на собственные, неосвоенные ресурсы, новые цифровые платформы или дорогостоящую модернизацию теплозащиты зданий в такой обстановке становится непозволительной роскошью.

Компаниям ТЭК и МСК стоит воздержаться от инвестиций в разработку технологий добычи и переработки местных видов топлива, а также от вложений в перспективные цифровые проекты. Целесообразнее сосредоточиться на поддержании операционной устойчивости уже действующих месторождений и объектов генерации. Оправданной выглядит модернизация оборудования, не требующая значительных капиталовложений, но позволяющая продлить срок службы существующих активов в условиях ограниченного финансирования и высокой стоимости капитала. По той же логике инвестиции в высокоэффективные теплоизоляционные материалы и инновационные подходы к проектированию зданий, скорее всего, будут отложены за пределы 2035 года – компаниям стройиндустрии стоит ориентироваться на удержание текущей доли рынка традиционных материалов (каменная вата, пенополистирол), а не на разработку и сертификацию новых решений.

Специалистам отрасли в такой обстановке лучше не вкладывать усилия на освоение новых, узкоспециализированных компетенций в сфере местных видов топлива, цифровых технологий или строительной теплофизики, а концентрироваться на универсальных навыках, позволяющих оставаться востребованными даже при сокращении штата и совмещении функций на предприятиях, испытывающих кадровый голод. Наибольшую ценность будут представлять сотрудники, способные закрывать сразу несколько смежных функций, а не эксперты узкого профиля в областях, развитие которых в этом сценарии фактически заморожено.

Консервативный сценарий описывает устойчивое, но несистемное развитие – «точечная модернизация без единого контура управления». В его рамках:

- цена нефти снизится до 70–72 долл., курс рубля ослабнет до 95 ₽/$ к 2035 году;
- инфляция снизится до 6 – 8% к 2035 году, среднегодовая ключевая ставка – до 10–12%;
- рост ВВП составит 1,5–2,0%, а индекс инвестиций в ТЭК вырастет до 105–115 к 2035 году;
- добыча нефти составит 470–490 млн т;
- потребление электроэнергии вырастет до 1360,91 млрд кВт·ч, максимум потребления мощности – до ~195 ГВт;
- установленная мощность электростанций вырастет с 270,3 ГВт на начало 2026 года до

290–295 ГВт к 2035 году, мощность ВИЭ – до 14–16 ГВт;
- уровень газификации составит 82,9%, производство СПГ вырастет до 95–100 млн т;
- доля отечественного ПО в критических контурах ТЭК составит 75–85%;
- доля организаций ТЭК, применяющих ИИ, вырастет до 75–80%, а доля энергообъектов с развитым цифровым мониторингом – до 65–70%;
- углеродоемкость ВВП снизится на 8–10%.

В случае реализации такого сценария регионам в первую очередь стоит обратить внимание на проекты, сочетающие сохранение уже отлаженных связей с регионами-донорами с постепенным, избирательным освоением собственного топливного потенциала. Для России важным направлением станет развитие Северного морского пути и переориентация экспорта на азиатские рынки, что поможет сохранить объемы экспортных поставок и обеспечить стабильный приток валютной выручки, а также частично сгладить рост логистических издержек за счет более активного развития внутреннего топливного рынка. Параллельно региональным властям стоит опираться на уже действующие контуры цифрового мониторинга и предиктивной диагностики, используя эти инструменты для более точного планирования поставок и снижения потерь при транспортировке топлива.

Ключевая задача для регионов – не полный уход от развития местных видов топлива, а их постепенное введение в ТЭБ там, где для этого уже есть экономическая и инфраструктурная основа. Регионам с более благоприятными условиями целесообразно и дальше наращивать использование собственных ресурсов, тогда как менее развитым территориям разумнее сосредоточиться на укреплении связей с донорами и обновлении имеющейся инфраструктуры. Это же касается и вопросов теплоснабжения: там, где уже реализуются демонстрационные проекты энергоэффективных зданий, целесообразно закреплять и тиражировать полученный опыт, тогда как в регионах с высоким износом жилого фонда в первую очередь стоит устранять точечные, наиболее аварийные потери тепла, не откладывая обновление нормативной базы и требований к теплозащите новых объектов.

Компаниям ТЭК и МСК стоит придерживаться умеренной инвестиционной стратегии: вкладываться в модернизацию действующих фондов и выборочно развивать технологии добычи и переработки местного топлива там, где это поддерживается государством и оправдано рыночными условиями, избегая при этом массового и повсеместного освоения новых ресурсных баз. Целесообразными выглядят такие направления, постепенное наращивание доли ВИЭ и внедрение отраслевых цифровых решений – систем предиктивной аналитики, промышленного интернета вещей, – повышающих отдачу от уже работающих производственных процессов. В этой же логике оправдан выборочный переход на энергоэффективное оборудование и внедрение отдельных инновационных теплоизоляционных материалов в новом строительстве, при том что в существующем жилом фонде массовая замена материалов и утепление вряд ли будут реализованы в полном объеме.

Специалистам отрасли в таких условиях стоит совмещать развитие узкопрофильных профессиональных технических компетенций с готовностью к с готовностью к работе в разных регионах: неравномерность темпов развития ТЭК и МСК сохраняет сложившуюся структуру кадрового перетока и формирует спрос на специалистов, способных одинаково эффективно работать как в более развитых, так и в отстающих субъектах. Отдельную ценность в этом сценарии приобретают специалисты на стыке дисциплин, поскольку именно на таких «пограничных» компетенциях строится точечная модернизация, характерная для базового варианта развития.

- Инновационный сценарий задает стратегический ориентир для отрасли и предполагает переход к технологическому суверенитету:
- цена нефти установится на уровне 90 долл. за баррель, курс рубля будет в диапазоне 85–90 ₽/$;

- инфляция стабилизируется на планируемом уровне Банка России. Ключевая ставка снизится до 10%;
- рост ВВП составит 4% в год. Общий объем инвестиций в ТЭК порядка 7,2 трлн ₽ и 1,2–1,5 трлн ₽ в год в электроэнергетику к 2035 году, что составит 140 единиц;
- добыча нефти и газового конденсата к 2035 году составит 490–555 млн т. Добыча газа составит 860–1000 млрд м³;
- потребление электроэнергии будет расти на 1,6–1,8% в год и достигнет около 1300 ТВт·ч;
- установленная мощность электростанций вырастет до 331,2 ГВт. Мощность ВИЭ вырастет до 17 ГВт;
- уровень газификации достигнет 82,9% к 2035 году. Производство СПГ вырастет до 100 млн т;
- доля отечественного ПО вырастет до не менее 85%, технологическая независимость ТЭК составит не менее 90%;
- доля организаций, применяющих ИИ, достигнет 85% к 2035 году. Доля предприятий с цифровыми двойниками составит не менее 60%;
- абсолютные выбросы CO_2 к 2035 году окажутся примерно на 4% выше уровня 2018 года.

В случае реализации такого сценария региональным властям в первую очередь стоит обратить внимание на проекты, направленные на полномасштабное освоение собственного топливного потенциала при поддержке модернизированной транспортной и энергетической инфраструктуры страны. Для России важным направлением станет развитие Северного морского пути, пополнение ледокольного флота и расширение экспорта на перспективные рынки, что позволит закрепить логистическую независимость и продолжить накопление финансовых резервов государства без роста транспортных издержек.

Главная задача регионов – полностью реализовать потенциал местных видов топлива, прежде всего торфа и биотоплива, снижая тем самым зависимость от регионов-доноров и укрепляя энергетическую устойчивость территорий. Приток квалифицированных специалистов и активная модернизация производств становятся толчком для развития местных энергоресурсов даже в моногородах и удаленных промышленных субъектах, предотвращая их упадок и выравнивая диспропорции в развитии территорий. Отдельным направлением для регионов становится масштабный переход к энергоэффективному строительству: внедрение отечественных высокоэффективных теплоизоляционных материалов нового поколения (аэрогели, вакуумные панели) способно снизить теплопотери через ограждающие конструкции на 25-40%, что для удаленных и энергодефицитных территорий означает не только экономию бюджета, но и снижение зависимости от завозного топлива на отопление.

Компаниям ТЭК и МСК стоит придерживаться активной инвестиционной стратегии: масштабно вкладываться в модернизацию основных фондов и локализацию технологий, критически зависящих от импорта, а также развивать атомную генерацию, СПГ, водородное топливо, ВИЭ и биотопливо. Целесообразными направлениями становятся повсеместный переход к цифровому документообороту и внедрение сквозных цифровых решений – искусственного интеллекта, цифровых двойников оборудования и систем управления спросом, – обеспечивающих гармоничное и согласованное развитие субъектов в соответствии с национальными программами и энергетической стратегией, что позволит довести технологическую независимость ТЭК до 90%, долю предприятий с цифровыми двойниками – до 60% и сократить диспропорции в развитии регионов. В эту же логику вписывается серийное производство отечественных теплоизоляционных материалов и внедрение комплексных систем энергоменеджмента в зданиях как отдельная конкурентоспособная отрасль, снижающая совокупный спрос на энергоресурсы.

Специалистам отрасли в таких условиях стоит уверенно развивать как профессиональные навыки, так и смежные компетенции, не опасаясь за стабильность занятости: активное развитие ТЭК повышает инвестиционную и кадровую привлекательность отрасли, останавливает эмиграцию экспертов и делает страну привлекательной для притока иностранных специалистов, а государственные программы упорядочивают ротацию кадров, обеспечивая равномерное распределение специалистов между регионами. Особый спрос сформируется на специалистов с гибридными компетенциями, доля которых в отрасли должна достичь не менее 40% к 2030 году, что делает подготовку именно таких кадров одним из главных условий реализации сценария.

Таким образом, будущее энергетической безопасности России зависит от способности превентивно управлять рисками и выстраивать гибкую архитектуру ТЭК, устойчивую к внешним ограничениям.

Рекомендации по сценариям носят взаимодополняющий характер и не противоречат друг другу:

1. для нейтрализации рисков негативного сценария федеральным и региональным органам власти, а также компаниям ТЭК и МСК необходимо ускоренное импортозамещение критических технологий (буровое оборудование, ПО для АСУ ТП), удержание кадров через целевые программы подготовки, создание финансовых резервов для поддержания надежности сетей и генерации;
2. для закрепления базового сценария федеральным и региональным органам власти совместно с компаниями ТЭК и МСК необходимо сформировать единый координационный контур: общих требований к данным, критериев отбора проектов и синхронизации федеральных, региональных и корпоративных программ, без которого точечные меры не складываются в системный эффект;
3. для достижения инновационного сценария требуется масштабирование гибридных энергокомплексов и местных видов топлива в изолированных регионах, ускоренное развитие водородных технологий и накопителей энергии (производство водорода до 2 млн т в год к 2035 году, инвестиции в водородные технологии – 1,5–2 трлн руб.), серийное производство отечественных теплоизоляционных материалов нового поколения, субсидирование НИОКР и локализация критического оборудования, а также опережающее развитие отечественной индустрии кибербезопасности как ответ на рост числа кибератак на объекты ТЭК: в 2025 году число атак на критическую ИТ-инфраструктуру России выросло в 4 раза.

Итоговый вывод состоит в том, что развитие энергетики России до 2035 года невозможно обеспечить за счет одного направления. Только согласованное продвижение по всем трем осям прогноза – региональная топливная обеспеченность, цифровое управление производством и снижение конечного спроса на тепло за счет энергоэффективности зданий – при условии кадрового обеспечения отрасли, кибербезопасности критической инфраструктуры и единой координации федеральных, региональных и корпоративных программ позволит перейти от базового, инерционного сценария к инновационному и обеспечить технологический суверенитет, энергетическую безопасность и конкурентоспособность российского ТЭК на горизонте 2035 года и далее.

Список использованных источников

1. Forbes 100 крупнейших компаний России по чистой прибыли — 2025. Рейтинг Forbes [Электронный ресурс] // Forbes. – 2025. – 26 сент. – URL: https://www.forbes.ru/biznes/546421-100-krupnejsih-kompanij-rossii-po-cistoj-pribyli-2025-rejting-forbes (дата обращения: 15.09.2026).

2. Стратегия развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2050 года [Электронный ресурс]: утв. распоряжением Правительства Рос. Федерации от 11 июля 2024 г. № 1838-р // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: http://pravo.gov.ru (дата обращения: 15.09.2026).

3. Российская Федерация. Правительство. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050 года: утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2025 г. № 908 р. – Москва, 2025.

4. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон № 261-ФЗ: [принят Гос. Думой 11 нояб. 2009 г.: одобрен Советом Федерации 18 нояб. 2009 г.]. – Москва, 2009. – (в ред. от 31.07.2025).

5. Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года [Электронный ресурс] утв. распоряжением Правительства Рос. Федерации от 29 окт. 2021 г. № 3052-р // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: http://pravo.gov.ru (дата обращения: 15.09.2026).

6. Оптимизация эксплуатации энергетических систем с использованием цифровых двойников и нейронных сетей / Кашанов Н. А., Милосердов В. О. // Наукоёмкие технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе: материалы Всероссийской научно-технической конференции, Калуга, 19 - 21 ноября 2024 г. : в 2 т. / МГТУ им. Н. Э. Баумана. - 2025. - Т. 1. - С. 109-112.

7. К 2027 году до 70% организаций ТЭК будут использовать ИИ [Электронный ресурс] // Интерфакс. – 2025. – 21 нояб. – URL: https://www.interfax.ru/russia/1059260 (дата обращения: 15.09.2026).

8. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 28.12.2025) «Об охране окружающей среды» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2026) [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: http://pravo.gov.ru (дата обращения: 15.09.2026).

9. Чекунков: северный завоз доставлен на 80% от годового объема [Электронный ресурс] // ТАСС. – 2025. – 16 окт. – URL: https://tass.ru/ekonomika/25357923 (дата обращения: 15.09.2026).

10. СП 50.13330.2024. Тепловая защита зданий: утв. приказом Минстроя России от 15.05.2024 № 327/пр: введ. в действие с 16.06.2024. – Москва: Минстрой России, 2024.

11. ГОСТ 16381-2022. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация. Общие технические требования: межгосударственный стандарт: введ. в действие приказом Росстандарта от 26.10.2022 № 1193-ст: с 01.07.2023. – Москва: Российский институт стандартизации, 2022.

12. СП 131.13330.2025. Строительная климатология: утв. приказом Минстроя России от 08.08.2025 № 470/пр: введ. в действие с 09.09.2025. – Москва: Минстрой России, 2025.

13. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения: межгосударственный стандарт: введ. в действие приказом Росстандарта от 11.12.2014 № 1974-ст: с 01.07.2015. – Переизд. нояб. 2019. – Москва: Стандартинформ, 2019.

14. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // Собрание законодательства РФ. – 2008. – № 30 (ч. 1). – Ст. 3579. – Доступ из правовой системы «КонсультантПлюс».

15. СП 2.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты: утв. приказом МЧС России от 12.03.2020 № 151 введ. в действие 12.09.2020: с Изм. № 1, утв. приказом МЧС России от 20.06.2023 № 641. – Москва: Стандартинформ, 2023.

16. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050 года: распоряжение Правительства РФ от 12.04.2025 № 908-р.

17. ФГБУ Главсевморпуть: [официальный сайт] [Электронный ресурс]. https://nsr.rosatom.ru/

18. Приказ Федеральной службы по техническому контролю от 11.04.2026 г. № 117.

19. International Energy Agency: Oil Market Report — May 2026. : [Электронный ресурс]. — URL: https://www.iea.org/reports/oil-market-report-may-2026

20. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050 года: распоряжение Правительства РФ от 12 апреля 2025 г. № 908-р // Собрание законодательства РФ. — 2025. № 16, ст. 2075.

21. Global Energy Review 2026 / IEA – April 2026 [Electronic resource] // International Energy Agency (IEA): official website. [Электронный ресурс]. — URL: https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2026

22. «Горючий лед» поможет эффективно утилизировать отходы угледобычи» // Научная Россия [Электронный ресурс]. — URL: https://scientificrussia.ru/articles/gorucij-led-pomozet-effektivno-utilizirovat-othody-ugledobyci

23. Распоряжение Правительства РФ от 26.02.2026 N 373-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса до 2036 года» // Собрание законодательства Российской Федерации. — 2026. — N 10. — Ст. 1456.

24. Отрасли топливно-энергетического комплекса в контексте пространственного развития экономики России: текущее положение и рекомендации [Электронный ресурс]. – URL: http://library.volnc.ru/article/view?id=146383 (дата обращения: 01.09.2026).

25. Распоряжение Правительства РФ от 29 октября 2021 г. № 3052-р «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г.» // Собрание законодательства Российской Федерации. — 2021. — № 45, ст. 7641.

26. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на долгосрочный период до 2036 года [Электронный ресурс]. – https://www.economy.gov.ru/material/directions/makroec/prognozy_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya/prognoz_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_rossiyskoy_federacii_na_period_do_2036_goda.html

27. Основные направления единой государственной денежно-кредитной политики [Электронный ресурс]. – https://www.cbr.ru/about_br/publ/ondkp/

28. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050, утв. распоряжением Правительства РФ от 12.04.2025 №908-р.

29. Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике» от 04.08.2023 № 489-ФЗ [Электронный ресурс]. – https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/407384269/

30. Федеральный закон «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» от 26.07.2017 № 187-ФЗ [Электронный ресурс]. – https://base.garant.ru/71730198/

31. Генеральная схемы размещения объектов электроэнергетики до 2042 года, утв. распоряжением Правительства РФ от 30.12.2024 №4153-р.

32. Индикаторы цифровой экономики: 2025: статистический сборник / В.Л. Абашкин, Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневский, Л.М. Гохберг и др.; И60 Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2025. [Электронный ресурс]. – https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/1026726402.pdf

33. Кибератаки в России в 2025 году: рост угроз и сокращение заражений к концу года / Коммерсантъ [Электронный ресурс]. – https://www.kommersant.ru/doc/8462729

34. Число кибератак на критическую ИТ-инфраструктуру России увеличилось в четыре раза в 2025 г. / CNews [Электронный ресурс]. – https://safe.cnews.ru/news/top/2025-10-10_chislo_kiberatak_na_it-infrastrukturu

35. Почти половина кибератак на российский бизнес в 2025 году была успешной / CNews [Электронный ресурс]. – https://www.cnews.ru/news/top/2026-01-23_pochti_polovina_kiberatak

36. Дефицит кадров в промышленности России достиг 2 млн человек / ФедералПресс [Электронный ресурс]. – https://fedpress.ru/news/77/energetics/3389711

37. Кадровый кризис в российском ТЭК: пути преодоления дефицита специалистов [Электронный ресурс]. – https://www.tek-all.ru/news/id10749-kadroviy-krizis-v-rossiyskom-tek-puti-preodoleniya-defitsita-spetsialistov/

38. Кадровый голод в энергетике: когда некому работать, а трубы стареют [Электронный ресурс]. – https://rotes.pro/news/tpost/x9b6c025l1-kadrovii-golod-v-energetike-kogda-nekomu

39. Газификация и догазификация // Минэнерго России [Электронный ресурс]. – https://minenergo.gov.ru/industries/gas/gasification-additional-gasification

40. Не морозь меня: утверждены новые тарифы для регионов с низким уровнем газификации [Электронный ресурс]. – https://finance.mail.ru/article/ne-moroz-menya-utverzhdeny-novye-tarify-dlya-regionov-s-nizkim-urovnem-gazifikacii-63900783/

41. Регионы снижают накал: регуляторы изменяют параметры потребления электроэнергии / EastRussia [Электронный ресурс]. – https://www.eastrussia.ru/news/regiony-snizhayut-nakal-regulyatory-izmenyayut-parametry-potrebleniya-elektroenergii/

42. Банк России. Основные направления единой государственной денежно-кредитной политики на 2026 год и период 2027 и 2028 годов. URL: https://cbr.ru/about_br/publ/ondkp/on_2026_2028/.

43. Министерство экономического развития Российской Федерации. Сценарные условия функционирования экономики Российской Федерации, основные параметры прогноза социально-экономического развития Российской Федерации и прогнозируемые изменения цен на 2027 год и на плановый период 2028 и 2029 годов. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/414115625/.

44. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30.12.2024 N 4153-р. Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2042 года. URL: https://base.garant.ru/411253731/.

45. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12.04.2025 N 908-р. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050 года. URL: https://base.garant.ru/411866542/.

46. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 26.02.2026 N 373-р. Стратегическое направление в области цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса до 2036 года. URL: https://government.ru/docs/all/163627/.

47. World Bank. State and Trends of Carbon Pricing 2026. URL: https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2026/05/19/direct-carbon-pricing-covers-nearly-one-third-of-global-emissions.

48. European Commission. Carbon Border Adjustment Mechanism, definitive regime. URL: https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism/cbam-definitive-regime_en.

49. Минэнерго России. Данные о применении искусственного интеллекта в организациях ТЭК за 2024 год. Официальный канал Минэнерго России; открытые отраслевые публикации.

50. Открытые данные по добыче природного и попутного газа в России за 2025 год по материалам Минэнерго России и отраслевых СМИ.