Фонд образовательных проектов «Надежная смена»

МОЛОДЕЖНЫЙ ГЛОБАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ

Тема:
«Создавая энергетику будущего вместе»

2025

Авторы Молодежного Глобального Прогноза развития энергетики

Над Молодежным Глобальным Прогнозом развития энергетики в 2025 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:

- 2 апреля – 7 августа: подготовка командами Прогнозов, заочная оценка получившихся материалов и определение команд-финалистов.
- 8 августа – 28 августа: доработка Прогнозов командами-финалистами, дистанционные защиты и определение победителей.
- 1 сентября – 17 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

1 Санкт-Петербургский горный университет Императрицы Екатерины II
Команда «WeWatt»
Капитан: Воробьева Валерия Антоновна

2 Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Команда «Эпоха Резонанса»
Капитан: Трефилова Мария Ильинична

3 Байкальский государственный университет
Команда «Байкальский университет»
Капитан: Болотова Екатерина Романовна

Молодые специалисты

1 АО «СО ЕЭС»
Команда «Огни Святого Эльма»
Капитан: Покровский Петр Аркадьевич

2 АО «СО ЕЭС»
Команда «Системная энергия»
Капитан: Болотов Павел Викторович

3 ПАО «Т Плюс»
Команда «Есть контакт»
Капитан: Савинков Михаил Сергеевич

СОДЕРЖАНИЕ

Блок 1. Выбор темы исследования....4
1.1. Обоснование актуальности выбранной темы....4
1.2. Описание методики построения Прогноза развития энергетического партнерства стран БРИКС до 2035 (2050) года....7
Заключение по блоку 1....13
Блок 2. Тенденции развития будущего по теме исследования....14
2.1. Общая характеристика и описание прогнозируемых тенденций развития энергетики 14
2.2. Исследование внешних (общемировых) факторов и тенденций, влияющих на развитие будущего....17
2.2.1. Динамика цен и потребление ископаемых энергоресурсов: современные тенденции и вызовы....17
2.2.2. СНЭЭ – драйвер энергетического перехода....17
2.3. Исследование факторов и тенденций развития энергетики в России....18
2.3.1. Декарбонизация энергетики....18
2.3.2. Цифровая модернизация энергетического комплекса....20
2.4. Тенденции развития энергетической отрасли....20
2.4.1. Развитие распределенной энергетики....20
2.4.2. Развитие технологий добычи ТрИЗ....21
2.5. Анализ кейсов компаний по перспективным отраслям ТЭК....22
2.7. Анализ влияния факторов внутренней и внешней среды на развитие энергетики РФ и анализ рисков по теме исследования....25
Заключение по блоку 2....29
Блок 3. Сценарный анализ....30
3.1. Негативный сценарий....30
3.1.1. Рекомендации по формированию государственной энергетической политики и политики компаний отрасли в негативном сценарии....34
3.2. Базовый сценарий....36
3.2.1 Рекомендации по формированию государственной энергетической политики и политики компаний отрасли в базовом сценарии....40
3.3. Позитивный сценарий....43
3.3.1. Рекомендации по формированию государственной энергетической политики и политики компаний отрасли в позитивном сценарии....47
Заключение по блоку 3....49
Блок 4. Заключение....50
Список использованной литературы....52

Блок 1. Выбор темы исследования

1.1. Обоснование актуальности выбранной темы

Топливно-энергетический комплекс (ТЭК) — это сложная межотраслевая система, которая объединяет отрасли, связанные с добычей, переработкой и распределением энергоресурсов, а также вносит значительный вклад в экономическое развитие РФ и обеспечения национальной безопасности. Нефтегазовый комплекс (НГК) является основным элементом ТЭК и наиболее важной его частью с позиции государства и государственной экономики. Вклад нефтегазового комплекса во внутренний валовой продукт и доходную часть бюджета России — беспрецедентно высокий. В 2024 году доля нефтегазового сектора в ВВП России превышает 16 %, а доля нефтегазовых доходов в бюджете России превышает 37 %, несмотря на жесткие санкционные ограничения.

Так, согласно информации от Федеральной налоговой службы России «Начисление и поступление налогов, сборов и страховых взносов в бюджетную систему Российской Федерации по основным видам экономической деятельности» за 2024 год поступило 43,4 трлн руб. налоговых отчислений, из них предприятия ТЭК внесли в бюджет 16,37 трлн руб., что составляет 37,7% от общей суммы уплаченных налоговых отчислений в бюджет. Согласно опубликованному рейтингу Forbes «100 крупнейших компаний России по чистой прибыли — 2024» в топ 20 попало 11 компаний ТЭК (таблица 1).

7 компаний из представленных в таблице 1 являются компаниями НГК.

Наряду с высокими доходами компаний ТЭК, в настоящее время, все большее значение приобретают актуальность мировой климатической повестки, формирование подхода устойчивого развития и энергетический переход к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ), что находит отражение в государственной политике различных стран. Однако необдуманное чрезмерное внедрение и расширение технологий ВИЭ может привести к перекосу наличия маневренных мощностей и послужить причиной массового отключения, которое затронет миллионы людей, вызвав сбои в работе транспорта, связи и коммунальных служб, что иллюстрирует глобальный сбой в энергосистемах Испании и Португалии 28 апреля 2025. Решением, позволяющим не только снизить или исключить дефицит мощности, но и обеспечить планируемое обеспечения маневровых мощностей, в том числе в режиме комплексной модернизации и реконструкции, может являться использование систем накопления энергии. Развитие технологий накопления энергии становится критически важным для интеграции возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и повышения качества энергоснабжения. Международное агентство возобновляемой энергетики (IRENA) прогнозирует, что к 2030 году глобальные мощности по хранению энергии вырастут на 42–68%, а при активном развитии ВИЭ — на 155–227%. При этом ожидается существенное снижение стоимости батарейных накопителей (на 50–70%) и увеличение их срока службы, что делает их внедрение экономически выгодным. Накопители энергии позволяют оптимизировать производство электроэнергии, выравнивать график нагрузки на электростанции, снижать риски аварий в энергосистеме и обеспечивать бесперебойное энергоснабжение при чрезвычайных ситуациях.

Таблица 1. 20 крупнейших компаний России по чистой прибыли согласно рейтингу Forbes

№	Название	Чистая прибыль в 2024 г., млрд рублей	Доля общего объема, %
1	Роснефть **Нефть и газ**	**1 529**	16,4
2	Сбер Финансы и инвестиции	1 508,6	16,1
3	Сургутнефтегаз **Нефть и газ**	**1 322,1**	14,1
4	Лукойл **Нефть и газ**	**1 160,3**	12,4
5	Новатэк **Нефть и газ**	**469,5**	5,0
6	ВТБ Финансы и инвестиции	432,2	4,6
7	Сахалинская энергия **Нефть и газ**	**315,3**	3,4
8	Транснефть **Транспорт**	**306,6**	3,3
9	Татнефть **Нефть и газ**	**286,3**	3,1
10	Норильский никель Добыча и металлургия	251,8	2,7
11	Атомэнергопром **Атомная промышленность**	**251,2**	2,7
12	НЛМК Добыча и металлургия	209,4	2,2
13	Северсталь Добыча и металлургия	193,9	2,1
14	Газпромбанк Финансы и инвестиции	182,8	2,0
15	Российские железные дороги Транспорт	170,1	1,8
16	СИБУР Холдинг Химическая промышленность	168,5	1,8
17	Россети **Электроэнергетика**	**161,3**	1,7
18	Полюс Добыча и металлургия	151,4	1,6
19	ИНК **Нефть и газ**	**139,1**	1,5
20	Интер РАО **Электроэнергетика**	**135,9**	1,5
Итого:		9345,3	100%

Еще одним подходом, удовлетворяющим современным тенденциям в части стабилизации мирового климата и постепенного перехода к снижению углеродного следа является развитие водородной энергетики (ВЭ). Вопросы развития ВЭ затронуты в

Энергетической стратегии РФ до 2035 года[1] (2020 г., утратила силу в 2025 г.) и в Энергетической стратегии РФ до 2050 года[2] (2025 г.). Согласно двум последним документам, ключевыми направлениями государственной политики в данной сфере являются:

1) разработка отечественных технологий низкоуглеродного производства водорода;
2) создание специализированных инженерных центров и модернизация образовательных программ для формирования кадрового резерва в области ВЭ;
3) государственная поддержка проектов по развитию водородной энергетики;
4) совершенствование нормативно-правовой базы для поддержки отрасли;
5) разработка и внедрение нормативов безопасности водородной энергетики.

Минимизация выбросов углеводорода, вместе со всеми другими описанными выше стратегическими приоритетами государства, не являются единственными приоритетами развития Российской Федерации. Так, одной из перспективных и важных задач нашего государства является формирование устойчивых и долгосрочных отношений с другими развитыми и доброжелательными странами, что обусловлено трендом на деглобализацию, процессу, обратному глобализации.

Одним из наиболее перспективных объединений, способных сформировать новую модель международного взаимодействия, становится БРИКС.

БРИКС изначально сформированный как экономический и политический блок, постепенно расширил свое сотрудничество, включив в него стратегические секторы, причем энергетика стала одной из важнейших сфер благодаря ее непосредственному влиянию на национальное развитие, энергетическую безопасность и глобальные климатические цели. Развитие энергетического партнерства стран БРИКС отражает растущее понимание государствами-членами необходимости сотрудничества в области энергетической политики, передачи технологий, инвестиций в энергетическую инфраструктуру и продвижения устойчивых интеллектуальных энергетических систем, что может стать основой для формирования нового устойчивого и справедливого энергетического порядка, учитывающего интересы развивающихся стран и способствующего их социально-экономическому развитию. Учитывая, что на страны БРИКС приходится порядка 50% мирового производства и потребления электроэнергии [1] (в 2024 году на пространстве БРИКС произведено 15 507,08 млрд кВт·ч электрической энергии), представляется важным исследовать потенциал и сценарии развития их энергетического взаимодействия в условиях изменяющейся глобальной повестки.

Таким образом, указанные выше вызовы затрагивают ключевые аспекты современного состояния и развития ТЭК, отражая его многогранную роль в экономике страны и мире, что делает его анализ особенно актуальным в текущих условиях.

[1] Распоряжение Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р Об Энергетической стратегии РФ на период до 2035 г. // Garant.ru URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74148810/ (дата обращения: 09.04.2025).

[2] Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2025 г. № 908-р. «Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050 года» Текст: офиц. док. // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: http://government.ru/docs/all/128340/ (дата обращения: 09.04.2025).

1.2. Описание методики построения Прогноза развития энергетического партнерства стран БРИКС до 2035 (2050) года

Одним из наиболее перспективных подходов к разработке прогнозов считается моделирование процессов развития, то есть предиктивный анализ на основе наиболее вероятных моделей развития.

Для создания надежной прогностической модели вплоть до 2035 года относительно указанной тематики, мы использовали следующий алгоритм действий, разделенный на 4 этапа. Схематично методика представлена на рисунке 1.

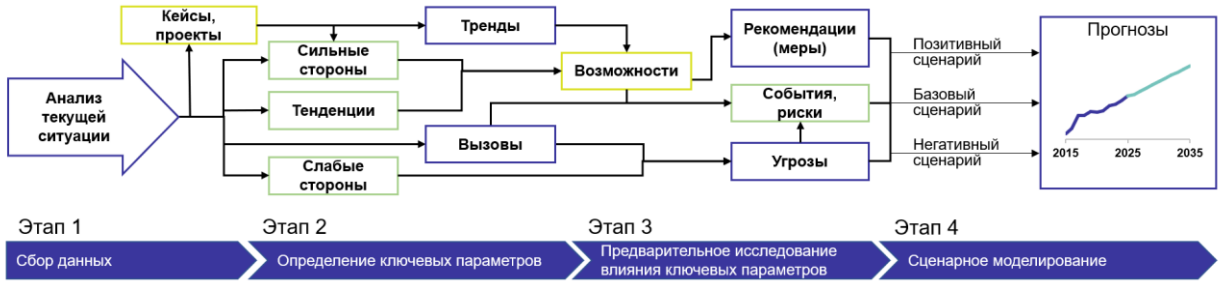


Рис. 1. Методика построения Прогноза

Этап I. Сбор данных

На первом этапе команды определили прогнозное обоснование.

Объект изучения: энергетическая система будущего.

Цель: Выявление потенциальных путей развития энергетического комплекса к 2035 году с учетом совокупного влияния внешних и внутренних детерминант.

Основные задачи:

- Разработать подходы формирования сценариев, обосновав необходимость разработки альтернативных вариантов, определяя число возможных сценариев, значимые внешние условия и показатели оценки эффективности.
- Выбрать подходящие технологические решения для каждого сценария, включая существующие и перспективные инновационные технологии.
- Установить потребности в привлечении профессионалов и экспертов, работающих в сфере соответствующих технологий.

Выделены передовые доступные технологии, успешные мировые кейсы и актуальные бизнес-практики ведущих организаций, соответствующие заявленной теме прогноза.

Этап II. Определение ключевых параметров

Выбраны ключевые показатели, которые наиболее полно характеризуют состояние ТЭКа.

Выделены *глобальные вызовы* ТЭК, стоящих как перед Россией, так и перед мировым сообществом в 2025 году. Выделены глобальные *тенденции и тренды* развития, объединяющих ТЭК большинства стран. Определены *сильные стороны* в наиболее перспективных технологиях энергетической отрасли. А также Определены *слабые стороны*, оказывающих значительное влияние на развитие энергетического сектора.

Этап III. Предварительное исследование влияния ключевых параметров

Параметры, которые определены как ключевые показатели развития ТЭК подверглись анализу с помощью возможных моделей поведения рынка. С учетом вероятных угроз, рисков и событий составлены условия развития тех или иных сценариев, а также определены меры и рекомендации для достижения наилучших показателей.

Этап IV. Сценарное моделирование.

Проведено сценарное моделирование развития отросли, направленное на оценку влияния на ключевые параметры определенных во 2-м этапе. Сделаны выводы и рекомендации в энергетическую стратегию, поддержки производственного роста, а также развития кадрового потенциала.

1.3. Перечень и характеристика сценариев развития (факторы, учитываемые при построении сценариев, их комбинации в различных сценариях и др.).

Для оценки перспектив развития энергетики часто используют три сценария — позитивный, негативный и базовый. Для каждого из сценариев развития, рассматриваемого в рамках Прогноза, характерны определенные условия (факторы), описываемые далее.

Негативный сценарий

Факторы:

- Усиление санкций и расширение перечня недружественных стран;
- Увеличение снижение доли энергоресурсов из России в мировом энергобалансе;
- Ограниченный доступ к международным энергетическим организациям к научным разработкам;
- Истощение запасов нефти, не относящихся к категории трудноизвлекаемых;
- Сохранение тенденции на снижение притока иностранных инвестиций;
- Отсутствие возможностей экспорта водорода, низкие объемы производства;
- Увеличение аварий на производственных объектах;
- Отсутствие внедряемых технологий для снижения негативного влияния на окружающую среду;
- Несоответствие отечественных продуктов энергетики международным стандартам;
- Невысокая установленная мощность ВИЭ к 2035 году;
- Высокий уровень импортозависимости в оборудовании и технологиях;
- Снижение объема финансирования проектов по развитию СНЭ, ВИЭ, интенсификации добычи ТрИЗ, провоцирующее их отмену или остановку.

Комбинация факторов:

При негативном сценарии энергетический сектор России будет испытывать ряд критических проблем: ужесточение санкций и сокращение присутствия на мировом рынке энергоресурсов, истощение легкодоступных запасов нефти и снижение иностранных инвестиций. Основные сложности связаны с технологическим отставанием (отсутствие экотехнологий, высокая импортозависимость), проблемами в развитии ВИЭ и водородной энергетики, а также ростом производственного травматизма. Дополнительным фактором риска выступает сокращение финансирования стратегических проектов в сфере энергетики, что может привести к их приостановке.

Базовый (инерционный) сценарий:

Факторы:

- Сохранение текущего уровня геополитической напряженности с незначительным снятием санкционного давления;
- Развитие отношений между Россией и странами Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР);
- Участие России в крупнейших международных конференциях по вопросам энергетики только на площадках дружественных стран;
- Доступ России на рынки только дружественных стран для реализации ресурсов и технологий ТЭК;
- Устойчивое снижение стоимости компонентов литий-ионных аккумуляторных батарей;
- Рост мирового спроса на водород;
- Развитие технологий переработки и повторного использования компонентов литий-ионных накопителей;
- Усиление политики декарбонизации;
- Отсутствие развития технологий по минимизации негативного влияния на окружающую среду;
- Износ и устаревание оборудования, способствующее росту аварий на производстве;
- Сохранение применяемых решений по добыче и транспортировке энергоресурсов;
- Увеличение установленной мощность ВИЭ к 2035 году.

Комбинация факторов:

Базовый сценарий представляет собой продолжение существующих тенденций. В среднесрочной перспективе ожидается сохранение геополитической напряженности с частичным смягчением санкционного давления, при этом Россия будет развивать сотрудничество со странами АТР и участвовать в международных энергетических форумах преимущественно на площадках дружественных государств. На энергетическом рынке прогнозируется снижение стоимости компонентов литий-ионных батарей, рост спроса на водород и развитие технологий их переработки, усиление политики декарбонизации при отсутствии существенного прогресса в природоохранных технологиях. При этом сохраняется риск увеличения производственных аварий из-за износа оборудования, а также традиционных методов добычи и транспортировки энергоресурсов, однако к 2035 году ожидается значительное увеличение мощностей ВИЭ.

Позитивный сценарий:

Факторы:

- Снижение текущего уровня геополитической напряженности со значительным/полным снятием санкционного давления на энергетический сектор;
- Развитие отношений между Россией и странами Азиатско-Тихоокеанского региона, Европы и северной Америки;
- Участие России в крупнейших международных организациях и форумах по вопросам энергетики и экологии на международных площадках;
- Доступ на мировые рынки для реализации ресурсов и технологий ТЭК;

- Существенное снижение стоимости компонентов литий-ионных аккумуляторных батарей**;**
- Рост мирового спроса на водород;
- Развитие и внедрение технологий по минимизации негативного влияния на окружающую среду при разработке месторождений;
- Существенное увеличение доли низкоуглеродных источников энергии;
- Усиление политики декарбонизации;
- Активное обновление и модернизация оборудования, способствующее минимизации аварий на производстве;
- Сохранение и расширение применяемых решений по добыче и транспортировке энергоресурсов;
- Кратное увеличение установленной мощность ВИЭ к 2035 году.

Комбинация факторов:

Этот сценарий предполагает интенсивное внедрение современных технологий и оптимизацию процессов энергопотребления. Успешное развитие энергетического сектора России предполагает снижение геополитической напряженности и санкционного давления, расширение международного сотрудничества с АТР, Европой и Северной Америкой, активное участие в мировых энергетических форумах. Ключевыми факторами станут доступ к мировым рынкам, снижение стоимости аккумуляторных технологий, рост спроса на водород и увеличение доли низкоуглеродных источников энергии. Планируется модернизация оборудования для минимизации аварий, внедрение экологичных технологий добычи, сохранение существующих и разработка новых решений в сфере энергоресурсов, а также значительное наращивание мощностей ВИЭ к 2035 году в рамках политики декарбонизации.

В таблице 2 приведены исходные характеристики энергосистемы страны, относительно которых проводилось прогнозирование.

Таблица 2. Фактические параметры, характеризующие энергосистему страны

Наименование показателя	Значение
Установленная мощность электростанций энергосистемы России, МВт	269 893
Установленная мощность ТЭС в России, МВт	174 678
Установленная мощность АЭС в России, МВт	34 649
Установленная мощность ГЭС в России, МВт	52 942
Установленная мощность ВЭС в России, МВт	3 849
Установленная мощность СЭС в России, МВт	3 022
Установленная мощность эл. станций в ТИТЭС, МВт	5 400
Выработка электроэнергии электростанциями энергосистемы России, млрд кВт·ч	1 180,6
Душевое потребление электроэнергии, кВт·ч/душу населения	8 158
Поставки электрической энергии на внутренний рынок, млрд. кВт·ч	1 139,3
Газ. Добыча, млрд. куб. м	682,0
Газ. Поставки на внутренний рынок, млрд. куб. м	496,0
Газ. Поставки на экспорт, млрд. куб. м	146,0
Газ. Поставки на экспорт трубопроводный, млрд. куб. м	101,0
Газ. Поставки на экспорт сжиженный природный газ, млрд. куб. м	45,0

Нефть. Добыча, млн. т	516,0
Нефть. Поставки на внутренний рынок, млн. т	297,0
Нефть. Поставки на экспорт, млн. т	234,0
Нефтепродукты. Объем переработки, млн. т	275,0
Нефтепродукты. Поставки на внутренний рынок, млн. т	144,0
Нефтепродукты. Поставки на экспорт, млн. т	131,0
Уголь. Добыча, млн. т	443,0
Уголь. Поставки на внутренний рынок, млн. т	180,9
Уголь. Поставки на экспорт, млн. т	212,5
Уголь. Импорт, млн. т	18,0
Численность населения, млн чел.	146,1
Потребление электроэнергии городское и сельское население, млн. кВт·ч	191 746,8
Цены на электроэнергию, руб. за кВт·ч	5,0
Цены на бензин автомобильный, руб. за 1 л	73,8
Укомплектованность производственным персоналом ТЭК, %	91,3
Энергоемкость ВВП в текущих ценах, кг у. т./на 10 тыс. руб.	39,5
Потребление ТЭР для обеспечение электрической энергией, газом и паром, кг у. т.	969,5
Мощность генерирующих объектов, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии, млн кВт·ч	107,5
Коэффициент обновления основных фондов Российской Федерации в ТЭК, %	3,0
Степень износа основных фондов на конец года в ТЭК, %	51,5
Коэффициент обновления основных фондов в отраслях ТЭК, %	3,0
Удельный расход условного топлива на выработку электрической энергии, г у. т. на кВт·ч	248,0
Доля распределенной генерации, %	0,1
Эмиссия CO_2 от электростанций, млн т	2 148,7
ВВП, трлн руб.	201,2
Отпущено электрической энергии за пределы Российской Федерации, млн кВт·ч	21 743,7
Доля энергетического экспорта, %	1,8
Доля в ВВП обеспечение электрической энергией, газом и паром, %	2,1
Доля в ВВП затрат на потребляемую энергию, %	2,1
Душевое потребление ТЭР, на нужды населения, кг у т/млн. чел	6,6
Затраты на энергию и топливо в расходах населения, млн руб.	3 069,5

1.4. Иные варианты анализа сценариев развития будущего по теме.

При формировании исследований проводился анализ некоторых ключевых направлений энергетического сектора на предмет соответствия поставленной модели и ожидаемых результатов.

В исследованиях энергетической безопасности часто разрабатываются многомерные индикаторы/метрики. Международное энергетическое агентство (МЭА) в 1970-х гг. с целью «координировать решительные меры реагирования на перебои с поставками нефти» определило энергетическую безопасность как бесперебойную доступность источников энергии по доступной цене.

Концепция четырех «А» для оценки энергетической безопасности — наличие, доступность, приемлемость по цене, допустимость (availability, accessibility, affordability and acceptability) представлена Азиатско-Тихоокеанским энергетическим исследовательским центром (APERC). Она дополняется 5 показателями — диверсификацией источников энергоснабжения, чистой зависимостью от импорта энергии, портфелем неуглеродных видов топлива, чистой зависимостью от импорта нефти и зависимостью от импорта ближневосточной нефти.

В 2019 году Путин В.В. утвердил Доктрину энергетической безопасности России до 2035 года[3]. В документе энергетическая безопасность определяется как «состояние защищенности экономики и населения страны от угроз национальной безопасности в сфере энергетики, при котором обеспечивается выполнение предусмотренных законодательством Российской Федерации требований к топливо- и энергоснабжению потребителей, а также выполнение экспортных контрактов и международных обязательств РФ. Внешнеполитическим вызовом энергетической безопасности является наращивание международных усилий по реализации климатической политики и ускоренному переходу к «зеленой экономике».

В ходе анализа «Пять конкурентных сил» М. Портера НГК России выявлено, что сильное давление на НГК исходит со стороны внешних покупателей, от внешних конкурентов в лице стран ОПЕК, ОПЕК + и других стран–экспортеров, а также поставщиков оборудования и инвесторов. Разработанные на основе анализа «Пяти сил» первичные стратегии включают увеличение глубины переработки нефти и расширение производства отечественного оборудования.

Таким образом, анализ сценариев энергетического будущего в рамках определенной цели «Создавая энергетику будущего вместе» включает различные аспекты: изменение климата, переход к низкоуглеродному развитию, технологические инновации, экономические условия и геополитические связи.

Выбор конкретного сценария зависит от множества факторов — политических решений, технологических достижений, экономических возможностей и общественного мнения. Важно учитывать долгосрочные последствия каждого пути и искать компромисс между экономической эффективностью, устойчивостью и защитой окружающей среды. Технологический прогресс, международная кооперация и грамотное управление ресурсами станут ключевыми элементами успешного преодоления будущих энергетических вызовов.

[3] Доктрина энергетической безопасности Российской Федерации, утв. Указом Президента РФ от 13.05.2019 № 216, URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/44252 (дата обращения: 18.04.2025).

Заключение по блоку 1

В 2024 году нефтегазовый комплекс остается системообразующим элементом российской экономики, обеспечивая более 16% ВВП и 37,7% налоговых поступлений в федеральный бюджет. Однако устойчивое развитие ТЭК невозможно без технологической трансформации. Глобальный энергопереход, климатическая повестка и необходимость обеспечения надежности энергоснабжения требуют активного внедрения новых решений. В качестве ключевых направлений диверсификации и повышения устойчивости энергосистемы выделены технологии накопления энергии (СНЭ) и водородная энергетика.

СНЭ критически важны для интеграции ВИЭ, выравнивания пиков нагрузки и предотвращения системных сбоев. Прогнозируемое снижение стоимости и рост эффективности СНЭ в горизонте до 2035 года делают их экономически перспективными. Развитие водородной энергетики требует скоординированных усилий по разработке технологий, подготовке кадров и формированию нормативной базы.

При этом, наблюдается тенденция на смещение внешнеполитической ориентации в сторону партнерства в рамках БРИКС. В условиях деглобализации и санкционного давления БРИКС рассматривается как перспективная платформа для формирования новой модели международного энергетического сотрудничества. Учитывая, что на страны объединения приходится около 50% мирового производства и потребления электроэнергии, их партнерство способно заложить основы более справедливого и устойчивого мирового энергопорядка.

В заключение, топливно-энергетический комплекс России стоит на пороге глубокой структурной трансформации. Его будущая конфигурация и эффективность будут зависеть от способности адаптироваться к двум фундаментальным вызовам: внутренней необходимости технологической модернизации и глобальному сдвигу в энергетических и геополитических ландшафтах. Успешное развитие отрасли в среднесрочной перспективе до 2035 года требует проведения сбалансированной политики, сочетающей поддержку традиционного нефтегазового сектора с ускоренным развитием низкоуглеродных технологий и стратегическим энергетическим партнерством в рамках БРИКС.

Блок 2. Тенденции развития будущего по теме исследования

2.1. Общая характеристика и описание прогнозируемых тенденций развития энергетики

Развитие современной энергетики характеризуется усилением роли инжиниринга, возобновляемых источников энергии, интеллектуальных сетей и систем хранения энергии. В условиях активного роста городов, увеличения доли городского населения, масштабного развития промышленного сектора и стремительной цифровизации всех экономических процессов происходит неуклонный рост энергопотребления, что делает особенно актуальным создание надежной энергосистемы, основанной на принципах безопасности, устойчивости и гибкости.

Структурная трансформация отрасли, выраженная в дополнении углеродной энергетики неуглеродной, централизованного энергоснабжения — децентрализованным, а также в смене экспорта ресурсов на экспорт российских технологий, оборудования и энергетических услуг, напрямую связана с растущим спросом на электроэнергию. Растущий спрос на электроэнергию, в свою очередь, ставит перед энергетическим сектором задачи по модернизации существующих мощностей, повышению энергоэффективности установок и развитию новых источников энергии. Количественные показатели выработки электроэнергии для ведущих стран мира (Китай, США, Индия) представлены на Рис. 2. Динамика по выработке электроэнергии для ведущих стран мира на период 2020 – 2035 гг. [2-4]

2.

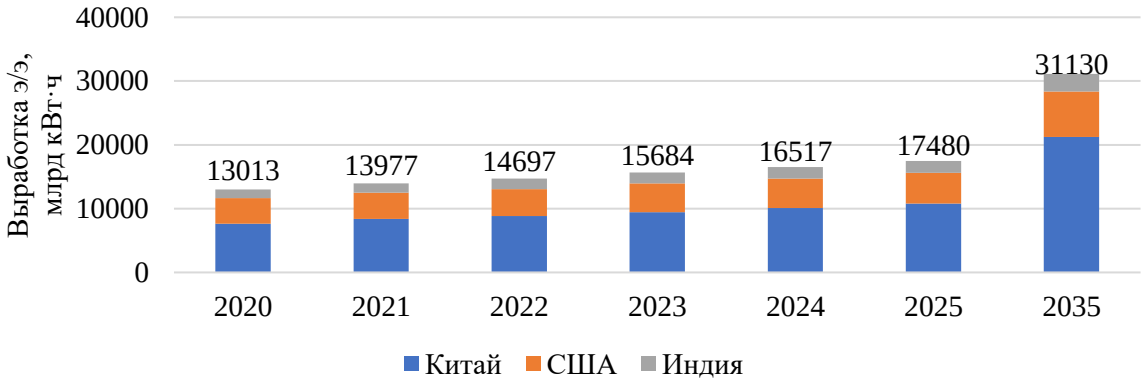


Рис. 2. Динамика по выработке электроэнергии для ведущих стран мира на период 2020 – 2035 гг. [2-4]

По данным АО «СО ЕЭС» электростанции России в 2024 году выработали 1 180,6 млрд кВт·ч, что на 2,9 % больше фактической выработки 2023 года [5]. Анализ статистических данных за последние годы показывает устойчивую тенденцию к увеличению выработки электроэнергии, которая к 2035 может составить 1472 млрд кВт·ч (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**3).

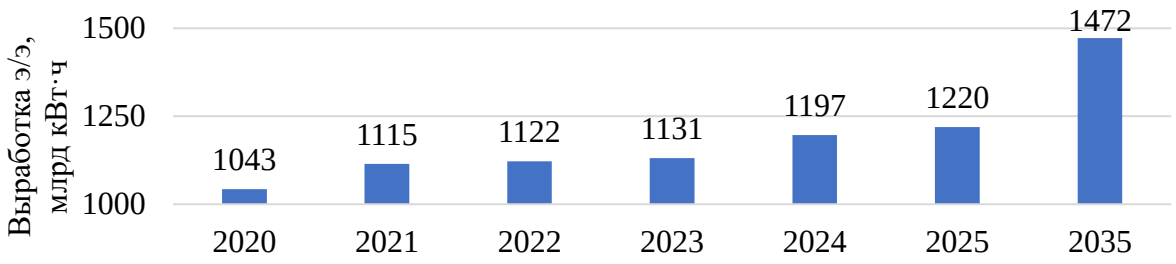


Рис. 3. Выработка электроэнергии в России на период 2020 – 2035 гг. [5]

Согласно прогнозам АО «СО ЕЭС» в период с 2025 по 2042 год ожидается значительное увеличение потребления электроэнергии и, как следствие, возможные дефициты электроэнергии и мощности в отдельных территориальных энергосистемах.

Подобная динамика, характеризующаяся опережающим ростом потребления над вводом генерирующего оборудования, потенциально несет в себе риски для стабильной и надежной работы энергосистемы. Увеличенная нагрузка на сеть может приводить к повышению вероятности возникновения аварийных ситуаций. Чтобы справиться с растущим спросом и ликвидировать нехватку мощностей, в рамках генеральной схемы развития электроэнергетики до 2042 года запланирован комплекс мер [6]. Они включают строительство высоковольтных линий электропередачи (220–750 кВ), внедрение систем постоянного тока, запуск новых электростанций различных типов (атомных, тепловых, гидро-, гидроаккумулирующих, ветровых и солнечных), а также обновление существующего оборудования. Хотя к 2042 году планируется создать стратегический резерв генерирующих мощностей в объеме 2% от прогнозируемого максимума потребления, проблема дефицита мощности при определенных условиях в энергосистеме уже актуальна в настоящее время.

Также для создания новых энергетических мощностей необходимо учитывать текущие тенденции на энергетическом рынке, где наблюдается противоречивая ситуация: уже сейчас наблюдается незначительное снижение добычи нефти, которое при этом сопровождается ростом производства угля и газа (рисунки 4-6). Такая тенденция обусловлена истощением традиционных месторождений, которые требуют все больших затрат на разработку новых, часто более сложных в освоении, источников. К 2035 году ожидается снижение добычи нефти на 11%, а рост добычи угля и газа на 22% и 9% соответственно. Рост газодобычи открывает новые возможности для энергетического сектора. Природный газ, как относительно экологически чистый ископаемый энергоноситель, приобретает роль переходного топлива в процессе перехода к низкоуглеродной экономике. Это стимулирует развитие газотурбинных технологий, расширение газотранспортной инфраструктуры и создание новых мощностей на основе комбинированных циклов.

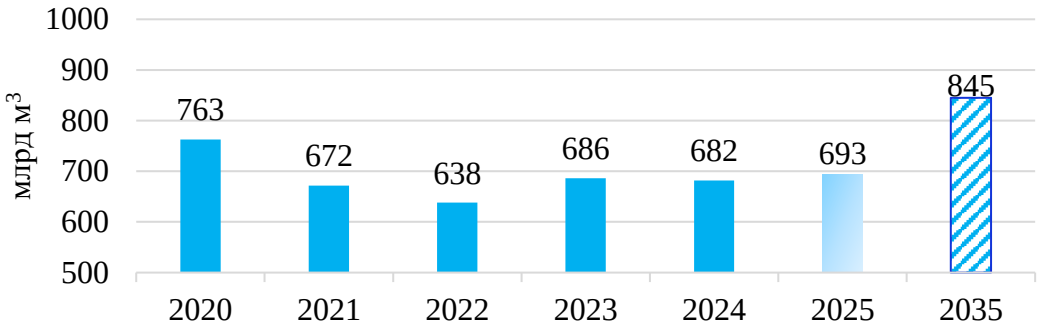


Рис. 4. Статистика и прогноз по добыче газа на период 2020 – 2035 гг.

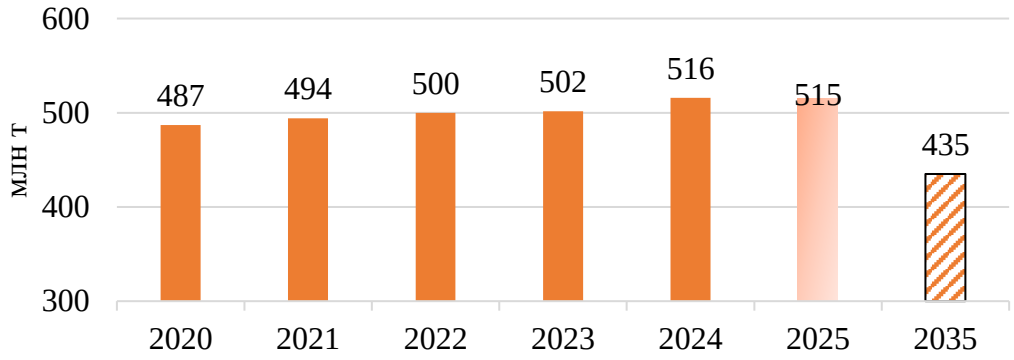


Рис. 5. Статистика и прогноз по добыче нефти на период 2020 – 2035 гг.

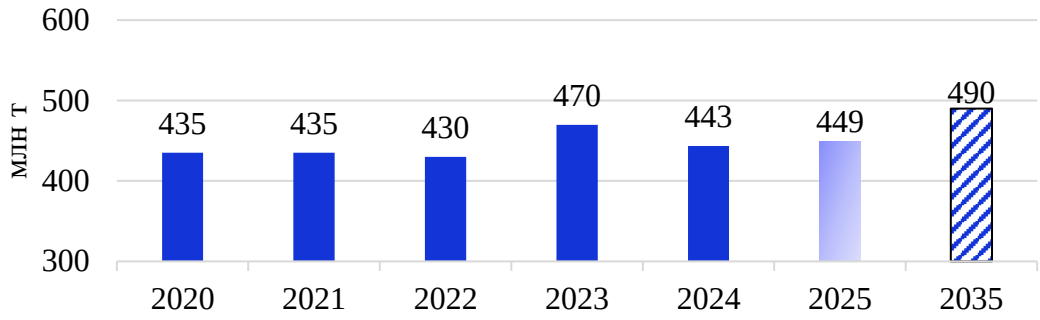


Рис. 6. Статистика и прогноз по добыче угля на период 2020 – 2035 гг.

Формирование новых энергетических мощностей должно учитывать необходимость баланса между экономическими интересами и экологическими целями. Особое внимание уделяется развитию технологий улавливания и хранения углерода, интеграции возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и совершенствованию энергоэффективных решений.

Еще одним способом декарбонизации при текущих тенденциях является развитие водородной энергетики, расширение использования ВИЭ, модернизация существующих мощностей с применением современных экологических решений и совершенствование систем накопления энергии.

Таким образом для эффективного решения энергетических задач необходимо оптимизировать структуру энергобаланса, развивать технологии снижения углеродного следа, стимулировать инвестиции в экологически чистые технологии и создавать эффективные механизмы регулирования энергетического сектора. Современные тенденции в добыче энергоресурсов требуют гибкого подхода к формированию энергетической

политики, гармонично сочетающей экономические интересы с экологическими целями декарбонизации.

2.2. Исследование внешних (общемировых) факторов и тенденций, влияющих на развитие будущего

2.2.1. Динамика цен и потребление ископаемых энергоресурсов: современные тенденции и вызовы

Согласно данным Международного энергетического агентства (IEA), в период с 2010 по 2021 год наблюдался значительный рост цен на основные ископаемые ресурсы: нефть, уголь и природный газ (рисунок 7) [7].

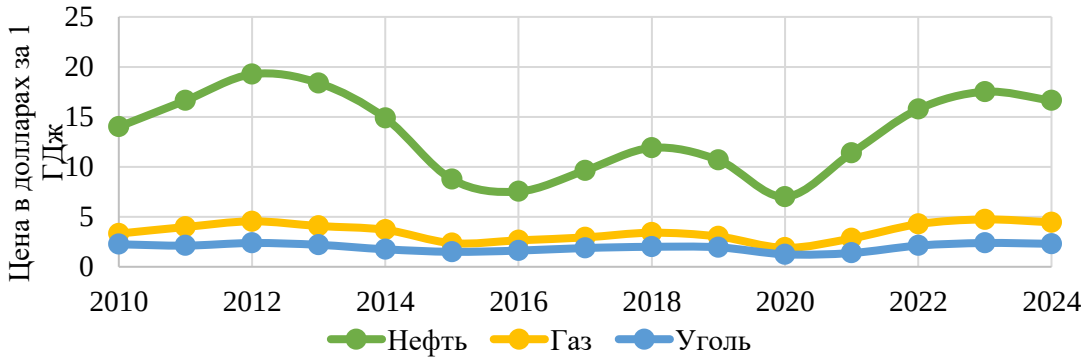


Рис. 7. Динамика мировых цен на нефть, уголь и природный газ (2010 – 2024 гг.) [7]

Такой существенный рост цен на энергоресурсы обусловлен совокупностью факторов. К основным причинам относятся геополитическая напряженность, восстановление потребительского спроса после пандемии COVID-19, а также сокращение инвестиций в разработку новых месторождений углеводородов. Значительное повышение цен на природный газ в 2021 году привлекло внимание мирового сообщества к вопросам энергетической безопасности. Данная ситуация потребовала пересмотра стратегий обеспечения энергоресурсов и поиска альтернативных источников энергии для устойчивого развития экономик различных стран.

Несмотря на усиления мер декарбонизации, мировое потребление угля продолжает расти. По данным IEA [8], в 2023 году потребление угля достигло рекордных уровней, особенно в странах Азии, где уголь остается основным источником энергии для промышленности и электроэнергетики. Рост цен и потребления ископаемых ресурсов подталкивает страны к ускоренному переходу на ВИЭ за счет внедрения новых мощностей солнечной и ветровой энергетики. Именно поэтому в настоящее время наблюдается тенденция на увеличении доли ВИЭ в общей выработке электроэнергии. Однако полная замена ископаемых ресурсов на ВИЭ невозможна в краткосрочной перспективе, так как возобновляемая энергетика имеет недостатки: малая маневренность, невозможность покрытия пиковой нагрузки, а также зависимость от времени года и суток.

Таким образом, складывается тенденция, направленная на оптимизацию работы ВИЭ благодаря интеграции накопителей энергии на основе литий-ионных аккумуляторов или водородных систем накопления энергии (СНЭ).

2.2.2. СНЭЭ – драйвер энергетического перехода

Под влиянием массового процесса электрификации транспорта, электрификации бытового и промышленного отопления, развития цифровой инфраструктуры (в первую очередь дата-центров и облачных вычислений), по оценкам «McKinsey» потребление электроэнергии к 2050 году может увеличится до 2-х раз от текущего потребления при консервативном сценарии [9-10]. Такой рост потребления электроэнергии потребует значительного увеличения количества генерирующего оборудования и строительства новой электросетевой инфраструктуры. В таких условиях системы накопления электрической энергии (СНЭЭ) станут неотъемлемой частью ЭЭС.

Развитие электротранспорта является одним из основных драйверов роста использования СНЭЭ. Развитие производства и эксплуатации электромобилей является наиболее мощным фактором, формирующим спрос на тяговые аккумуляторные батареи. Глобальные продажи электромобилей в 2024 году увеличились на 28% и достигли 17,5 млн. единиц, из них 11 млн. пришлось на электрокары. Потребление электроэнергии легковыми электромобилями увеличилось на 70% до 110 млрд кВт·ч.

Глобальные прогнозы указывают, что к 2030 году сектор электромобилей будет обеспечивать до 80% мирового спроса на литий. На растущий рынок литий-ионных аккумуляторов ориентированы проекты по созданию гигафабрик. Согласно Энергетической стратегии Российской Федерации, на период до 2050 года начато строительство двух «гигафабрик» по выпуску литий-ионных аккумуляторных батарей и СНЭЭ в Калининградской области (производственной мощности в 4 ГВт·ч достаточно для обеспечения батареями около 50 000 электромобилей в год) и г. Москва дочерней компанией Росатом –[12].

Глобальное падение цен на аккумуляторы, обусловленное эффектом масштаба и технологическими усовершенствованиями, является мощнейшим стимулом для рынка. Средняя цена на литий-ионные аккумуляторы упала до 115 $ за кВт·ч в 2024 году [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**3], что на 20% меньше, чем в 2023 году. В Китае, мировом лидере по производству, стоимость готовых системных решений уже достигла рекордно низких отметок. Для России этот фактор имеет двойственное значение. С одной стороны, он делает импортные решения доступнее. С другой – создает серьезный вызов для отечественных производителей, которым сложно конкурировать по цене с китайскими гигантами. Кроме того, эффект от снижения мировых цен может быть нивелирован для конечного российского потребителя из-за таможенных пошлин, сложной логистики и валютных рисков.

2.3. Исследование факторов и тенденций развития энергетики в России

2.3.1. Декарбонизация энергетики

В связи с глобальными тенденциями к снижению выбросов CO_2, переход к ВИЭ становится необходимостью для обеспечения устойчивого развития регионов. Удельные выбросы парниковых газов от «традиционных» топливных технологий существенно выше, чем от технологий ВИЭ (рисунок 8).

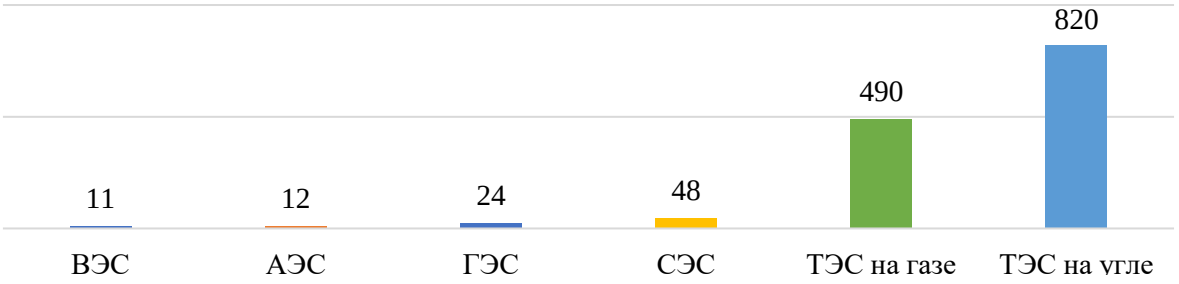


Рис. 8. Удельные выбросы парниковых газов г. CO_2 экв. /кВт·ч (медиана) в течение жизненного цикла объектов генерации электроэнергии

Одним из путей декарбонизации в РФ является внедрение ВИЭ, причем статистический анализ демонстрирует положительную динамику развития данного сектора. Согласно стратегическим планам развития энергетического сектора, прогнозируется, что уже к 2035 году доля ВИЭ в общей выработке электроэнергии достигнет 6%, а к 2050 году — превысит отметку в 15% [**Ошибка! Закладка не определена.**]. Параллельно с этим ожидается существенный рост установленной мощности ВИЭ — до 26,8 гигаватт (Рис. 9. 9) [15-17].

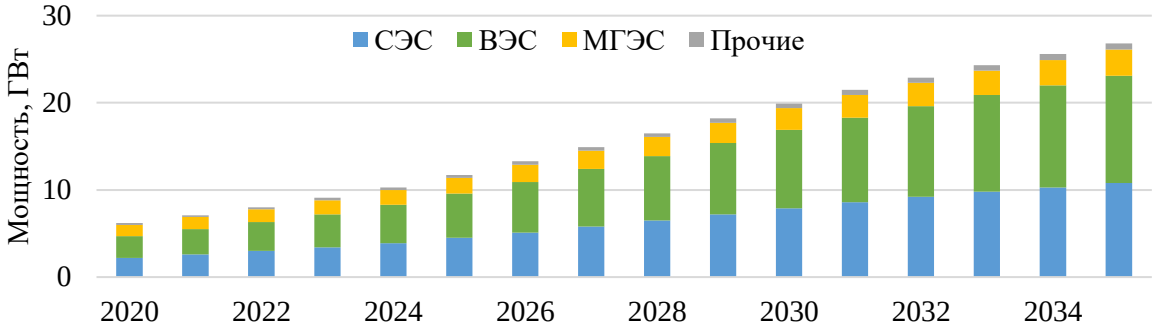


Рис. 9. Динамика роста установленной мощности ВИЭ в России до 2035 г. [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**3]

Другой важный способ снижения выбросов парниковых газов – повышение энергоэффективности различных установок за счет цифровизации энергетического сектора. Внедрение цифровых технологий позволяет оптимизировать процессы генерации, распределения и потребления энергии, что приводит к снижению углеродного следа. Дополнительно замена традиционных видов топлива в энергетике и промышленности на водород способствует снижению выбросов парниковых газов. Также используется CCUS – технология улавливания, использования и хранения углекислого газа, которая позволяет снизить выбросы CO_2 в атмосферу.

Важно отметить, возобновляемые источники энергии и водородные технологии существенно трансформируют энергетический сектор, значительно сокращая выбросы углекислого газа (Рис. 10.10).

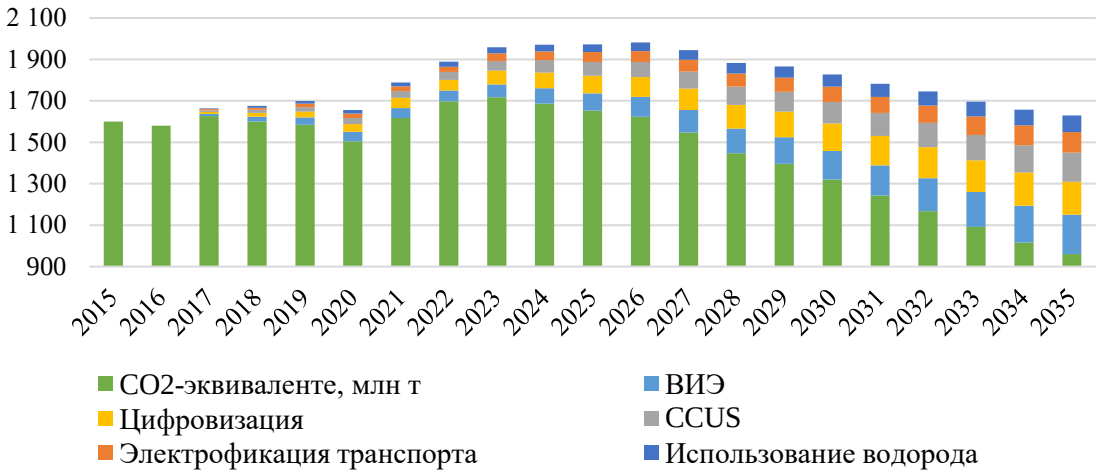


Рис. 10. Влияние способа декарбонизации на снижение выбросов CO_2 в CO_2 экв. в РФ

Рассмотренные в данном блоке факторы формируют предпосылки к диверсификации энергетического сектора, где водород может стать связующим звеном между традиционной и возобновляемой энергетикой. Комбинация ВИЭ с водородной энергетикой, СНЭ и новыми «умными» системами управления создает синергетический эффект, позволяя не только снизить углеродный след, но и обеспечить стабильную работу энергосистемы.

2.3.2. Цифровая модернизация энергетического комплекса

Цифровизация – один из ключевых трендов в электроэнергетике [18]. Новые IT-решения позволяют не только автоматизировать отдельные бизнес-задачи и рабочие процессы, но и выполнять сквозное преобразование всей отрасли [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**9].

Цифровизация в энергетике развивается по нескольким ключевым направлениям, каждое из которых опирается на определенный набор технологий:

1) Интеллектуальные сети (англ. Smart Grids). Модернизация традиционных электрических сетей путем интеграции информационных и коммуникационных технологий.

2) Цифровые двойники (англ. Digital Twins). Создание виртуальных копий физических объектов — электростанций, подстанций, линий электропередачи.

3) Анализ больших данных и ИИ (англ. BigData, AI). Энергосистемы генерируют огромные объемы данных. Современные технологии позволяют их анализировать для принятия более точных и быстрых решений.

4) Интернет вещей (англ. IoT). Оснащение оборудования датчиками и сенсорами, объединенными в единую сеть для сбора и передачи данных.

5) Роботизация. Применение роботов для выполнения опасных, трудоемких и рутинных задач.

Цифровизация позволит увеличить уровень автоматизации процессов в электро- и теплоэнергетике, снизить капитальные и эксплуатационные затраты (в т.ч. снизить общее количество оперативного персонала), оптимизировать работу энергосистемы, снизить аварийность на энергетических объектах. Все это введет к созданию более сложной, но в то же время более адаптивной и современной энергосистемы.

2.4. Тенденции развития энергетической отрасли

2.4.1. Развитие распределенной энергетики

В современной энергетике России особое внимание уделяется вопросам энергоснабжения изолированных территорий, преимущественно расположенных в зоне Крайнего Севера и на Дальнем Востоке. Эти регионы характеризуются малой численностью населения, сложными климатическими условиями и недостаточно развитой инфраструктурой.

Серьезной проблемой для удаленных регионов является зависимость от завоза топлива, что существенно повышает стоимость электрической и тепловой энергии. Существующие генерирующие мощности отличаются высоким износом оборудования, низкой тепловой эффективностью и значительными расходами топлива — до 600 г. у. т./кВт·ч [20]. Несмотря на значительный потенциал ВИЭ, значительную роль в энергоснабжении по-прежнему играют дизельные электростанции, эффективность которых невысокая (30–35%), а частота поломок остается высокой [21].

В этих условиях особую актуальность приобретает развитие распределенной энергетики, позволяющей производить электроэнергию непосредственно у места потребления. Это не только снижает потери при передаче энергии, но и дает возможность потребителям активно участвовать в энергорынке. Они могут продавать излишки собственной генерации в пиковые часы и заряжать накопители в периоды минимальной нагрузки, тем самым выравнивая общий график энергопотребления.

Для решения проблем энергоснабжения изолированных территорий рассматриваются различные перспективные технологии, включая малые атомные станции, ВИЭ (ветро-, солнечные, геотермальные электростанции). Однако их внедрение осложняется ограниченной маневренностью и высокой стоимостью.

Перспективным направлением становится использование водородных систем накопления энергии (СНЭ). В России планируется запуск пилотного проекта арктической станции «Снежинка» в Ямало-Ненецком АО. Проект предусматривает создание комплексной системы энергоснабжения на базе ВИЭ, включающей литий-ионные аккумуляторы, водородную СНЭ, топливные элементы для выработки электроэнергии и водородные котлы для теплоснабжения. Эффективность системы обеспечит технология жидкостного охлаждения, позволяющая рационально использовать низкопотенциальное тепло [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**3].

Эффективность внедрения водородных технологий в системы децентрализованного теплоснабжения может быть достигнута при комплексном использовании различных источников энергии, что открывает новые перспективы для развития энергоснабжения удаленных регионов России. Например, использование АЭС малой мощность вместе с ВИЭ и СНЭ на водороде.

2.4.2. Развитие технологий добычи ТрИЗ

В настоящее время нефтегазовая отрасль имеет проблему постепенного истощения традиционных месторождений. В этих условиях особую актуальность приобретает развитие трудноизвлекаемых запасов (ТрИЗ), которые представляют значительный потенциал для увеличения ресурсной базы. До 70% запасов нефти в РФ относятся к категории ТРИЗ. В настоящее время нефтегазовая отрасль сталкивается с серьезными вызовами, связанными с постепенным истощением традиционных месторождений. Это создает угрозу для энергетической безопасности и устойчивого развития отрасли.

Освоение трудноизвлекаемых запасов требует комплексного подхода, охватывающего различные сферы: от машиностроения до цифровых технологий и научных разработок. Проекты в Ямало-Ненецком автономном округе, Ханты-Мансийском автономном округе, Красноярском крае и Республике Коми требуют создания новой системы нефтесервисных подрядчиков и формирования специализированных инженерных кластеров для разработки адаптированной техники.

Однако развитие ТрИЗ сопряжено с определенными сложностями. Прежде всего, это связано с более высокой себестоимостью добычи по сравнению с традиционными методами, что при существующей системе налогообложения (НДПИ) снижает рентабельность проектов. Данная ситуация создает необходимость в технологическом импортозамещении и пересмотре налоговой модели.

Особую значимость приобретает вопрос сохранения объемов бюджетных поступлений при переходе к менее доходным, но критически важным источникам добычи. Это требует сбалансированного подхода к корректировке фискальной политики и стимулирования инноваций в отрасли.

Технологическое развитие в сфере добычи ТрИЗ стимулирует внедрение инноваций, что повышает конкурентоспособность компаний. Применение новых решений способствует оптимизации производственных процессов и снижению затрат на добычу.

Важным аспектом развития ТрИЗ является соблюдение экологических стандартов. Современные технологии позволяют минимизировать воздействие на окружающую среду при разработке сложных месторождений, что соответствует международным требованиям экологической безопасности.

Таким образом, развитие трудноизвлекаемых запасов становится необходимым условием для преодоления вызовов, стоящих перед нефтегазовой отраслью, и обеспечения ее устойчивого развития в долгосрочной перспективе.

2.5. Анализ кейсов компаний по перспективным отраслям ТЭК

На будущий облик российского энергетического комплекса окажут значительное влияние такие развивающиеся отрасли, как накопители энергии и водородная энергетика, а также внедрение искусственного интеллекта (ИИ), умных сетей, возобновляемой энергетики, модернизация и повышение эффективности нефте- и газодобычи, переработки.

В исследовании было рассмотрено в общей сложности 106 реализованных и планируемых проектов из этих областей, особое внимание уделено отечественному производству (82 кейса). Сроки запуска проектов охватывают период с 2003 по 2035 год, при этом наиболее интенсивный период приходится на 2025 – 2030 годы.

41 рассмотренный проект относится к водородной энергетике, 13 кейсов – к накопителям энергии, 25 кейсов из нефтегазовой отрасли, 5 – в области ИТ-решений,

многие кейсы относятся сразу к нескольким сферам, затрагивая как вопросы декарбонизации, так и укрепление энергетической безопасности и адаптация традиционных отраслей к новым вызовам. Так, кейсы с производством водорода из метана демонстрируют тенденцию адаптации газодобывающего и газоперерабатывающего комплексов к запросам на декарбонизацию экономики; внедрение накопителей и умных сетей не только повышает энергобезопасность, но и тесно связано с увеличением доли ВИЭ и АЭС ММ как в составе сетевой генерации, так и в распределенной и автономной энергетике.

Помимо электрической и тепловой энергетики рассмотренные кейсы охватывают и транспортный сектор: развитие производства накопителей энергии позволит обеспечить аккумуляторами отечественные производства электротранспорта; развитие водородных технологий позволяет расширить возможности декарбонизации дальних перевозок и железной дороги, а также флота; изменения в нефтеперабатывающем секторе ведут к улучшению экологических показателей традиционного ископаемого топлива.

Рассмотренные проекты направлены не только на удовлетворение внутренних нужд России, но и на экспорт. Так, развитие водородных кластеров во многом направлено на планируемый экспорт водорода в Китай, Европу, Японию, и их успешная реализация станет залогом сохранения позиций России на мировом рынке энергоресурсов, позволяя успешно конкурировать в условиях развития трансграничного углеродного регулирования.

Основу кейсов, направленных на накопление энергии, составляют крупные гидроаккумулирующие станции, т. к. они обладают рядом преимуществ: отработанная технология, экологичность и маневренность. Однако в засушливых регионах (Крым, Краснодарский край) актуально применение электрохимических накопителей, а в автономных и распределенных сетях применяются как электрохимические, так и водородные системы. Также имеется потенциал развития твердотельных гравитационных накопителей, которые впервые были разработаны в России и теперь начинают применяться за рубежом.

В области водородной энергетики в России на данный момент доминирует производство электролизом: зеленого водорода (70%) и желтого от АЭС (5%), остальные 25% приходятся на конверсию природного газа, что в целом соответствует общемировым трендам. Ожидается, что совокупная мощность производства низкоуглеродного водорода в России сможет превысить 10 млн тонн в год.

ИТ-решения сводятся главным образом к внедрению автоматизированных систем контроля, выявления аварийных ситуаций, применению цифровых двойников и IoT; прогнозированию потребления. Особого внимания заслуживает внедрение умных сетей как на уровне низкого напряжения (что позволяет увеличить надежность снабжения потребителей и интегрировать микрогенерацию), так и на уровне системообразующих связей, что приведет к снижению потерь при перетоках мощности, а также позволит эффективнее интегрировать такие перспективные решения, как передачи постоянного тока, питание энергодефицитных районов за счет удаленной низкоуглеродной генерации (ГЭС, АЭС).

Ввод новых мощностей ВИЭ затрагивает как развитие крупной сетевой генерации (ввод ВЭС и СЭС на Юге России), так и развитие энергосистем изолированных регионов (развитие АГЭК, позволяющее снизить дизельную генерацию и существенно удешевить стоимость электроэнергии, а также интегрировать водородные технологии и создать локальные производства топлива для транспорта).



Рис. 11. Карта с избранными кейсами отечественных компаний

2.7. Анализ влияния факторов внутренней и внешней среды на развитие энергетики РФ и анализ рисков по теме исследования

Для проведения комплексного анализа использовался PESTEL – метод, посредством привлечения экспертов, который позволил определить основные факторы внешней среды (таблица 3).

Таблица 3. Факторы внешней среды, оказывающие влияние на развитие энергетики в РФ до 2035 года

Описание фактора	Средняя оценка	Оценка с поправкой на вес	Характер влияния
Политические факторы			
Внешнеполитическое давление и международные санкции (P1)	4,10	0,180	-
Укрепление международного сотрудничества	4,00	0,220	+
Усиление роли государства в стратегических отраслях (в том числе в ТЭК)	4,20	0,185	+
Зависимость от внутренней государственной политики (P2)	4,10	0,135	-
Итог:		0,720	
Экономические факторы			
Блокировка финансовых потоков в рамках совместных проектов с ЕС (E1)	4,20	0,185	-
Неопределенность рынка в связи с зависимостью от глобального спроса (E2)	4,30	0,189	-
Потенциальный рост экспорта в зарубежные страны (ЕС, Восточная Азия)	5,00	0,220	+
Субсидирование и льготное кредитование проектов в сфере водородной энергетики	4,50	0,148	+
Итог:		0,742	
Социальные факторы			
Рост запроса на экологичность и социальную ответственность компаний ТЭК	3,70	0,081	+
Заинтересованность компаний в переходе на альтернативный энергоресурс	3,80	0,125	+
Дефицит/миграция квалифицированных специалистов (S1)	3,00	0,132	-
Сопротивление изменениям, ориентация на традиционный подход в энергетике (S2)	4,20	0,138	-
Итог:		0,477	
Технологические факторы			
Развитие научной базы, увеличение количества проектов в области ВИЭ, водорода, накопителей энергии	4,90	0,215	+
Недостаток требуемой инфраструктуры и технологическое отставание (T1)	4,60	0,253	-
Налаженная политика импортозамещения	4,50	0,247	+
Риск неспособности отечественных компаний заменить иностранные технологии (T2)	4,30	0,142	-
Итог:		0,857	

Продолжение таблицы 3

Описание фактора	Средняя оценка	Оценка с поправкой на вес	Характер влияния
Экологические факторы			
Снижение углеродного следа	3,70	0,203	+
Выбросы и эмиссии при производстве (En1)	4,00	0,132	-
Проблемы утилизации основной и побочной продукции (En2)	3,50	0,154	-
Постепенное снижение зависимости от ископаемого топлива	3,60	0,119	+/-
Итог:		0,608	
Правовые факторы			
Недостаточная проработанность нормативной базы (L1)	3,80	0,125	-
Противоречие в международных и отечественных стандартах (ISO, ADR, ГОСТы) (L2)	4,00	0,176	-
Наличие национальных программ и стратегий развития энергетики	3,40	0,187	+
Стимулирование локализации производства энергооборудования	3,30	0,145	+
Итог:	96,70	0,633	
Абсолютный max		2,096	
Абсолютный min		1,941	

Далее рассмотренные факторы были представлены с помощью метода радара и их группировкой на две основные группы: потенциальные риски и возможности.

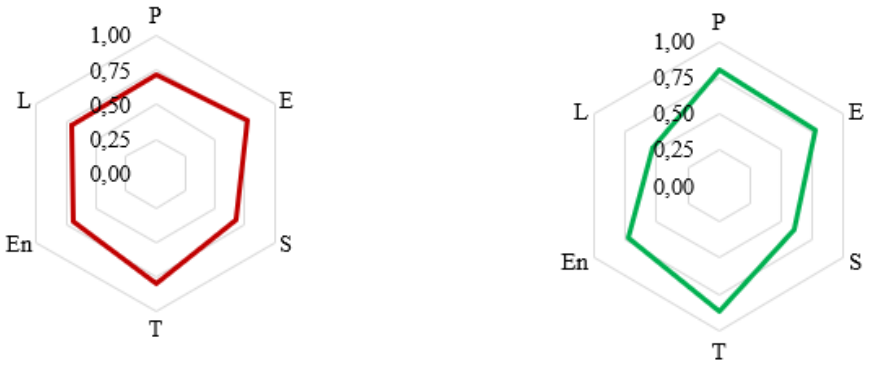


Рис. 12. Факторы внешней среды, группированные с позиции потенциальных рисков и возможностей развития энергетики РФ до 2035 года

Наиболее значительные риски проекта обусловлены политическими, экономическими и технологическими факторами. При этом технологические и экономические аспекты несут в себе не только риски, но и существенные возможности. Также в рамках исследования был проведен SWOT-анализ и комплексный анализ рисков.

SWOT-анализ предназначен для оценки комплекса внутренних и внешних факторов, влияющих на развитие энергетики страны. Его применение позволяет провести всестороннее изучение сильных (S) и слабых (W) сторон отрасли, а также выявить возможности (O) и угрозы (T), возникающие во внешней среде.

Таблица 4. SWOT-анализ по теме исследования

Сильные стороны (S)	**Слабые стороны (W)**
1) диверсифицированная сырьевая база; 2) передовые компетенции в области атомной энергетики и гидрогенерации; 3) уникальный опыт реализации в сложных климатических условиях; 4) модернизация энергетической инфраструктуры.	W1. высокая доля физически изношенных основных фондов; W2. недостаточный уровень цифровизации и автоматизации процессов; W3. ограниченная взаимозаменяемость оборудования разных производителей; W4. зависимость от импортных технологий.
Возможности (O)	**Угрозы (T)**
1) усиление мер государственной поддержки; 2) обучение и привлечение специалистов; 3) снижение стоимости технологий за счет эффекта масштаба; 4) расширение программ энергосервиса и повышения энергоэффективности.	T1. усиление зависимости от импорта; T2. конкуренция с другими источниками энергии; T3. недостаточная поддержка со стороны государства; T4. риски кибератак на объекты критической инфраструктуры.

Далее был проведен анализ рисков с целью определения потенциальных барьеров развития энергетики РФ. Для этого негативные факторы, полученные в процессе проведения SWOT-анализа (таблица 4) и PESTEL (таблица 3) были сгруппированы по вероятности возникновения и степени влияния рисков на объект исследования. Обозначения W1 – W4 это слабые стороны, рассмотренные в SWOT – анализе, а T1 – T4 – угрозы соответственно. В PESTEL – анализе аналогичный принцип формирования рисков: P1, P2 – политические риски; E1, E2 – экономические; S1, S2 – социальные; T1, T2 – технологические; En, En2 – экологические и L1, L2 – правовые риски.

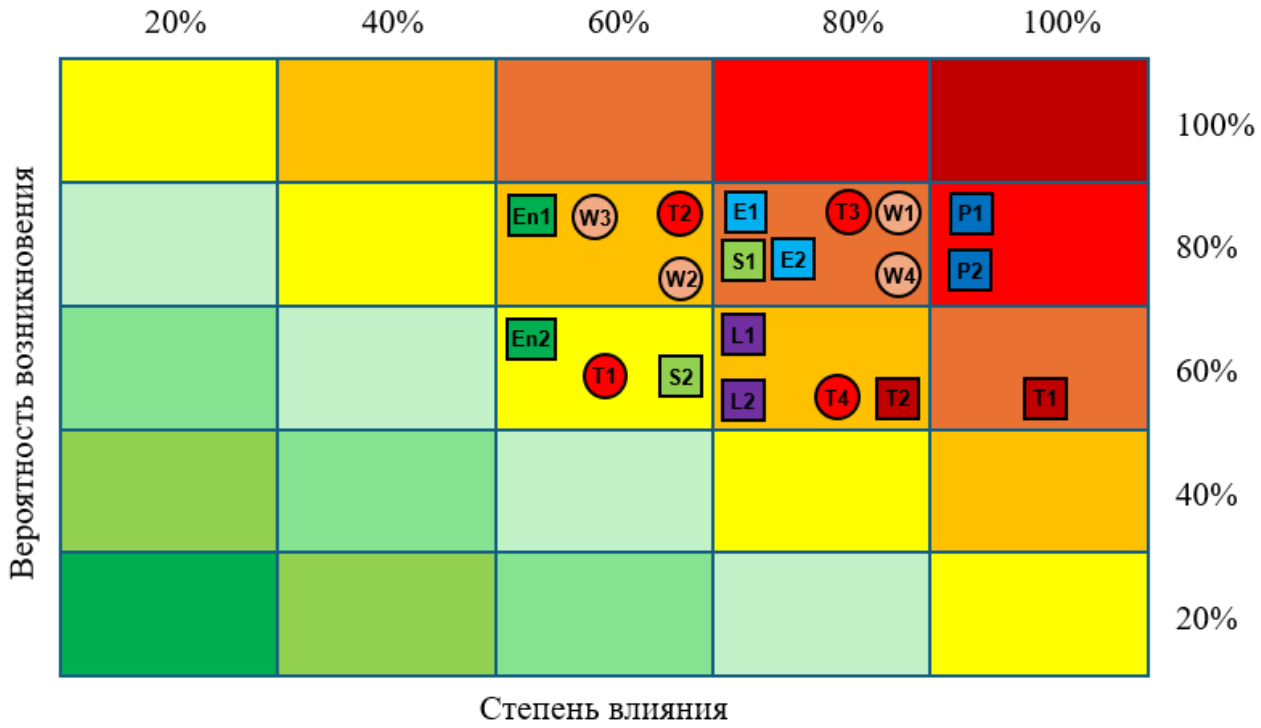


Рис. 13. Анализ рисков развития энергетики РФ до 2035 г.

Таким образом, наибольшее негативное влияние и высокую степень вероятности имеет внешнеполитическое давление и международные санкции, а также зависимость от внутренней государственной политики. Данные риски имеют прямую взаимосвязь:

1) введение санкций со стороны западных стран ограничивает доступ российских копаний к международным рынкам, технологиям и финансированию, как следствие, происходит снижение конкурентоспособности;
2) недостаточная государственная поддержка, которая усиливает в большей степени уязвимость российских компаний к санкционному давлению.

В качестве мер по минимизации последствий целесообразно рассмотреть усиление государственной поддержки, диверсификацию экспортных направлений и активизацию развития импортозамещающих технологий.

Заключение по блоку 2

Проведенный анализ выявил, что развитие энергетики России до 2035 года будет определяться сложным взаимодействием глобальных трендов и внутренних вызовов. Ключевым драйвером трансформации отрасли является опережающий рост энергопотребления, обусловленный цифровизацией, электрификацией транспорта и промышленности. Это создает прямые риски возникновения дефицита мощности и требует масштабной модернизации генерирующей и сетевой инфраструктуры, что и отражено в Генеральной схеме до 2042 года.

В ответ на эти вызовы происходит структурная перестройка энергобаланса, выражающаяся в трех основных тенденциях: децентрализации генерации, диверсификации источников и цифровизации и повышении гибкости энергосистемы.

Потенциал развития подтверждается анализом более 100 отечественных кейсов, пик реализации которых приходится на 2025–2030 годы. Наиболее активные инвестиции направляются в водородную энергетику, СНЭ и модернизацию нефтегазового комплекса, что нацелено как на внутренние нужды, так и на сохранение экспортных позиций.

Однако успешная реализация этого перехода сопряжена со значительными рисками. PESTEL- и SWOT-анализ идентифицировал в качестве наиболее критичных угроз:

- Внешнеполитическое давление и санкции, ограничивающие доступ к технологиям и финансированию.
- Технологическое отставание и зависимость от импорта в условиях необходимости быстрого импортозамещения.
- Высокий износ основных фондов и недостаточная проработанность нормативной базы для новых технологий.

Таким образом, для обеспечения энергетической безопасности и устойчивого развития России необходим сбалансированный стратегический подход, сочетающий:

- Ускоренную модернизацию существующей инфраструктуры и развитие новых мощностей с акцентом на ВИЭ, атомную энергетику и газ как переходное топливо.
- Активную государственную поддержку в форме субсидий, льготного кредитования и создания опережающей нормативной базы.
- Стимулирование отечественных НИОКР и локализацию производства критически важных технологий (накопители, водород, умные сети) для снижения зависимостей.
- Диверсификацию экспортных потоков и развитие международного сотрудничества в новых сегментах, таких как низкоуглеродный водород и энергетические услуги.

Реализация этого курса позволит не только устранить прогнозируемый дефицит мощностей к 2035 году, но и преобразовать российский ТЭК в конкурентоспособную, технологически продвинутую и экологически ответственную отрасль, соответствующую вызовам глобальной энергетической трансформации.

Блок 3. Сценарный анализ

3.1. Негативный сценарий

В рамках негативного сценария рассмотрены показатели, характеризующие предпосылки стагнации ТЭК или снижения достигнутых значений по следующим направлениям: СНЭ, водородная энергетика, добыча углеводородного сырья (УВС), которые формируют энергетическую безопасность в условиях глобальной трансформации.

Катализаторами развития негативного сценария являются показатели, перечисленные в таблице 5. Вероятность наступления данного сценария пропорционально увеличивается при реализации каждого из пунктов, т.к. комбинации факторов стимулируют наступление синергетического эффекта, инструмента, который в зависимости от масштаба запущенных катализаторов может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на энергетическую безопасность в условиях глобальной трансформации.

Таблица 5. Условия наступления негативного сценария

Политические обстоятельства
1. Усиление санкций и расширение перечня недружественных стран, ухудшение отношений между Россией и странами Азиатско-Тихоокеанского региона.
2. Увеличение альтернатив российским энергоресурсам в мире и снижение доли России в мировом энергобалансе.
3. Ограниченный доступ к международным энергетическим объединениям и к новейшим мировым научным разработкам.
Экономические обстоятельства
1. Рост объемов потребления электроэнергии при отсутствии обновления основных фондов.
2. Истощение запасов нефти, не относящихся к категории трудноизвлекаемой (ТРиЗ).
3. Сохранение тенденции снижения притока иностранных инвестиций, отток капитала.
Социальные обстоятельства
1. Сокращение перечня рабочих мест.
2. Отток квалифицированных кадров из России.
Технологические и инновационные обстоятельства
1. Рост среднего возраста оборудования.
2. Высокий уровень импортозависимости в оборудовании.
3. Снижение объема финансирования проектов по развитию СНЭЭ, ВИЭ, интенсификации добычи ТРиЗ, провоцирующее их отмену или остановку.
Экологические обстоятельства
1. Увеличение аварий на производственных объектах.
2. Отсутствие технологий для снижения негативного влияния на окружающую среду.
3. Несоответствие отечественных продуктов энергетики международным стандартам.
Правовые обстоятельства
1. Отсутствие актуализированной нормативной базы в части добычи и реализации продукции ВИЭ, водорода.
2. Отсутствие налоговых льгот и субсидий на развитие НИОКР, особенно в части добычи ТриЗ, производства «зеленого» водорода, эффективных СНЭ.

Характеристика развития **научно обоснованных приоритетов стратегического развития отраслей ТЭК** в негативном сценарии учитывает следующие топливные направления: ТрИЗ, дизель и СПГ.

ТрИЗ: при реализации негативного сценария будет достигнуто значение показателя добычи ТРИЗ 224 млн т, что будет тормозить развитие экономики России, негативно отразится на сальдо внешнеторгового баланса и усугубит ситуацию в НГК.

Дизельное топливо: ожидается снижение объема производства дизельного топлива до 86,7 млн т, а т.к. дизельное топливо является стратегическим ресурсом, используется в отраслях агропромышленного комплекса, военно-промышленного комплекса, транспорта, ЖКХ, его дефицит синергетически охватит множество отраслей, вызовет негативный социальный эффект в виде повышения доли транспортных затрат на продукцию, и нанесет значительный ущерб экономике страны и ее социальной сфере.

СПГ: прогнозируется сохранение объема потребления практически на уровне фактических значений последних лет — 29,5 млн т, что расценивается как стагнация развития отрасли, при которой невостребованные внешним рынком объемы реализации продукции будут перенаправлены на внутренний рынок. Такая ситуация возможна, если государство не будет создавать меры поддержки для газовой промышленности и не определит пути развития отрасли СПГ на внутреннем рынке.

Характеристика развития **энергетической безопасности в условиях глобальных трансформаций** в негативном сценарии представлена в таблице 6.

Таблица 6. Свод прогноза ключевых параметров энергетический безопасности до 2035 года для реализации негативного сценария

Внутренние факторы	Внешние факторы
Политические	
- Смена политического курса, отказ от поддержки «зеленой» энергетики в пользу традиционной; - Отсутствие четкой национальной стратегии; - Усиление государственного контроля и фискальной нагрузки.	- Давление со стороны стран-конкурентов, «зеленый» протекционизм, ответные ограничения на экспорт технологий и оборудования; - Политическое решение стран-импортеров об отказе от сотрудничества в сфере водорода по политическим мотивам; - Полный запрет на страховку и фрахт танкеров, расчетные механизмы, а также эмбарго на поставки оборудования и сервисов.
Социальные	
- Низкое общественное восприятие и сопротивление состава местных сообществ из-за высоких тарифов или отчуждения земель под объекты ВИЭ; - Утечка кадров и отсутствие образовательных программ.	- Формирование негативного международного имиджа страны по вопросам зеленой повестки и создания новых источников энергии; - Отсутствие информации со стороны международных научных и экспертных сообществ, приводящий к потере доступа к передовым знаниям и практикам.

Продолжение таблицы 6

Технологические	
- Технологическая изоляция, отсутствие собственных критических технологий и зависимость от импорта; - Провал в создании полной цепочки добавленной стоимости и зависимость от импорта технологий; - Невозможность разработки и внедрения технологий для добычи на сложных месторождениях в виду ухода иностранных сервисных компаний.	- Технологическое эмбарго на поставки высокотехнологичного оборудования для ВИЭ, систем хранения энергии и высокотехнологичного оборудования для сейсморазведки и бурения; - Стремительный технологический рывок конкурентов по вопросам внедрения новых источников энергии.
Экологические	
- Недооценка экологических последствий; - Игнорирование «углеродного следа» при производстве водорода из природного газа; - Крупная техногенная катастрофа из-за использования устаревшего оборудования и снижения стандартов безопасности.	- Ужесточение международных экологических стандартов; - Ужесточение глобальных стандартов на «низкоуглеродный» и «зеленый» водород и его невыполнение из-за высоких косвенных выбросов.

В негативном сценарии сотрудничество между странами практически не развивается. ТЭК и МСК России функционируют для обеспечения собственных нужд с минимальными экспортными показателями. Главным торговым партнером Китая является США. Бразилия развивает отношения со странами на своем континенте – в основном с Парагваем и Аргентиной. В Китае и Индии сохраняется высокая доля угольной генерации: переход к низкоуглеродным технологиям откладывается еще на 15-20 лет. Из-за возможных кризисов поставок угля в Китае снижаются темпы роста промышленного сектора, и, как следствие, замедляются темпы развития экономики. В развитых странах снижается потребление электроэнергии на душу населения.

Так как среди БРИКС нет государств, добывающих уран в достаточном количестве, то экспорт этого ресурса со временем сойдет на нет. Основным экспортным ресурсом останется уголь: к 2035 году **оборот угля между странами БРИКС возрастет на 16,5%** относительно уровня 2022 года, к 2050 году – еще на 96%. **Обороты газа при этом возрастут на 34,7%** к 2035 году и еще на 93% к 2050 году. **Обороты нефти увеличатся на 3,7%** к 2035 году и еще на 93,4% к 2050 году соответственно.

В негативном сценарии развития СНЭ к 2035 году выделены следующие ключевые показатели в таблице 7, отображающие динамику развития и распространения технологии.

Таблица 7. Ключевые показатели развития СНЭ в негативном сценарии

Фактор	Значение показателя к 2035 году
Энергоемкость СНЭ, введенных в эксплуатацию на электростанциях на ВИЭ, МВт·ч	8 460
Суммарная установленная мощность ГАЭС, планируемых к строительству и вводу в эксплуатацию, МВт	840

При построении негативного сценария предполагалось, что напряженность во внешней политике повлечет за собой усложнение как экономической ситуации, так и технологической. Невозможность импорта оборудования и технологий, снижение субсидирования, а также отсутствие средств на модернизацию ТЭК и, как следствие,

повышение тарифов, приведут к тому, что СНЭ будут устанавливаться точечно в частном порядке, однако даже тогда не смогут раскрыть свой технологический потенциал и будут недостаточно эффективны. Таким образом, в негативном сценарии ожидается завершение строительства и ввод в эксплуатацию Загорской ГАЭС-2 (840 МВт).

В негативном сценарии развитие систем накопления энергии (СНЭ) ограничивается отсутствием политических стимулов и недостаточной государственной поддержки. Усиление внешних санкционных ограничений, технологическое отставание и высокая зависимость от импорта оборудования не позволяют реализовать масштабные проекты, что приводит к стагнации данного сегмента.

В таких условиях:

- **установленная мощность СНЭЭ к 2050 году равна 2 ГВт**;
- основной объем установленной мощности приходится на реализованные проекты ГАЭС (около 1,4 ГВт), установленная мощность СНЭЭ на основе АКБ равна 600 МВт. **На рынке доминируют ГАЭС.**

Далее приведена таблица прогнозируемых параметров, влияющих на объемы производства и потребления водорода в 2035 году для рассматриваемого сценария (таблица 8).

Таблица 8. Прогнозируемые параметры, влияющие на результат

Величина	**Ед. изм.**	**Значение**
		Негативный сценарий
Производство электролизеров	МВт	1 000
Инвестиции (гос. поддержка)	млрд руб.	15
Мощность СЭС	МВт	3 058
Мощность ВЭС	МВт	6 077
Производство аммиака	млн т	18
Производство стали	млн т	65
Производство бензина	млн т	45
Производство дизеля	млн т	85
Производство метанола	млн т	5
Экспорт водорода	млн т/год	≈0

Анализ показывает, что **производство водорода** при негативном сценарии развития в России в 2035 г. увеличится незначительно и **составит порядка 29,49 млрд куб. м в год** и в полном объеме будет **направлен на внутреннее потребление без возможностей экспорта**.

3.1.1. Рекомендации по формированию государственной энергетической политики и политики компаний отрасли в негативном сценарии

При проведении анализа по негативному сценарию в разрезе факторов PESTEL-анализа были выделены свои рекомендации для правительства РФ и компаний отрасли (таблица 9).

Таблица 9. Рекомендации по формированию государственной энергетической политики и по формированию политики компаний отрасли

Предлагаемая мера	Рекомендации государственной политики	Рекомендации компаниям в отрасли ТЭК
Политика		
Диверсификация внешнеэкономических связей	- Заключение долгосрочных соглашений с «дружественными» странами (Азия, Ближний Восток, Африка); - Создание межправительственных энергетических альянсов.	Перенос экспортных потоков на азиатские рынки, заключение прямых контрактов с конечными потребителями, развитие региональных трейдинговых площадок.
Экономика		
Минимизация инвестиционных рисков	Формирование госгарантий и стабилизационных фондов для поддержки капиталоемких проектов. Налоговые льготы и субсидии на модернизацию.	Оптимизация издержек, внедрение энергосберегающих технологий, использование механизмов льготного кредитования и проектного финансирования.
Социальная сфера		
Удержание и подготовка кадров	Государственные программы поддержки региональных вузов и колледжей, субсидии для	Корпоративные программы повышения квалификации, социальные пакеты и льготы
Предлагаемая мера	**Рекомендации государственной политики**	**Рекомендации компаниям в отрасли ТЭК**
Социальная сфера		
	сохранения рабочих мест в моногородах.	для удержания специалистов, развитие внутренних центров обучения.
Технологическая сфера		
Импортозамещение и локализация	Поддержка НИОКР, госзаказы на отечественное оборудование (электролизеры, системы СНЭ, оборудование для ТРИЗ). Создание отраслевых технологических центров.	Запуск собственных разработок, кооперация с университетами и НИИ, ускоренное внедрение малосерийных отечественных решений.

Продолжение таблицы 9

Предлагаемая мера	Рекомендации государственной политики	Рекомендации компаниям в отрасли ТЭК
Экологическая сфера		
Повышение надежности и снижение рисков	Строгие требования к модернизации устаревших мощностей, субсидирование экологически значимых технологий, развитие системы госмониторинга.	Установка интеллектуальных систем контроля выбросов, внедрение программ минимизации аварийных рисков, адаптация к углеродному регулированию.
Правовая сфера		
Гибкая адаптация нормативной базы	Ускоренные процедуры лицензирования и сертификации для отечественных технологий, упрощение доступа к инфраструктуре. Поддержка законов об ускоренном внедрении альтернативных технологий.	Участие через отраслевые ассоциации в корректировке законодательства, лоббирование норм, упрощающих внедрение отечественных решений.

3.2. Базовый сценарий

Базовый сценарий основывается на идее сохранения текущих трендов политики, экономики, энергетики и экологии. При построении базового сценария учитывались условия наступления сценария, представленные в таблице 10.

Таблица 10. Обстоятельства наступления базового сценария

Политические обстоятельства
1. Продолжающийся процесс мировой геополитической напряженности, пролонгация санкций на топливно-энергетический сектор, а также на экономику Российской Федерации.
2. Низкий уровень технологического и энергетического партнерства России с Европой и северной Америкой.
3. Участие России в крупнейших международных организациях и форумах по вопросам энергетики и экологии только на площадках дружественных стран.
4. Двустороннее сотрудничество между Россией и странами АТР в отраслях ТЭК
5. Интеграция водорода в стратегию декарбонизации
6. Государственная поддержка инновационных проектов в энергетике
Экономические обстоятельства
1. Доступ на рынки только дружественных для реализации ресурсов и технологий ТЭК.
2. Сохранение зоны свободной торговли энергоресурсами и услугами между Россией и внешним миром на прежнем уровне.
3. Сохранение низких ставок налогов и сборов для субъектов энергетического рынка.
4. Сохранение числа просроченной задолженности потребителей на текущем уровне.
5. Запуск государственных программ поддержки инновационных технологий (субсидирование)
6. Смягчение денежно-кредитной политики России (снижение ключевой ставки, замедление роста инфляции)
Социальные обстоятельства
1. Сохранение кадрового дефицита, укомплектованность компаний в энергетическом секторе на текущем уровне (94-96%).
2. Реализация программ переподготовки персонала собственными силами ТЭК.
Технологические обстоятельства
1. Использование новых технологий собственной разработки либо совместной с дружественными странами
2. Сохранение применяемых решений по добыче и транспортировке энергоресурсов.
3. Рост потребления электроэнергии
4. Сохранение ограничений на выдачу мощности электростанций на ВИЭ в сеть
5. Увеличение суммарной мощности российского производства литий-ионных аккумуляторов (увеличение производительности гигафабрик с 4 ГВт·ч до 10 ГВт·ч).
6. Увеличение доли ВИЭ в российском энергобалансе до 6%
7. Увеличение мощностей российских нефтеперерабатывающих заводов на 15 – 20%
8. Постепенное импортозамещение в области промышленных электролизеров для производства водорода
Экологические обстоятельства
1. Сохранение количества промышленных аварий и утечек токсичных веществ на текущем уровне или с небольшим снижением.
2. Регулярный мониторинг уровня загрязнения воды и почвы.
3. Внедрение технологии переработки и повторного использования компонентов ЛИАБ
4. Тенденция глобального потепления

Продолжение таблицы 10

Правовые обстоятельства
1. Сохранение принципов формирования тарифов на энергоресурсы на текущем уровне.
2. Отсутствие льготного режима налогообложение для предприятий, использующих в своей работе ВИЭ.

Характеристика развития **научно обоснованных приоритетов стратегического развития отраслей ТЭК** в базовом сценарии учитывает следующие топливные направления: ТрИЗ, дизель и СПГ.

ТрИЗ: добыча вырастет до 364 млн т, но из-за нехватки технологий и оборудования сохраняется высокая себестоимость. Это закрепляет зависимость от внешних факторов и препятствует росту эффективности.

Дизельное топливо: производство достигнет 109 млн т и покроет внутренние потребности, но экспорт ограничен барьерами. Для НГК это не критично, так как на внутреннем рынке сохраняется устойчивый дефицит, компенсируемый высокими ценами.

СПГ: потребление увеличится до 45 млн т, но это отражает инерцию и ориентацию на старые экспортные направления. Потенциал расширения мирового спроса используется лишь частично.

Характеристика развития **энергетической безопасности в условиях глобальных трансформаций** в базовом сценарии представлена в таблице 11.

Таблица 11. Свод прогноза ключевых параметров энергетический безопасности до 2035 года для консервативного сценария

Внутренние факторы	**Внешние факторы**
Политические	
- Бюджетные ассигнований на поддержку отросли ТЭК остаются с коэффициентом 1,0-1,2 к предыдущему году;	- Экспорт и импорт энергоресурсов и технологий только в дружественные страны
Социальные	
- Незначительно повышение укомплектованности персоналом в секторе ТЭК на 0,2% - 0.5% в год до 93,3% - 96,4%; - Реализация программ дополнительного профессионального образования собственными силами ТЭК с охватом не менее 50% сотрудников предприятий отрасли;	- Увеличение спроса на электроэнергию до 1,5% в год
Технологические	
- Коэффициент обновления основных фондов в топливно-энергетическом комплексе остается на уровне +/-2% в год; - Уровень износа основных фондов в топливно-энергетическом комплексе остается на уровне от -1% до 3% в год;	- Внедрение ИИ в отрасль, охват 50% компаний, применяющий при своей работе ИИ.

Продолжение таблицы 11

Внутренние факторы	Внешние факторы
Экологические	
- Поддержание карбоноемкости экономики на существующем уровне от -1% до 2% в год; - Доли электрической энергии, производимой с использованием ВИЭ, находится на прежнем уровне изменения 0% - 1% в год; - Эмиссии CO_2 от электростанций остается на прежнем уровне на 1% - 3% в год выход к показателям 2 397 – 2 974 млн т.	- Внесение общего вклада в защиту экологии Земли;

В базовом сценарии сотрудничество между странами развивается умеренно. Россия эффективно реализует свой экспортный потенциал, в качестве основного экспортного приоритета выступают страны БРИКС. Бразилия и Китай развивают свои торговые взаимоотношения. Китай, Индия, ЮАР продолжают в качестве основного энергоресурса использовать уголь, однако развиваются технологии «чистого угля». Индия и ЮАР все еще зависимы от энергетических поставок. Развиваются технологии СПГ, выступающие в качестве альтернативы углю, что обуславливает развитие транспортных путей между странами БРИКС.

Основные приоритеты стран – обеспечение растущего спроса на электроэнергию, забота об окружающей среде и достижение внутриблокового технологического суверенитета. Увеличивается роль и число субъектов рециклинга металлов, кроме того, технологии прямого и водородного восстановления железа получают полноценное развитие, снижая углеродный след черной металлургии.

Результаты прогнозного моделирования для базового сценария отражают **структуру оборота энергоресурсов между странами** БРИКС. **Экспорт урана** будет расти за счет поставок Россией переработанного уранового топлива в Китай. К 2035 году он вырастет в 5,5 раз, а к 2050 году – в 7 раз (относительно экспорта в 2022 году). Основным экспортным ресурсом останется уголь: к 2035 году **оборот угля между странами БРИКС вырастет на 53,6%** относительно уровня 2022 года, к 2050 году – еще на 150%. **Обороты газа при этом возрастут на 61%** к 2035 году и еще на 130% к 2050 году. Обороты нефти увеличатся на 26,9% к 2035 году и еще на 126% к 2050 году соответственно.

Характеристика развития **накопителей в электроэнергетических системах** в базовом сценарии в базовом сценарии развития СНЭ к 2035 году подразумевает следующие ключевые факторы, обуславливающие динамику развития и распространения технологии, которые приведены в таблице 12.

Таблица 12. Ключевые показатели развития СНЭ в базовом сценарии

Фактор	Значение показателя к 2035 году
Энергоемкость ЛИАБ, введенных в эксплуатацию в ЭЭС России, МВт·ч	9 750
Суммарная установленная мощность ГАЭС, планируемых к строительству и вводу в эксплуатацию в России, МВт	2 010

При составлении базового сценария предполагалось, что, несмотря на достаточно напряженную внешнюю обстановку, сотрудничество с дружественными странами и

государственное субсидирование позволят развивать и строить как традиционные объекты электроэнергетики, так и инновационные проекты. Таким образом, в базовом сценарии к 2035 году ожидается **ввод в эксплуатацию Ленинградской ГАЭС (1170 МВт) и Загорской ГАЭС-2 (840 МВт)** ввиду необходимости балансировки электроэнергии в ОЭС Северо-Запада и ОЭС Центра и между ними. Проекты Лабинской, Балаклавской и Приморской ГАЭС, приведенные в Генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики до 2042 года, не будут реализованы к 2035 году по причине отсутствия источника финансирования, а также экологических рисков в случае Лабинской ГАЭС (риски подтопления и оползней). Совместно с электростанциями на ВИЭ будут вводиться в эксплуатацию СНЭ с целью оптимизации режима работы ВЭС и СЭС, а также предотвращения нарушений нормального режима. **Ожидаемая величина введенной энергоемкости СНЭ в ЭЭС России в 2035 году 9 750 МВт·ч**.

Характеристика развития **водородной энергетики** в базовом сценарии отражена в таблице прогнозируемых параметров, влияющих на объемы производства и потребления водорода в 2035 году для рассматриваемого сценария (таблица 13).

Таблица 13. Прогнозируемые параметры, влияющие на результат

Величина	**Ед. изм.**	**Значение**
		Консервативный сценарий
Производство электролизеров	МВт	4 000
Инвестиции (гос. поддержка)	млрд руб.	50
Мощность СЭС	МВт	3 958
Мощность ВЭС	МВт	7 177
Производство аммиака	млн т	23
Производство стали	млн т	76
Производство бензина	млн т	50
Производство дизеля	млн т	100
Производство метанола	млн т	11
Экспорт водорода	млн т/год	2

Анализ показывает, что **производство водорода** при базовом сценарии развития в России в 2035 г. **увеличится в 50 раз** в сравнении с 2024 г. **и составит около 11 млн тонн водорода в год.**

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

Рекомендации по формированию государственной энергетической политики и политики компаний отрасли приведены в таблице 14.

Таблица 14. Рекомендации по формированию государственной энергетической политики и политики компаний отрасли

Ограничение	Рекомендация
Социальная сфера	
Дефицит квалифицированных кадров	**Государство:** – Актуализация учебных программ; **Отраслевые компании**: – Увеличение количества специальностей и мест в программе целевого обучения в ВУЗах; – Увеличение бюджета, заложенного под стимулирующие выплаты специалистам
Отсутствие газификации ряда регионов и населенных пунктов	**Государство:** – Государственное субсидирование газификации населенных пунктов **Отраслевые компании:** – Совершенствование технологий газопроводов, с целью снижения капитальных вложений строительства объектов газификации
Политика	
Высокий спрос на импортозамещение западных технологий в условиях санкционного давления	**Государство:** – Формирование государственных заказов НИР у отечественных производителей с дальнейшей организаций опытно-конструкторских проектов
Необходимость изменения налоговой политики в отношении производителей и сбытовых компаний дизельного топлива	**Государство:** - Разработать систему налоговых стимулов в зависимости от уровня глубины переработки, предусматривающей: пониженную ставку налога на прибыль (до 10%) при глубине переработки выше 85% и доле дизельной фракции не менее 50%, расширенные вычеты по акцизам и НДС
Правовая отрасль	
Неопределенность областей и границ сфер регулирования	**Государство:** – Организация общественных обсуждений проектов нормативных актов; **Отраслевые компании:** – Создание энергетическими компаниями проектов законодательных инициатив

Продолжение таблицы 14

Ограничение	Рекомендация
Экономика	
Высокие затраты на разработку и внедрение СНЭ	**Государство:** – Использование механизмов льготного кредитования, налоговые льготы; **Отраслевые компании:** – Реструктурирование бюджета. Перенос средств с содержания малоэффективной генерации на внедрения СНЭ
Низкий уровень инвестиций в нефтегазомашиностроение	**Государство:** - Запустить национальный рейтинг машиностроительных предприятий НГК, на основе которого будет формироваться доступ к льготным системам кредитования и государственной поддержки **Отраслевые компании:** - Инициировать разработку и внедрение отечественного программного обеспечения управления проектированием, производством, предприятием (в том числе ERP, MES и др.) для предприятий нефтегазового машиностроения с обязательной сертификацией
Низкая энергоэффективность зданий	**Государство:** - Финансирование «утепления» городов, налоговые льготы предприятиям за экономию ресурсов **Отраслевые компании:** - Исследование практик теплоизоляции, оптимизация архитектурных решений для теплопотерь
Экология	
Угроза возникновения и распространения пожара	**Отраслевые компании:** – Внедрение интеллектуальных систем предиктивного обнаружения угрозы пожара.
Увеличение доли электрической энергии, производимой с использованием ВИЭ. Строительство мини ТЭЦ на ВИЭ	**Государство:** - Реализация программы поддержки возобновляемых источников энергии **Отраслевые компании:** - Исследование в области развития возобновляемых источников энергии

Продолжение таблицы 14

Ограничение	Рекомендация
Энергетика	
Низкая эффективность работы системы управления накопителем	**Государство:** – Обеспечение развития программных продуктов и документации через субсидирование разработчиков отечественного ПО.
Износ основных фондов в отраслях ТЭК	**Государство:** - Стандартизация строительства объектов энергетики, субсидии регионам на обновления основных фондов **Отрасль:** - Автоматизация технологических процессов энергетики, пересмотр пиритизации обновления основных фондов
Разрозненность производства компонентов АЭС	**Государство:** - Льготные послабления для производителей отечественного оборудования, снижение таможенных пошлин на ввозимое оборудование для переработки и испытаний отечественных изделий **Отраслевые компании:** - Развитие компетенция в атомной отрасли, расширение экспериментальной базы для тестирования инновационных разработок
Низкая степень освоения ТРИЗ газа	**Государство:** - Освоение ТРИЗ требует признания на уровне Правительства РФ как отдельного направления ресурсной политики, для этого необходимо выделить ТРИЗ как приоритетный инвестиционный проект. Минэнерго совместно с ВЭБ РФ следует создать организацию–интегратора отечественных сервисов и технологий для ТРИЗ, координирующего НИОКР и пилотные внедрения. Минфин должен рассмотреть введение шкалы вычетов по НДПИ на основе объема CAPEX на освоение ТРИЗ с дифференциацией ставки в зависимости от геолого-физической сложности участков месторождений
Коммерция	
Высокая конкуренция отечественного производства с зарубежными производителями	**Государство:** – Стимулирование спроса за счет субсидирования прямых затрат на приобретение СНЭ, локализованных в РФ
Рынок	
Неопределенность рыночных механизмов регулирования	**Государство:** – Определение правового статуса накопителей в энергетике и правил их работы на рынках электроэнергетики.

3.3. Позитивный сценарий

Инновационный сценарий предполагает, что текущие тренды политики, экономики, энергетики и экологии изменятся в лучшую сторону. При построении сценария учитывались факторы, представленные в таблице 15.

Таблица 15. Условия для позитивного сценария

Политические обстоятельства
1. Снижение текущего уровня геополитической напряженности со значительным сокращением или полным снятием санкций с топливно-энергетического сектора, а также с экономики Российской Федерации.
2. Развитие отношений между Россией и странами Европы и Северной Америки.
3. Участие России в крупнейших международных организациях и форумах по вопросам энергетики и экологии на международных площадках.
4. Двустороннее сотрудничество между Россией и странами Азиатско-Тихоокеанского региона в отраслях ТЭК.
5. Интенсивная интеграция водорода в стратегию декарбонизации.
Экономические обстоятельства
1. Доступ на мировые рынки для реализации ресурсов и технологий ТЭК.
2. Расширение зоны свободной торговли энергоресурсами и услугами между Россией и внешним миром.
3. Сохранение низких ставок налогов и сборов для субъектов энергетического рынка.
4. Сокращение числа просроченной задолженности потребителей.
5. Запуск государственных программ поддержки инновационных технологий (субсидирование).
6. Смягчение денежно-кредитной политики России (снижение ключевой ставки, замедление роста инфляции).
Социальные обстоятельства
1. Решение кадровых вопросов, укомплектованность компаний в энергетическом секторе не менее 97%.
2. Реализация программ дополнительного профессионального образования работников отрасли, охват работников основных видов деятельности в топливно-энергетическом комплексе профессиональными стандартами не менее 90%.
3. Расширение практики целевого обучения, предприятия самостоятельно заказывают требуемое количество обученных специалистов для ТЭК.
Технологические и инновационные обстоятельства
1. Использование новых технологий собственной разработки либо совместно с иностранными государствами.
2. Стимуляция правительством России по внедрению инновационных решений по добыче и транспортировке энергоресурсов.
3. Рост потребления электроэнергии.
4. Увеличение суммарной мощности российского производства литий-ионных аккумуляторов (увеличение производительности гигафабрик более 10 ГВт·ч).
5. Увеличение доли ВИЭ в российском энергобалансе до 10%.
6. Увеличение мощностей российских нефтеперерабатывающих заводов на 25-30%
8. Создание массового отечественного производства высокоэффективных электролизеров для производства водорода и водородных топливных элементов.

Продолжение таблицы 15

Экологические обстоятельства
1. Развитие технологий по минимизации негативного влияния на окружающую среду при разработке месторождений.
2. Активное обновление и модернизация оборудования, способствующее минимизации аварий на производстве.
3. Внедрение технологии переработки и повторного использования компонентов ЛИАБ.
Правовые обстоятельства
1. Обеспечение глобальной безопасности по борьбе с киберугрозами.
2. Легитимация особых режимов налогообложения для предприятий, внедряющих инновационные и экологические технологии.

Характеристика развития **научно обоснованных приоритетов стратегического развития отраслей ТЭК** в позитивном сценарии учитывает следующие топливные направления: ТрИЗ, дизель и СПГ.

ТрИЗ: добыча вырастет до 600 млн т, что окажет стимулирующее воздействие на развитие смежных отраслей и позволит сформировать эффективную структуру межотраслевого баланса страны.

Дизельное топливо: производство достигнет 143 млн т, что надежно покроет внутренние потребности НГК России, что положительно скажется на стабильности цен на продукты питания.

СПГ: потребление увеличится до 99 млн т, что увеличит доступность недорогого экологичного топлива на внутреннем рынке России, а также активно расширить экспорт.

Характеристика развития **энергетической безопасности в условиях глобальных трансформаций** в позитивном сценарии представлена в таблице 16.

Таблица 16. Свод прогноза ключевых параметров энергетический безопасности до 2035 года для позитивного сценария

Внутренние факторы	Внешние факторы
Политические	
- Увеличение бюджетных ассигнований на поддержку отросли ТЭК с коэффициентом 1,5-2,0 к предыдущему году.	- Выстраивание конструктивных отношений с зарубежными партнерами; - Снятие ограничений с экспорта и импорта энергоресурсов и технологий.
Социальные	
- Повышение укомплектованности персоналом в секторе ТЭК на 0,5% - 0,7% в год до 96,4% - 98,6%; - Реализация программ дополнительного профессионального образования с охватом сотрудников ТЭК не менее 90%; - Повышение зарплатного фонда на предприятиях ТЭК.	- Рост урбанизации, увеличение спроса на электроэнергию в городах на 1,5% - 2,5% в год.

Продолжение таблицы 16

Внутренние факторы	Внешние факторы
Технологические	
- Переход к повышению коэффициента обновления основных фондов в ТЭК на 2% - 5% в год; - Сокращение уровня износа основных фондов в ТЭК на 1% - 3% в год.	- Конкурирование технологий отечественных топливно-энергетических комплексов с иностранными компаниями; - Внедрение искусственного интеллекта в отрасль, охват 90% компаний применяющий при своей работе ИИ.
Экологические	
- Переход к снижению карбоноемкость экономики на 1% - 2% в год; - Увеличение доли электрической энергии, производимой с использованием ВИЭ на 1% - 2% в год; - Переход к снижению эмиссии CO_2 от электростанций на 0% - 1% в год, выход к показателям 2 149 – 2 397 млн т.	- Внесение значительного вклада в защиту экологии Земли.

В позитивном сценарии удается достигнуть не только внутриблокового технологического суверенитета, но и приобретения технологической независимости наиболее крупных игроков стран БРИКС (Россия, Индия, Китай, Бразилия); в этих странах достигнуты максимально возможные уровни производственных показателей. Санкции недружественных стран больше не оказывают влияния на развитие БРИКС. Китай постепенно снижает свою зависимость от энергетических поставок. Приоритетными направлениями энергетики становятся ВИЭ и атомная энергетика.

Идет разработка шельфовых проектов по добыче нефти и газа: лидерские позиции занимают Бразилия, Россия и Китай. Страны идут по пути диверсификации энергобалансов с целью снижения зависимости от одного вида ресурсов. Ускоряются темпы энергоперехода.

Достигнутый уровень развития металлургии позволяет сокращать образование новых отходов и перерабатывать накопленные запасы шлаков, шламов и хвостов. Реализация проектов и внедрения новых технологий в РФ приведет к прекращению монополии Китай на РЗМ, зависимости от импорта алюмосодержащего сырья и развитию собственного экспорта лития и его соединений.

Будет **рост экспорта урана**, обусловленный развитием реакторов на быстрых нейтронах в Индии и Китае: российская компания ТВЭЛ продолжит поставлять им переработанное топливо. К 2035 году он вырастет **в 12 раз**, а к 2050 году – в 16 (относительно 2022 года). К 2035 **году оборот угля между странами БРИКС увеличится на 84%** относительно уровня 2022 года, к 2050 году – еще на 160%. **Обороты газа при этом возрастут на 82,4%** к 2035 году и еще на 136% к 2050 году. **Обороты нефти увеличатся на 45,1%** к 2035 году и еще на 131% к 2050 году.

В позитивном сценарии развития СНЭ к 2035 году выделены следующие ключевые факторы, обуславливающие динамику развития и распространения технологии, которые приведены в таблицах 17.

Таблица 17. Ключевые показатели развития СНЭ в позитивном сценарии

Фактор	Значение показателя к 2035 году
Энергоемкость СНЭЭ, введенных в эксплуатацию на электростанциях на ВИЭ, МВт·ч	11 550
Суммарная установленная мощность ГАЭС, планируемых к строительству и вводу в эксплуатацию в России, МВт	2 340

При составлении позитивного сценария предполагается, что улучшение геополитической обстановки, активная государственная поддержка, успешная локализация производства и рост инвестиционной активности позволят ускорить развитие как традиционных, так и инновационных проектов в электроэнергетике. Таким образом, в позитивном сценарии к 2035 году ожидается **ввод в эксплуатацию Ленинградской ГАЭС (1170 МВт), Загорской ГАЭС-2 (840 МВт) и Балаклавской ГАЭС (330 МВт)** ввиду необходимости балансировки электроэнергии в ОЭС Северо-Запада, ОЭС Центра, ОЭС Юга и между ними. Проекты Лабинской и Приморской ГАЭС, приведенные в Генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики до 2042 года, не будут реализованы к 2035 году по причине отсутствия достаточного источника финансирования. Совместно с электростанциями будут вводиться в эксплуатацию СНЭЭ с целью ликвидации прогнозируемых дефицитов. **Ожидаемый диапазон введенной энергоемкости СНЭЭ: 10350 – 11550 МВт·ч.**

Приведена таблица прогнозируемых параметров, влияющих на объемы производства и потребления водорода в 2035 году для рассматриваемого сценария (таблица 18).

Таблица 18. Прогнозируемые параметры, влияющие на результат

Величина	Ед. изм.	Значение
		Консервативный сценарий
Производство электролизеров	МВт	7 000
Инвестиции (гос. поддержка)	млрд руб.	80
Мощность СЭС	МВт	5 677
Мощность ВЭС	МВт	10 858
Производство аммиака	млн т	30
Производство стали	млн т	81
Производство бензина	млн т	62
Производство дизеля	млн т	140
Производство метанола	млн т	15
Экспорт водорода	млн т/год	7

Анализ показывает, что производство водорода при инновационном сценарии развития в России в 2035 г. увеличится в 195 раз в сравнении с 2024 г. и составит около 43 млн тонн водорода в год.

3.3.1. Рекомендации по формированию государственной энергетической политики и политики компаний отрасли в позитивном сценарии

При проведении анализа по позитивному сценарию в разрезе факторов PESTEL-анализа были выделены свои рекомендации для правительства РФ и компаний отрасли (таблица 19).

Таблица 19. Рекомендации по формированию государственной энергетической политики и по формированию политики компаний отрасли

Предлагаемая мера	Рекомендации государственной политики	Рекомендации компаниям в отрасли ТЭК
Политика		
Внешнеполитическое давление и международные санкции	Выстраивание условий равноправного сотрудничества между Россией и другими странами	Выстраивание международного научного и технологического сотрудничества
Интенсивная интеграция водорода в стратегию декарбонизации.	Активное участие в международных регуляторных инициативах (ИСО, МЭА, IPHE) для продвижения российских подходов к сертификации «зеленого» водорода и признания их на глобальных рынках	Развитие систем производства (электролиз), хранения и транспортировки водорода, в том числе с модернизацией газотранспортной системы РФ. Дополнительно постепенная трансформация отрасли металлургии, нефтехимии и ТЭК.
Экономика		
Риск отсутствия государственной поддержки и падение интереса со стороны инвесторов	Формирование специальных фондов для финансирования энергетических проектов	– Перенос средств с содержания малоэффективной генерации на внедрение СНЭ – Повышение энергоэффективности предприятий
Риск высоких затрат на внедрение и разработку	Использование механизмов льготного кредитования	
Социальная сфера		
Дефицит квалифицированных специалистов и недостаток компетенции персонала	Актуализация учебных программ	Увеличение количества специальностей в программе целевого обучения в ВУЗ

Продолжение таблицы 19

Предлагаемая мера	Рекомендации государственной политики	Рекомендации компаниям в отрасли ТЭК
Технологии и инновации		
Добыча и транспортировка энергоресурсов	– Разработка стратегии экспорта энергоресурсов на основные рынки (Европа и Азия), предусматривающей долгосрочные контракты, защиту от валютных рисков и создание транспортных узлов в портах Дальнего Востока и Северо-Запада – Развитие альтернативных логистических путей	Совершенствование технологий газопроводов.
Отечественное производство электролизеров для производства водорода и водородных топливных элементов	– Стандартизация и сертификация водорода с опорой на общемировые требования – Оптимизация системы патентования в области водородной энергетики и смежных направлений с целью упрощения процедур получения патентов. Как следствие – большая вовлеченность научных организациях	– Организация серийного производства высокоэффективных (с КПД на уровне 60 – 75%) электролизеров и топливных элементов, применимых для нужд крупных энергообъектов и объектов малой энергетики
Использование и производство отечественных систем СНЭ	– Активное использование СНЭЭ при составлении энергостратегии – Создание пилотных зон внедрения СНЭ	– Развивать компетенции в области системной интеграции и инжиниринга, предлагая комплексные решения «под ключ» – Сформировать вертикально-интегрированные структуры, охватывающие всю цепочку от переработки сырья до эксплуатации и рециклинга СНЭЭ
Экология		
	Разработка нормативных актов, повышающих экологическую безопасность объектов	Внедрение интеллектуальных систем предиктивного обнаружения угрозы пожара
Правовая сфера		
Неопределенность областей и границ сфер регулирования	Организация общественных обсуждений проектов нормативных актов	Создание энергетическими компаниями проектов законодательных инициатив

Заключение по блоку 3

Проведенный анализ трех сценариев развития топливно-энергетического комплекса (ТЭК) России до 2035 года выявил высокую зависимость энергетической безопасности страны от комплекса внешних и внутренних факторов. Сравнительная оценка негативного, базового и позитивного сценариев позволяет сделать следующие ключевые выводы.

Негативный сценарий представляет собой системный кризис ТЭК. Реализация данного сценария, катализаторами которого являются политическая изоляция, технологическое эмбарго, отток инвестиций и кадров, а также консервация устаревшей технологической базы, приведет к стагнации и деградации ключевых отраслей, накоплению синергетических рисков и потере конкурентных позиций России на мировой энергетической арене.

Базовый сценарий демонстрирует устойчивость, но ограничивает потенциал роста. В условиях сохранения текущих трендов и сотрудничества в рамках дружественных стран ТЭК способен функционировать стабильно. Однако этот сценарий характеризуется: инерционным развитием, сохранением структурных проблем, упущенными возможностями развития потенциала таких направлений, как водородная энергетика и СНЭ.

Позитивный сценарий определяет стратегическую цель для национальной энергетической политики. Его реализация, возможная при снятии ключевых ограничений и проведении активной государственной политики, открывает путь к технологическому лидерству и диверсификации экспорта: качественному скачку в развитии, диверсификации и росту экспорта, технологическому суверенитету.

Рекомендации, сформированные для каждого сценария, носят комплексный характер и должны быть адаптированы в зависимости от изменяющихся внешних и внутренних условий. Ключевыми приоритетами для государства и компаний отрасли должны стать:

- Максимизация усилий по реализации позитивного сценария через активную внешнюю политику, диверсификацию партнерств и создание стимулов для частных инвестиций.
- Нивелирование рисков негативного сценария путем импортозамещения в критических технологиях, удержания кадров, гибкой адаптации нормативной базы и создания финансовых «подушек безопасности».
- Повышение гибкости и адаптивности ТЭК для эффективного функционирования в условиях базового сценария, что включает оптимизацию издержек, точечную поддержку НИОКР и развитие кооперации в рамках БРИКС.

Таким образом, будущее энергетической безопасности России в условиях глобальной трансформации зависит от способности превентивно управлять рисками, концентрировать ресурсы на прорывных направлениях и выстраивать гибкую, устойчивую к внешним вызовам архитектуру всего топливно-энергетического комплекса.

Только скоординированные действия государства и бизнеса позволят не только минимизировать угрозы, но и обеспечить лидирующие позиции российского ТЭК в условиях глобальной энергетической трансформации.

Блок 4. Заключение

Топливно-энергетический комплекс России стоит на пороге глубокой структурной трансформации, определяемой двумя ключевыми факторами: внутренней необходимостью технологической модернизации и глобальным сдвигом энергетических и геополитических ландшафтов.

Ключевой задачей до 2035 года является устранение риска дефицита мощности путем масштабной модернизации инфраструктуры и перестройки энергобаланса в сторону децентрализации, диверсификации и гибкости. Несмотря на значительный инвестиционный потенциал, особенно в области водородной энергетики, СНЭ и модернизации НГК, успех этого перехода зависит от преодоления критических рисков: внешнеполитического давления, технологического отставания и износа основных фондов.

Таким образом, обеспечение энергетической безопасности требует сбалансированной стратегии, сочетающей: ускоренную технологическую модернизацию при активной государственной поддержке, стимулирование отечественных НИОКР и локализацию критических технологий, а также диверсификацию сотрудничества для укрепления позиций на новых энергетических рынках.

Реализация данного курса позволит преобразовать российский ТЭК в конкурентоспособную и устойчивую отрасль, соответствующую вызовам нового энергетического уклада.

Сравнительная оценка негативного, базового и позитивного сценариев позволяет сделать следующие ключевые выводы.

Негативный сценарий представляет собой системный кризис ТЭК. Реализация данного сценария, катализаторами которого являются политическая изоляция, технологическое эмбарго, отток инвестиций и кадров, а также консервация устаревшей технологической базы, приведет к:

- Стагнации и деградации ключевых отраслей: **снижению добычи трудноизвлекаемых запасов (ТрИЗ) до 224 млн т**, **падению производства дизельного топлива до 86,7 млн т**, отсутствию экспорта водорода и минимальным темпам развития систем накопления энергии (СНЭ).
- Накоплению синергетических рисков: проблемы в одной сфере (например, технологической) будут усугублять ситуацию в других (экономической, социальной), вызывая цепную реакцию негативных последствий для экономики и социальной стабильности.
- Потере конкурентных позиций: энергетика России будет ориентирована преимущественно на внутренний рынок с минимальными экспортными показателями, а страна рискует окончательно выпасть из глобальных трендов энергоперехода.

Базовый сценарий демонстрирует устойчивость, но ограничивает потенциал роста. В условиях сохранения текущих трендов и сотрудничества на пространстве БРИКС ТЭК способен функционировать стабильно. Россия эффективно реализует экспортный потенциал в рамках объединения, наращивая обороты угля, газа и нефти. Однако этот сценарий характеризуется:

- Инерционным развитием: рост показателей (добыча **ТрИЗ — 364 млн т**, производство водорода — **11 млн т**) недостаточен для кардинального улучшения позиций на мировом рынке.

- Сохранением структурных проблем: сохраняется высокая себестоимость добычи ТрИЗ, зависимость от импорта технологий и сохраняющиеся риски дефицита квалифицированных кадров.
- Упущенными возможностями: потенциал таких направлений, как водородная энергетика и СНЭ, реализуется лишь частично, что не позволяет завоевать лидерские позиции в формирующихся рынках.

Позитивный сценарий определяет стратегическую цель для национальной энергетической политики. Его реализация, возможная при снятии ключевых ограничений и проведении активной государственной политики, открывает путь к технологическому лидерству и диверсификации экспорта:

- Качественному скачку в развитии: **добыча ТрИЗ достигает 600 млн т**, **производство водорода — 43 млн т** с экспортом 7 млн т, мощный **рост мощностей СНЭ до 11 500 МВт·ч.**
- Диверсификации и росту экспорта: расширяется география и номенклатура экспорта, включая СПГ, водород и продукты глубокой переработки.
- Технологическому суверенитету: успешная локализация производства критически важного оборудования (электролизеры, СНЭ) и интеграция в глобальные цепочки создания стоимости.

Таким образом, будущее энергетической безопасности России в условиях глобальной трансформации зависит от способности превентивно управлять рисками, концентрировать ресурсы на прорывных направлениях и выстраивать гибкую, устойчивую к внешним вызовам архитектуру всего топливно-энергетического комплекса.

Рекомендации, сформированные для каждого сценария, носят комплексный характер и должны быть адаптированы в зависимости от изменяющихся внешних и внутренних условий. Ключевыми приоритетами для государства и компаний отрасли должны стать:

- **Максимизация усилий по реализации позитивного сценария** через углубление стратегической кооперации в рамках БРИКС, совместные НИОКР и создание общих рынков технологий и энергоресурсов.
- **Нивелирование рисков негативного сценария** путем укрепления экономических и логистических связей внутри БРИКС как гаранта минимальной стабильности в условиях изоляции от западных рынков, а также путем импортозамещения в критических технологиях, удержания кадров, гибкой адаптации нормативной базы и создания финансовых «подушек безопасности».
- **Повышение гибкости и адаптивности ТЭК** для эффективного функционирования в условиях базового сценария, что включает оптимизацию издержек и точечную поддержку проектов, укрепляющих позиции России в рамках объединения.

Рекомендации, сформулированные для каждого сценария, не являются взаимоисключающими. Напротив, они должны быть интегрированы в единую адаптивную стратегию, где меры по нейтрализации рисков негативного сценария станут базой, а стимулирование факторов позитивного сценария — стратегической целью. Только скоординированные действия государства и бизнеса позволят не только минимизировать угрозы, но и обеспечить лидирующие позиции российского ТЭК в условиях глобальной энергетической трансформации.

Список использованной литературы

1. Total electricity generation / [Электронный ресурс] // Our World in Data: [сайт]. — URL: https://ourworldindata.org/grapher/electricity-generation?tab=chart&country=SWE~IND~GBR~FRA~CHN (дата обращения: 14.07.2025).
2. Статистическое коммюнике Китайской Народной Республики о национальном экономическом и социальном развитии в 2022 году [Электронный ресурс] // Национальное бюро статистики КНР. — URL:https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202302/t20230228_1919011.html (дата обращения: 20.09.2025).
3. Central Electricity Authority. Growth of electricity sector in India from 1947–2024 / Ministry of Power, Government of India. — URL: https://cea.nic.in/ps___lf/growth-of-electricity-sector-in-india-1947-2023/?lang=en (дата обращения: 20.09.2025).
4. Frequently Asked Questions (FAQs) / U.S. Energy Information Administration (EIA) // Официальный сайт EIA. — URL: https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php (дата обращения: 23.09.2025).
5. АО «Системный оператор Единой энергетической системы» Электронный ресурс // Официальный сайт. – URL: https://www.so-ups.ru/ (дата обращения: 17.05.2025).
6. Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2042 года / Системный оператор Единой энергетической системы // Официальный сайт АО «СО ЕЭС». — URL: https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/future_plan/genshema/public_discussion/2024/genschem_2042_public_disc_fin.pdf (дата обращения: 25.09.2025).
7. Международное энергетическое агентство (IEA) Электронный ресурс // Electricity 2024. – URL: https://www.iea.org/reports/electricity-2024/executive-summary (дата обращения: 09.09.2025).
8. Международное энергетическое агентство (IEA) Электронный ресурс // Global Hydrogen Review 2024. – URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/89c1e382-dc59-46ca-aa47-9f7d41531ab5/GlobalHydrogenReview2024.pdf (дата обращения: 09.04.2025).
9. https://thundersaidenergy.com/downloads/electricity-demand-for-electric-vehicles
10. https://www.techtarget.com/searchdatacenter/tip/How-much-energy-do-data-centers-consume
11. Об утверждении Методических указаний по разработке проектов схем и программ перспективного развития электроэнергетики : приказ Министерства энергетики Российской Федерации от 28.12.2021 № 1377 // Гарант.Ру : информационно-правовой портал. – URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/411766542/ (дата обращения: 25.09.2025).
12. Системы накопления энергии: перспективы развития и актуальные проекты / Портал «Переток» // Peretok.Ru: информационный портал энергетики. — URL: https://peretok.ru/news/worldenergy/26788/ (дата обращения: 25.09.2025).
13. BloombergNEF (BNEF) — URL: https://about.bnef.com/insights/finance/energy-transition-investment-trends/ (дата обращения: 25.09.2025).
14. ТАСС Электронный ресурс // Информационное агентство России. – URL: https://tass.ru/ekonomika/17736815 (дата обращения: 01.06.2025).
15. Электронный ресурс // URL: https://www.angi.ru/news/2925976-Ветер, солнце и вода: Как развиваются возобновляемые источники энергии в России (дата обращения: 27.05.2025).
16. Институт экономической политики имени Е.Т. Гайдара Электронный ресурс // Научный вестник. – URL: https://www.iep.ru/files/Nauchniy_vestnik.ru/9-2019/40-47.pdf (дата обращения: 01.06.2025).
17. Электронный ресурс // Новости стратегии развития энергетики. – URL: http://peretok.ru/news/strategy/27362/ (дата обращения: 09.07.2025).
18. Холкин Д., Чаусов И., Бурдин И. Архитектура Интернета энергии (Internet of Distributed Energy Architecture). White Paper. – 2018.
19. Филатова Р. В., Пирогова С. В. Тренды внедрения цифровых технологий в энергетической отрасли //Крымский научный вестник. – 2020. – №. 1 (26). – С. 19-25.
20. Бердников Р., Холкин Д., Чаусов И. Оптимизация систем энергоснабжения удаленных и изолированных территорий за счет управления энергетической гибкостью // – 2023. – №. 1. – С. 179. (дата обращения: 30.06.2025).
21. Аникин И. В., Филлипов А. М. ЭФФЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ В ИЗОЛИРОВАННЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМАХ РОССИИ //Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири. – 2020. – С. 14-19. (дата обращения: 01.07.2025).
22. Карасевич В., Васильев Ю., Негримовский В. Перспективы автономного энергоснабжения изолированных объектов и поселений в арктических регионах РФ с применением водородных технологий //Энергетическая политика. – 2023. – №. 9 (188). – С. 62-69. (дата обращения: 05.07.2025).
23. Enerdata [Электронный ресурс] // Yearbook. Electricity domestic consumption. – URL: https://yearbook.enerdata.net/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html (дата обращения: 10.05.2025).
24. Экономические термины. Глобализация экономики. – URL: https://neftegaz.ru/tech-library/economy/146780-globalizatsiya-ekonomiki/ (дата обращения: 07.05.2025). – Текст: электронный.
25. Коломов, О. О. Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова / О. О. Коломов // Деглобализация: новые тенденции и вызовы мировой экономике. – Т. 18 (2). – С. 34-47.

26. Annual growth of GDP per capita [Электронный ресурс] // Our World in Data. - URL: https://ourworldindata.org/grapher/gdp-per-capita-grotttwth?time=lates (дата обращени 12.03.2025).
27. Мельник Александр. Структура ВВП России по отраслям [Электронный ресурс] // Совкомблок. 2024. - URL: https://journal.sovcombank.ru/glossarii/glavnii-v-ekonomike-struktura-vvp-rossii-po-otraslyam (дата обращения 10.04.2025).
28. Основные показатели экономики Китая [Электронный ресурс] // Биржевой портал №1 Take-Profit.org. 2025. - URL: https://take-profit.org/statistics/countries/china/ (дата обращения 17.03.2025).
29. Medium and high-tech manufacturing value added (% manufacturing value added) [Электронный ресурс] // World Bank Group. - URL: https://data.worldbank.org/indicator/NV.MNF.TECH.ZS.UN (дата обращения 25.03.2025).
30. Энергетика и углеводороды. [Электронный ресурс] // Statbase. 2023. - URL: https://statbase.ru/datasets/energy/ (дата обращения 08.06.2025).
31. Общая установленная мощность электроэнергетики [Электронный ресурс] // Statbase. 2021. - URL: https://statbase.ru/datasets/electricity/electricity-installed-capacity/?syear=2021&frmreq=0&sproc=sum&filter=&sort= (дата обращения 02.05.2025).
32. Установленная мощность электростанции [Электронный ресурс] // EES EAEC. 2024. - URL: https://www.eeseaec.org/ (дата обращения 17.03.2025).
33. Russia Capacity Utilization [Электронный ресурс] // Trading Economics. - URL: https://tradingeconomics.com/russia/capacity-utilization (дата обращения 17.03.2025).
34. Доля промышенности в ВВП [Электронный ресурс] // Statbase. 2023. - URL: https://statbase.ru/datasets/economics/industry-value-added-share/ (дата обращения 17.03.2025).
35. Bhaskar Chakravorti, Ravi Shankar Chaturvedi, Christina Filipovic, Xue Niu. Digital Planet 2025 // Digital Evolution Index. 2025. 1-95. - URL: https://digitalplanet.tufts.edu//wp-content/uploads/2025/dei/Digital-Evolution-Index-2025.pdf (дата обращения 05.04.2025).
36. Рабочая сила [Электронный ресурс] // Statbase. 2023. - URL: https://statbase.ru/datasets/labour/labor-force/?syear=2024&frmreq=299019&sproc=sum&filter=&sort= (дата обращения 19.03.2025).
37. Занятость в промышленности. [Электронный ресурс] // Statbase. 2023. - URL: https://statbase.ru/datasets/labour/employment-in-industry-share/ (дата обращения 19.03.2025).
38. Уровень расходов на НИОКР в странах мира [Электронный ресурс] // Гуманитарный портал: исследования и прогнозы. 2025. - URL: https://gtmarket.ru/ratings/research-and-development-expenditure (дата обращения 19.03.2025).
39. Количество университетов. [Электронный ресурс] // Statbase. 2023. - URL: https://statbase.ru/datasets/science-and-education/total-number-of-universities/?syear=last&frmreq=0&sproc=sum&filter=&sort= (дата обращения 19.03.2025).
40. Soumitra Dutta, Bruno Lanvin, Lorena Rivera León, Sacha Wunsch-Vincent. Global Innovation Index 2024 // WIPO. 2024. 1-325. - URL: https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2024/assets/67729/2000%20Global%20Innovation%20Index%202024_WEB3lite.pdf (дата обращения 30.04.2025).
41. Idoine N.E., Raycraft E.R., Hobbs S.F., Everett P., Evans E.J., Mills A.J., Shaw I R., Watkins I., and Shaw R.A. 2025. World Mineral Production 2019-23 // British Geological Survey. 2025. 1-97. - URL: https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/539285/1/WMP_2019-2023_COMPLETE.pdf (дата обращения 24.04.2025).
42. Подлесный Н. Запасы нефти, газа и угля в разных странах мира: у кого больше и на сколько лет хватит / Подлесный Н. [Электронный ресурс] // РИАМО: [сайт]. — URL: https://riamo.ru/articles/aktsenty/zapasy-nefti-gaza-i-uglja-v-raznyh-stranah-mira-u-kogo-bolshe-i-na-skolko-let-hvatit/?from=inf_cards (дата обращения: 15.07.2025).
43. Как изменился российский экспорт за 2022. Взлеты и падения / [Электронный ресурс] // БКС Экспресс: [сайт]. — URL: https://bcs-express.ru/novosti-i-analitika/kak-izmenilsia-rossiiskii-eksport-za-2022-vzlety-i-padeniia (дата обращения: 15.07.2025).
44. Илевич М. Перспективы добычи редкоземельных металлов в Бразилии / Илевич М. [Электронный ресурс] // New Eastern Outlook: [сайт]. — URL: https://journal-neo.su/ru/2025/03/25/perspektivy-dobychi-redkozemelnyh-metallov-v-brazilii/ (дата обращения: 15.07.2025).
45. Лавров М. Панорама БРИКС. Новый банк развития БРИКС в 2021 году / Лавров М. [Электронный ресурс] // Российский совет по международным делам: [сайт]. — URL: https://russiancouncil.ru/blogs/mihail-lavrov/new-development-bank-brics-in-2021/?ysclid=md4i9hntud513703825 (дата обращения: 15.07.2025).
46. Быков П. Угольное сердце индустриального великана / Быков П. [Электронный ресурс] // Стимул: [сайт]. — URL: https://stimul.online/articles/sreda/ugolnoe-serdtse-industrialnogo-velikana/ (дата обращения: 15.07.2025).
47. IEA / [Электронный ресурс] // statebase: [сайт]. — URL: https://www.iea.org/countries/india (дата обращения: 15.07.2025).
48. South Africa Exports / Лавров М. [Электронный ресурс] // Traiding Economics: [сайт]. — URL: https://tradingeconomics.com/south-africa/exports (дата обращения: 15.07.2025).

49. Образцова М. Ресурсы ЮАР – основа восстановления экономики и укрепления ее международных позиций / Образцова М. [Электронный ресурс] // Rough&Polished: [сайт]. — URL: https://rough-polished.expert/ru/analytics/123460.html (дата обращения: 15.07.2025).
50. Мастепанов А., Сумин А., Чигарев Б. ЮАР: проблемы энергетического перехода и энергетической безопасности / Мастепанов А., Сумин А., Чигарев Б. [Электронный ресурс] // Энергетическая политика: [сайт]. — URL: https://www.iea.org/countries/india (дата обращения: 15.07.2025).
51. Дерюгина, И. В. Научно-технологическая политика стран Востока и Африки (Египет, Иран, ОАЭ, Саудовская Аравия, Эфиопия). Перспективы сотрудничества с Россией. [Текст] / И. В. Дерюгина — Москва: Институт международных исследований (ИМИ) МГИМО МИД России, 2025 — 30 с.
52. Морские перевозки через Суэцкий канал: состояние на 2025 год / [Электронный ресурс] // ТДР: [сайт]. — URL: https://tdpartner.ru/news/morskie-perevozki-cherez-suetskiy-kanal-sostoyanie-na-2025-god/ (дата обращения: 15.07.2025).
53. Алифирова Е. За 2 года в Иране открыто 4 месторождения нефти и газа. Что с замещением запасов? / Алифирова Е. [Электронный ресурс] // Neftegaz.ru: [сайт]. — URL: https://neftegaz.ru/news/Geological-exploration/796868-za-2-goda-v-irane-otkryto-4-mestorozhdeniya-nefti-i-gaza-chto-s-zameshcheniem-zapasov/ (дата обращения: 15.07.2025).
54. The world’s biggest oil exporters in 2023 / [Электронный ресурс] // World Exellence [сайт]. — URL: https://www.worldexcellence.com/the-worlds-biggest-oil-exporters-in-2023/#6_United_Arab_Emirates_UAE (дата обращения: 15.07.2025).
55. СТРАНОВОЙ ПУТЕВОДИТЕЛЬ. ОБЪЕДИНЕННЫЕ АРАБСКИЕ ЭМИРАТЫ [Текст] / {surnames_reversed} —: Программа USAID по торговле в Центральной Азии, 2023 — 59 с.
56. Эфиопия: Доля сельского хозяйства в ВВП / [Электронный ресурс] // TheGlobalEconomy.com: [сайт]. — URL: https://ru.theglobaleconomy.com/Ethiopia/Share_of_agriculture/ (дата обращения: 15.07.2025).
57. Доступ к электричеству | Эфиопия | 2023 / [Электронный ресурс] // statebase: [сайт]. — URL: https://statbase.ru/data/eth-access-to-electricity/ (дата обращения: 15.07.2025).
58. Как майнинг стал причиной энергетического кризиса в Эфиопии / [Электронный ресурс] // РБК Компании: [сайт]. — URL: https://companies.rbc.ru/news/fN7oRSDw7q/kak-majning-stal-prichinoj-energeticheskogo-krizisa-v-efiopii/ (дата обращения: 15.07.2025).
59. Международный обзор: Республика Индонезия / [Электронный ресурс] // Grodnoinvest : [сайт]. — URL: https://grodnoinvest.by/press-center/mezhdunarodnyj-obzor-respublika-indoneziya/?ysclid=md4mbnjaa6522334040 (дата обращения: 15.07.2025).
60. Мастепанов Н.И. Электромагнитная разведка углеводородов: новые горизонты / Н.И. Мастепанов, А.С. Новиков, В.В. Спаичак, Д.Ю. Сериков. – Текст: электронный // Сфера Нефть и Газ. – URL: https://xn--80aaigboe2bzaiqsf7i.xn--p1ai/gubkin2-2018-1/ (дата обращения: 14.05.2025).
61. Сверхглубокая скважина в Китае достигла глубины 10 км // Neftegaz.ru URL: https://neftegaz.ru/amp/news/drill/814733-sverkhglubokaya-skvazhina-v-kitae-dostigla-glubiny-glubinoy-10-km-/ (дата обращения: 11.06.2025).
62. Новые технологии: мгновенное производство железа, Китай [Электронный ресурс] // Amusement Logic. 2025. - URL: https://amusementlogic.ru/2025/02/21/novye-tehnologii-mgnovennoe-proizvodstvo-zheleza-kitaj/ (дата обращения 28.05.2025).
63. Литий [Электронный ресурс] // Axionit. 2024. - URL: https://axion-rnm.com/lithium (дата обращения 28.05.2025).
64. ИТС 2902-17. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Добыча природного газа. Natural gas production: дата введения 2018.07.01 – URL: https://docs.cntd.ru/document/556173705 (дата обращения: 24.05.2025).
65. Росатом получил лицензию Ростехнадзора на эксплуатацию модуля по производству ядерного топлива для реактора БРЕСТ-ОД-300 [Электронный ресурс] // ТВЭЛ "Росатом". 2024. - URL: https://tvel.ru/press-center/news/?ELEMENT_ID=13381&arrNewsFilter_idBlock=1 (дата обращения 24.05.2025).
66. На руднике «Норникеля» внедрили новое цифровое решение [Электронный ресурс] // РОССТИП. 2024. - URL: https://rosstip.ru/news/1428-na-rudnike-nornikelya-vnedrili-novoe-tsifrovoe-reshenie (дата обращения 24.05.2025).
67. Что такое Индустрия 5.0 и когда наступит ее эпоха [Электронный ресурс] // Ежедневная деловая газета РБК. 2024. - URL: https://trends.rbc.ru/trends/industry/665833cf9a79470e99b00d87 (дата обращения 13.05.2025).
68. Аполлонский, С. М. Энергетическая безопасность / С. М. Аполлонский. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — С. 26–28.
69. Борталевич, С. И. Влияние рисков устойчивого развития на энергетическую безопасность предприятия / С. И. Борталевич, Т. А. Бурменко, Е. В. Кашина, С. В. Чернявский, А. А. Шулус // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2024. – № 68. – С. 307-320.
70. Доктрина энергетической безопасности Российской Федерации : утв. Указом Президента РФ от 13.05.2019 № 216 [Электронный ресурс]. – URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/44252 (дата обращения: 18.04.2025).
71. Елизаренко, Е. И. Глобальная энергетическая проблема и перспективы энергетической безопасности России / Е. И. Елизаренко, С. В. Спахов // В сборнике: Политико-экономические проблемы развития

современных агроэкономических систем. МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. – Воронеж, 2023. – С. 48–56.
72. Интерфакс : [официальный сайт] [Электронный ресурс]. URL: https://www.interfax.ru/spief2024/965300 (дата обращения: 18.04.2025).
73. Neftegaz.ru : [официальный сайт] [Электронный ресурс]. URL: https://neftegaz.ru/news/vtrende/776751-energoeffektivnaya-tatneft/ (дата обращения: 18.04.2025).
74. Овчинников, Д. А. Сущность, содержание и обеспечение энергетической безопасности / Д. А. Овчинников, Д. О. Румянцева // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2024. – № 4. – С. 333-336.
75. Попов, М. М. Направления укрепления энергетической безопасности РФ / М. М. Попов // Российский экономический интернет-журнал. — 2023. — № 2.
76. Россети Янтарь : [официальный сайт] [Электронный ресурс]. – URL: https://rosseti-yantar.ru/press/6810/ (дата обращения: 18.04.2025).
77. Хевел : [официальный сайт] [Электронный ресурс]. URL: https://www.hevelsolar.com/projects/chemalskaya-ses/ (дата обращения: 18.04.2025).
78. Энергетическая стратегия России на период до 2050 года: распоряжение Правительства РФ от 12 апреля 2025 г. №908-р.
79. Федеральная налоговая служба : [официальный сайт] [Электронный ресурс]. – URL:https://www.nalog.gov.ru/rn16/related_activities/statistics_and_analytics/forms/14970263/ (дата обращения: 16.04.2025).
80. Diachkova A.V., Kontoboitseva A.E. NATIONAL ENERGY SECURITY: NEW OPPORTUNITIES AND THREATS// Business, Management and Law. - 2021. № 4 (52). - C.52-59.
81. Owliyagulyyeva S., Syyahatow A. SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ENERGY SECURITY// Symbol of Science: International scientific journal.- 2024. T. 2.- № 3-1.- C.143-144.
82. Shao R. ENERGY SECURITY IN THE CONTEXT OF GREEN AND LOW-CARBON TRANSFORMATION// В сборнике: Стратегия развития экономики Беларуси: вызовы, инструменты и перспективы. Сборник научных статей Международной научно-практической конференции. В двух томах. - Минск, 2024. - С. 398-403.
83. Shao R. FACTORS AFFECTING ENERGY SECURITY// Economy and Banks. - 2024. № 1. - C.108-114.
84. Shao R., Zolotareva O. ESG APPROACH TO ENERGY SECURITY// В сборнике: Business. Innovations. Economics. - 2024. - C.72-80.
85. Smagulova D.S., Jangabulova A.K., Remi N.M., Zhanalieva A. ENERGY SECURITY AS A LEGAL CATEGORY// Journal of Actual Problems of Jurisprudence. - 2020. -Т. 94. № 2. - C.86-93.
86. Сборник статей аспирантов и молодых ученых на английском языке ENSURING ENERGY SECURITY AS A DRIVER OF ALTERNATIVE ENERGY DEVELOPMENT IN THE EAEU// В сборнике: XXXVIII Международные Плехановские чтения. - Москва, 2025. - С. 123-128.