

pISSN 2073-2872
eISSN 2311-875X

Энергетическая безопасность

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ НА ОСНОВЕ БАЛАНСА ТРАДИЦИОННЫХ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ КАК ОСНОВА БЕЗОПАСНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Татьяна Сергеевна РЕМИЗОВА ^{a,*};
Дмитрий Борисович КОШЕЛЕВ ^b

^a кандидат экономических наук,
ведущий научный сотрудник Центра отраслевой экономики,
Научно-исследовательский финансовый институт
Министерства финансов Российской Федерации (НИФИ),
Москва, Российская Федерация
tttataia@yandex.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 9117-4514

^b руководитель проектного офиса,
ПАО «Россети Центр»,
Москва, Российская Федерация
dmk79@list.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: отсутствует

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 119/2022
Получена 03.03.2022
Получена в
доработанном виде
19.03.2022
Одобрена 06.04.2022
Доступна онлайн
16.05.2022

УДК 338.4

JEL: O14, O32, P28,
Q42

Ключевые слова:

парниковые газы,
выбросы CO₂,
источники энергии,
уголь

Аннотация

Предмет. Энергетическая безопасность России. Переход на возобновляемые источники энергии.

Цели. Определение мировых тенденций в изменении структуры источников энергии.

Методология. Применены общенаучные и специальные методы исследования (анализ, абстрагирование, аналогия).

Результаты. Представлен сценарий изменения структуры источников энергии в мире и России. Установлена зависимость энергетической безопасности страны от традиционных источников энергии. Предложены необходимые действия для повышения эффективности использования угля в России.

Выводы. Устойчивое развитие энергетики возможно только при достижении баланса традиционных и возобновляемых источников энергии.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2022

Для цитирования: Ремизова Т.С., Кошелев Д.Б. Устойчивое развитие электроэнергетики России на основе баланса традиционных и возобновляемых источников как основа безопасности национальной энергосистемы // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. – 2022. – Т. 18, № 5. – С. 991 – 1008.

<https://doi.org/10.24891/ni.18.5.991>

В 2021 г. мировое сообщество столкнулось с энергетическим кризисом, который, по мнению экспертов, продолжит свое развитие из-за преобладания традиционных источников энергии¹. Снижение выбросов парниковых газов в целях обеспечения глобального повышения температуры не более, чем на 1,5°C, развитие возобновляемых источников энергии, стабильность в энергоснабжении – актуальные вопросы современности, рассматриваемые в работах многих зарубежных и российских авторов.

Среди российских исследователей выделим О.В. Тайлакова, Д.Н. Застрелова, Е.В. Лукину, Е.С. Снетову², Д.Р. Стоцкую, Р.Р. Муратова³, А.В. Тюрину⁴, Л.Ю. Богачкову, П.А. Агишеву⁵, Г.В. Пименова, А.В. Немченко [1]. Поиску баланса между традиционными и возобновляемыми источниками энергии посвящены работы таких исследователей, как И.А. Глебов, С.И. Рябов, Е.С. Гончаров [2], А.А. Даукаев, М.С. Сарсаков, З.И. Сулейманова [3], Д.А. Жданов, К.Т. Молдабаев [4]. Вопросы развития энергетического кризиса 2021 г., связанного с ценой энергоресурсов при замещении традиционных источников энергии возобновляемыми, рассмотрены в трудах В.А. Милюткина, И.В. Бородулина, Е.А. Агаркова⁶, Е.А. Литвинова [5].

Чтобы понять масштабность ожидаемых изменений, связанных с замещением традиционных источников энергии возобновляемыми, и оценить их влияние на безопасность национальной энергетики, представим действующую на 2020 г. и прогнозную на 2035 и 2050 гг. мировую структуру выработки электрической энергии (табл. 1). В 2050 г.

¹ Saxo Bank. URL: <https://www.home.saxo/?seg=georu-redi>

² Тайлаков О.В., Застрелов Д.Н., Лукина Е.В., Снетова Е.С. Эмиссия парниковых газов в секторе «энергетика» // Научно-технические разработки и использования минеральных ресурсов. 2021. № 7. С. 302–305.

³ Стоцкая Д.Р., Муратов Р.Р. Парниковые газы – глобальная экологическая проблема // Наука через призму времени. 2020. № 1. С. 5–7.

⁴ Тюрина А.В. Международный опыт в сфере регулирования выбросов парниковых газов // Modern Science. 2021. № 10-2. С. 154–159.

⁵ Богачкова Л.Ю., Агишева П.А. Эмиссия парниковых газов и развитие альтернативной энергетики: эмпирический анализ трендов для крупнейших постсоветских стран // Инновационное развитие экономики: тенденции и перспективы. 2021. № 1. С. 41–50.

⁶ Милюткин В.А., Бородулин И.В., Агарков Е.А. Глобальный энергетический кризис и эффективные возобновляемые источники-биоотопливо III поколения. В кн.: Актуальные проблемы природопользования и природообустройства. Сборник статей IV Международной научно-практической конференции. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. С. 62–66.

предполагаются значительные изменения в структуре выработки электрической энергии. Наиболее значимые ожидаются в выработке электрической энергии с использованием угля (снижение на 82%) и с использованием газа (снижение на 56%). Прогноз изменений в структуре выработки электрической энергии представлен с учетом всех обязательств по климату, взятых правительствами разных стран, в целях снижения выбросов парниковых газов.

Датой рождения климатической политики можно считать 1992 г., когда в Рио-де-Жанейро была принята Рамочная конвенция по защите климата (Конвенция). В 1995 г. в Берлине состоялась первая конференция по климату, а к декабрю 2016 г. уже было проведено 22 подобных конференции. Киотский протокол (приложение к Конвенции) был подписан в 1996 г. и предусматривал сокращение к 2012 г. выбросов парниковых газов [6]. Обязательства, зафиксированные Киотским протоколом, отражены в *табл. 2*.

К 2012 г. именно Китай и Индия становятся мировыми лидерами по объему выбросов парниковых газов. Несмотря на усилия отдельных стран по борьбе с выбросами парниковых газов, их общий объем в мире увеличился. Киотский протокол в 2012 г. был дополнен новыми обязательствами, действующими до 2020 г., но эти обязательства не были выполнены. Ни одна конференция с 2005 г. не принесла существенных практических результатов, при этом конференции, проведенные в 2010 и 2012 гг., подготовили путь к Парижскому саммиту 2015 г. Конференция ООН в Париже стала значимым политическим событием: страны взяли на себя добровольные обязательства по сокращению выбросов парниковых газов к 2030 и 2050 гг.

Парижское соглашение, регулирующее вопросы климата, было подписано и ратифицировано 116 странами в 2016 г. Россия ратифицировала соглашение в 2019 г. Обязательства стран, закрепленные в Парижском соглашении, представлены в *табл. 3*.

Для выполнения обязательств необходима реализация изменений в сферах, оказывающих наибольшее влияние на выбросы парниковых газов, к которым относятся производство электрической энергии и транспорт. Отметим, что именно для сокращения выбросов в производстве электрической энергии предполагаются изменения в структуре ее выработки, и такие изменения, по мнению экспертов, возможны при условии переориентации на возобновляемые источники энергии.

При выработке электрической энергии наибольший вклад в выбросы парниковых газов вносят станции, работающие на угле. На угольную энергетику приходится 25% выбросов парниковых газов техногенного характера⁷, и в настоящее время 35% электрической энергии в мире вырабатывается на угле. Угольная энергетика используется в 77 странах⁸; выбросов от действующих станций достаточно, чтобы повысить температуру поверхности Земли на 2°C, поэтому политика, реализуемая в соответствии с Парижским соглашением, предусматривает полный поэтапный отказ от угольной генерации.

Необходимо отметить, что Китай, США, Индия и Россия обеспечивают 50% мирового потребления электрической энергии и 70% сжигания угля; соответственно, рассматривать климатические обязательства и планы по изменению структуры выработки электрической энергии следует в разрезе данных стран. По итогам 2021 г. доля угля в мире не уменьшилась, а выработка электроэнергии на угле увеличилась на 9%⁹.

Анализ статистических данных показывает, что Китай является лидером в производстве и потреблении электрической энергии, а также по выбросам парниковых газов (31%). Доля выбросов растет в последние годы из-за увеличения спроса на электрическую энергию и стабильной выработки электрической энергии на угольных станциях, а доля выбросов от сжигания угля в 2020 г. составила 82%. В настоящее время увеличение выработки электрической энергии из возобновляемых источников не изменяет общую структуру выработки.

США занимают второе место в мире по производству и потреблению электрической энергии, при этом выбросы парниковых газов, в отличие от Китая, уменьшаются (на 11% в 2020 г. по отношению к 2019 г.) за счет снижения выработки электрической энергии на угольных станциях. Доля выбросов от сжигания угля составляет всего 44%, а доля возобновляемых источников энергии в США значительно возросла – с 13,6% до 19,8%.

В Индии актуальна проблема энергетической бедности, поэтому в этой стране, по прогнозам, будет продолжаться увеличение потребления угля в целях обеспечения энергетических потребностей [7], несмотря на

⁷ В Минэнерго оценили прогноз «конца эпохи угля».

URL: <https://www.rbc.ru/economics/22/10/2021/6172674b9a79471648522d27?>

⁸ ОБЗОР: Мировой рынок угольной генерации.

URL: <https://www.bigpowernews.ru/markets/document83635.phtml?>

⁹ Уголь стал лидером энергетического роста 2021 года и заметно обогнал возобновляемую энергетику. URL: <https://naked-science.ru/article/nakedscience/ugol-stal-liderom>

временное падение объемов производства и потребления электрической энергии в 2020 г. Снижение производства электрической энергии в 2020 г. обусловило и снижение выбросов, но, по прогнозам экспертов, и доля угольных станций, и объем выбросов парниковых газов в Индии в ближайшие годы увеличатся.

Необходимо отметить, что в 2021 г. произошел рост цен на электроэнергию, которого не было с 1970-х гг. Цены выросли в несколько десятков раз, что было обусловлено как перебоями в поставках из-за рубежа, так и отсутствием перераспределения в базовой нагрузке. Например, Германия закрывает атомные станции, при этом альтернативные источники обеспечивали в 2020 г. всего 44% выработки электрической энергии. Заккрытие атомных станций предусмотрено и в Японии, но потребность в электрической энергии пока не может быть покрыта за счет станций, работающих на возобновляемых источниках энергии, доля которых в 2020 г. составляла 20,2%. Покрытие возможного дефицита обеспечивается развитием угольных генераций. Экономические причины и цены на топливо послужили для Японии причиной выбора в пользу угля без развития газовых генераций и без перехода на возобновляемые источники энергии.

Таким образом, с момента подписания Парижского соглашения прошло более пяти лет. Заявленные обязательства по снижению выбросов парниковых газов, в том числе обусловленных снижением угля в структуре выработки электрической энергии, не выполнены, а традиционные источники энергии продолжают доминировать, поэтому достижение заявленных показателей к 2030 г. может быть не реализовано.

Ожидаемые изменения в структуре выработки электрической энергии в России отражены в *табл. 4*. В структуре выработки электрической энергии планируются изменения, однако они не столь значительны. Ожидается продолжение роста выработки электрической энергии за счет возобновляемых источников, которая, с учетом энергии воды, уже в 2020 г. составляла более 20%. Аналитики предсказывают изменения в использовании традиционных источников в части снижения выработки электрической энергии с использованием угля и повышения ее выработки с использованием газа (на 6% в общем объеме). Снижение доли угля в структуре выработки электрической энергии предполагается за счет сдвига топливного баланса в сторону природного газа, но в целом общая доля традиционных источников энергии в нашей стране в ближайшие годы останется велика.

Несмотря на то, что энергетическая политика России соответствует общей тенденции снижения выбросов парниковых газов, в том числе за счет предполагаемого развития возобновляемых источников энергии, доля традиционных источников в структуре выработки электрической энергии продолжает доминировать. В 2020 г. доля выбросов от сжигания угля составила 24%, поэтому важными вопросами на ближайшие годы для нашей страны являются развитие возобновляемых источников энергии и повышение эффективности использования традиционных источников энергии, что возможно за счет глубокой модернизации отрасли и улавливания CO₂, развития технологий сжигания и переработки угля, процессов газификации угля¹⁰. Это позволит обеспечить устойчивое развитие энергетики при удовлетворении текущих и сохранении способности удовлетворения будущих потребностей с учетом изменяющихся тенденций в снижении выбросов парниковых газов без нарушения надежности и безопасности энергоснабжения.

Устойчивость энергетики, подробно рассмотренная в работе Д.Л. Грина [8], выступает как гарантия наличия энергетических ресурсов для будущих поколений, которые позволят им обеспечить уровень благосостояния не ниже достигнутого в настоящее время. Устойчивое развитие энергетики также рассматриваются в работе Н. Шевченко [9]. Энергетические проблемы, с которыми столкнулись страны Европейского союза, показывают, что основная задача – это не переход на возобновляемые источники энергии, а обеспечение стабильного и надежного будущего, связанного со снижением выбросов парниковых газов и повышением эффективности использования имеющихся ресурсов, что возможно только с соблюдением на протяжении ближайших десятилетий баланса в использовании возобновляемых и традиционных источников энергии [10, 11].

Устойчивость энергетики определяется тремя основными компонентами:

- энергетической безопасностью (обеспечением энергией, необходимой для стабильного развития);
- энергетикой для качества жизни (в любой момент времени экономически доступной энергией);

¹⁰ Минэнерго прогнозирует снижение доли угля в энергобалансе России к 2050 году до 4,5%, эксперты ожидают сохранения доли в 10%.
URL: <https://globalenergyprize.org/ru/2021/10/14/minenergo-prognoziruet-snizhenie-doli-uglya-v-energobalanse-rossii-k-2050-godu-do-4-5-eksperty-ozhidajut-sohranenie-doli-v-10/>

– влиянием энергетической системы на окружающую среду (на климат, здоровье человека)¹¹.

Рассмотрим источники, из которых складывается общая структура выработки электрической энергии, в разрезе трех компонентов (*табл. 4*). Как видно из таблицы, ни один вид энергии, по мнению авторов, на данный момент не обеспечивает достижения положительного значения по всем трем компонентам. Соответственно, необходимо совершенствовать использование каждого источника энергии по тем компонентам, по которым зафиксированы отрицательные значения. Если использование энергии солнца и энергии ветра, в том числе с применением накопителей электрической энергии, требует использования существующих механизмов развития, то работа по повышению эффективности использования угля в нашей стране пока минимальна, и именно ей, по мнению авторов, следует уделить максимальное внимание в ближайшие годы. Наличие угля в топливно-энергетическом балансе повышает энергетическую безопасность и надежность энергоснабжения.

Для повышения эффективности использования угля в России, как и в других странах, необходимо развитие технологии глубокой переработки угля, уже используемой в Китае, США, Германии и Японии¹², а также технологии улавливания и захоронения углеродов, что позволит в перспективе обеспечить достижение мировых климатических целей¹³. Положительный опыт использования подобных технологий уже накоплен в странах Европейского союза (ЕС) и Северной Америки: в ЕС реализуется около 30 проектов, в Северной Америке – около 20.

В Китае в ближайшие годы предполагается увеличение добычи угля, развитие и строительство новых генерирующих мощностей, достижение углеродной нейтральности с учетом угольной генерации¹⁴. Достижение углеродной нейтральности в Китае предполагается за счет развития одного из трех сценариев, предполагающих пик выбросов и снижение их к 2060 г.:

¹¹ Пути перехода к устойчивой энергетике. Ускорение энергетического перехода в регионе ЕЭК ООН. URL: https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/images/PATHWAYS/Home/FINAL_Report_-_Pathways_to_Sustainable_Energy_-_RUSSIAN.pdf

¹² Какое будущее ожидает российский уголь. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/19811>

¹³ Прокошин Д.П. Обзор способов улавливания диоксида углерода, образующегося при сжигании углеводородного топлива на теплогенерирующих установках. URL: <http://lib.ugsha.ru:8080/bitstream/123456789/6171/1/2012-06-266-269.pdf>

¹⁴ Перспективы угольной и газовой энергетики в Китае и пик выбросов. URL: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/266305130?>

- ускоренное развитие возобновляемых источников энергии с экономичным вариантом инвестиций и пиком выбросов в 2030 г.;
- ускоренное развитие атомной энергетики и возобновляемых источников энергии с большим объемом инвестиций и пиком выбросов к 2028 г.;
- опережающее развитие возобновляемых источников энергии с высоким объемом инвестиций и пиком выбросов к 2025 г.

Но для обеспечения безопасности энергосистемы на период, когда не будут достигнуты показатели по использованию возобновляемых источников энергии, позволяющие обеспечить базовую нагрузку и безопасность электроснабжения, необходимо развитие угольных станций с выводом из эксплуатации устаревшего оборудования. Пик выработки электрической энергии на угольных станциях будет достигнут к 2030 г. Китай не планирует закрытие угольных станций; часть объектов планируется модернизировать с использованием технологии CCUS (улавливания и захоронения углерода)¹⁵. Технологии CCUS подробно рассмотрены в работе [12].

Необходимо отметить, что развитие проектов, связанных с внедрением технологии CCUS в рассматриваемых странах, обеспечивается за счет их софинансирования со стороны государства (США), налоговых кредитов (Норвегия), использования налога на выбросы (Канада). В России для развития подобных проектов также можно применять налоговые льготы [13], утвердить налог на выбросы [14]. Развитие необходимой инфраструктуры возможно и в рамках преференциальных зон¹⁶.

Рассматривая возможности применения технологии CCUS в России, стоит отметить, что во второй половине XX в. в стране проводились эксперименты в данном направлении, но проекты не получили своего развития. При этом Россия обладает значительным потенциалом по применению технологии CCUS, но будущее – не за отдельными проектами, а за комплексным подходом¹⁷. На текущий момент в России не реализовано ни одного проекта, предполагающего внедрение технологии CCUS. О заинтересованности заявляют только Роснефть и НОВАТЭК. Применение

¹⁵ Технологический обзор. Улавливание, использование и хранение углерода (CCUS). URL: https://unece.org/sites/default/files/2021-02/CCUS%20brochure_RU_final.pdf

¹⁶ *Бабенко М.А.* Ценообразование на выбросы CO₂: критический анализ. В кн.: Лучшая студенческая статья 2021. Сборник статей XXXVII Международного научно-исследовательского конкурса. Пенза: Наука и просвещение, 2021. С. 103–108.

¹⁷ За дымовой завесой. Как утилизация углекислого газа изменит мир. URL: <https://www.forbes.ru/biznes/352641-za-dymovoy-zavesoy-kak-utilizaciya-uglekislogo-gaza-izmenit-mir>

данной технологии в России может обеспечить плавный переход к использованию возобновляемых источников энергии при повышении эффективности использования традиционных источников энергии, что потребует формирования системы государственного регулирования таких проектов, инфраструктуры транспортировки, экономических стимулов.

По оценкам экспертов, применение технологии CCUS позволит сэкономить более 6 млрд т выбросов CO₂ до 2050 г.¹⁸. С учетом оцениваемой эффективности технологии CCUS до 90% и текущих объемов выбросов CO₂ в энергетике и промышленности обеспеченность возможностями по использованию рассматриваемой технологии в России составляет около 1 тыс. лет.

В законодательстве не определен порядок выбора месторождений, места строительства объектов для хранения углерода, не сформулированы правила промышленной безопасности. Эксперты полагают, что целесообразно выделить отдельный вид пользования недрами и разработать соответствующие подзаконные акты. Для России, по мнению авторов, целесообразно взять за основу опыт Канады, которая является мировым лидером по улавливанию, использованию и хранению углерода¹⁹. Например, в Канаде реализован проект Boundary Dam²⁰, в рамках которого на угольной станции функционирует система по улавливанию CO₂ после сжигания топлива. Цель такого проекта – обеспечение возможности работы существующего оборудования при сниженных показателях выбросов в целях реализации планового перехода к иным источникам энергии.

В России, по данным Министерства природных ресурсов и экологии, уже создана рабочая группа по развитию рассматриваемой технологии, но проекты еще не разработаны. По мнению авторов, для развития технологии CCUS, создания перспективных проектов в России необходимо:

– сформировать нормативно-правовую базу, обеспечивающую возможность внедрения технологии CCUS;

¹⁸ «Захоронить нельзя выбрасывать» – эксперты VYGON Consulting о развитии проектов улавливания и хранения CO₂ в России. URL: <https://vygon.consulting/pressroom/our-publications/1899/>

¹⁹ Canada and Alberta Launch Steering Committee to Advance CCUS. URL: <https://www.canada.ca/en/natural-resources-canada/news/2021/03/canada-and-alberta-launch-steering-committee-to-advance-ccus.html>

²⁰ CCUS: монетизация выбросов CO₂. URL: https://vygon.consulting/upload/iblock/967/jzgys72b7ome167wi4dbao9fnsqsfj13/vygon_consulting_CCUS.pdf

- создать инфраструктуру для улавливания и захоронения углерода, чтобы снизить стоимость использования рассматриваемой технологии в дальнейшем;
- разработать план мероприятий по снижению выбросов от угольной генерации без ее закрытия за счет применения новых технологий, предусмотренных Стратегией социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года²¹;
- отметить в Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года²², что только политика энергосбережения предусматривает снижение выбросов парниковых газов, причем внедрение технологии CCUS в процесс выработки электрической энергии должно стать одной из задач в области охраны окружающей среды;
- подготовить общие стандарты и механизмы хранения CO₂ с учетом технологических, коммерческих и социальных аспектов внедрения технологии CCUS.

Таким образом, защита окружающей среды в условиях энергетического кризиса требует распределения базовой нагрузки в периоды неэластичности спроса, превышающего генерирующие мощности. Основные пути развития энергетики связаны с возобновляемыми источниками, однако без традиционных источников энергии при текущем уровне жизни невозможно обеспечить будущее.

Экономические перспективы России и всего мира на несколько десятилетий вперед зависят как от развития возобновляемых, так и от повышения эффективности использования традиционных источников энергии. Только устойчивое развитие энергетики, характеризующееся достижением баланса между традиционными и возобновляемыми источниками энергии, позволит обеспечить надежность энергоснабжения населения нашей страны.

²¹ Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.10.2021 № 3052-п). URL: <http://static.government.ru/media/files/ADKkCzp3fWO32e2yA0BhtIpyzWfHaiUa.pdf>

²² Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 09.06.2020 № 1523-п). URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1026?ysclid=124r1x27hg>

Таблица 1

Структура выработки электрической энергии в мире в 2020 г. и плановый прогноз на 2050 г. в соответствии со сценарием «объявленных обязательств», %

Table 1

The structure of electricity generation in the world for 2020 and the planned forecast for 2050 in accordance with the *Declared Commitments* scenario, percentage

Источники (виды) энергии	2020	2050
Уголь	35	6
Газ	23	10
Вода	16	13
Атомная энергия	10	8
Энергия солнца	3	26
Энергия ветра	6	26
Прочие возобновляемые источники	4	6
Нефтетопливо	3	1
Водород и аммиак	0	1
Уголь и газ с улавливанием CO ₂	0	3

Источник: World Energy Outlook 2021.

URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021/overview>

Source: World Energy Outlook 2021.

URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021/overview>

Таблица 2

Обязательства стран по объему выбросов, зафиксированные Киотским протоколом

Table 2

Countries' commitments by emission fixed by the Kyoto Protocol

Страна	Обязательства по объему выбросов
Страны Европейского союза	Сокращение на 8%
США	Сокращение на 7%
Япония	Сокращение на 6%
Китай	Разрешено увеличить
Индия	Разрешено увеличить
Россия	Без изменений

Источник: [6]

Source: [6]

Таблица 3**Обязательства стран по сокращению выбросов в соответствии с Парижским соглашением****Table 3****Countries' commitments to reduce emissions under the Paris Agreement**

Страна	Обязательства по сокращению выбросов
Страны Европейского союза в целом	40% к 2030 г.
Германия	50% к 2030 г. (85–90% к 2050 г.)
США	80% к 2050 г.
Индия	35% к 2030 г.
Китай	60% к 2030 г. (по отношению к единице производимой продукции)
Россия	70% к 2030 г. (по отношению к 1990 г.)

Источник: Климатическая повестка России: реагируя на международные вызовы.
URL: <https://www.csr.ru/upload/iblock/521/521091011093dc8b5ece74cdd8552680.pdf>

Source: Russia's Climate Agenda: Responding to International Challenges.
URL: <https://www.csr.ru/upload/iblock/521/521091011093dc8b5ece74cdd8552680.pdf>

Таблица 4**Источники энергии по компонентам энергетической устойчивости****Table 4****Energy sources by component of energy stability**

Источники (виды) энергии	Энергетическая безопасность (знак «минус» – наименьшее обеспечение безопасности, знак «плюс» – наибольшее)
Уголь	+
Газ	+
Атомная энергия	+
Энергия воды (ГЭС)	+
Энергия солнца	–
Энергия ветра	–
Уголь и газ с улавливанием CO ₂	–

Продолжение

Источники (виды) энергии	Качество жизни (знак «плюс» – экономически наиболее целесообразно, знак «минус» – наименее)
Уголь	+
Газ	+
Атомная энергия	+
Энергия воды (ГЭС)	+
Энергия солнца	–
Энергия ветра	–
Уголь и газ с улавливанием CO ₂	–

Продолжение

Источники (виды) энергии	Влияние на окружающую среду (знак «минус» – наибольшее влияние, знак «плюс» – наименьшее)
Уголь	–
Газ	–
Атомная энергия	–
Энергия воды (ГЭС)	–
Энергия солнца	+
Энергия ветра	+
Уголь и газ с улавливанием CO ₂	+

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring

Список литературы

1. *Пименов Г.В., Немченко А.В.* Возобновляемые источники энергии как ключевой способ экологизации // *Аспирант*. 2020. № 5. С. 267–270.
URL: <http://nauka-prioritet.ru/wp-content/uploads/2021/01/%E2%84%965-2020-1.pdf>
2. *Глебов И.А., Рябов С.И., Гончаров Е.С.* Баланс между традиционными и возобновляемыми источниками энергии // *Colloquium-journal*. 2020. № 3-1. С. 31–32. URL: <http://www.colloquium-journal.org/wp-content/uploads/2020/02/colloquium-journal-355-chast-1.pdf>
3. *Даукаев А.А., Сарсаков М.С., Сулейманова З.И.* Традиционные и нетрадиционные источники энергии: исторические и современные аспекты // *Вестник Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова РАН*. 2020. № 1. С. 215–222.
URL: <https://doi.org/10.34824/VKNIIRAN.2020.10.29.026>
4. *Жданов Д.А., Молдабаев К.Т.* Тенденции повышения энергоэффективности: возможности возобновляемой и традиционной энергетики // *Актуальные проблемы экономики и права*. 2020. Т. 14. № 2. С. 249–265.
URL: <https://doi.org/10.21202/1993-047X.14.2020.2.249-265>
5. *Литвинов Е.А.* Анализ энергетического кризиса в Европейском союзе // *Российский внешнеэкономический вестник*. 2021. № 11. С. 83–90.
URL: <https://doi.org/10.24412/2072-8042-2021-11-83-90>
6. *Ковалев Ю.Ю., Степанов А.В., Бурнасоев А.С.* Международная климатическая дипломатия в поисках решения глобальной проблемы // *Известия Уральского федерального университета. Серия 3:*

- Общественные науки. 2017. Т. 12. № 1. С. 117–131.
URL: <https://tempusetmemoria.ru/article/view/2284/2046>
7. *Полаева Г.Б., Смирнов С.С.* Изменение доли угля в мировом топливно-энергетическом балансе // *Инновации и инвестиции*. 2019. № 9. С. 357–360.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-doli-uglya-v-mirovom-toplivno-energeticheskom-balanse/viewer>
8. *Green D.L.* Measuring Energy Sustainability. In: Graedel T.E., Van der Voet E. (Eds) *Linkages of Sustainability*. Cambridge, MIT Press, 2009, pp. 354–373.
9. *Шевченко Н.А.* Научно-инновационный потенциал современного энергетического сектора мировой экономики // *Вестник Томского государственного университета*. 2009. № 328. С. 147–150.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nauchno-innovatsionnyy-potentsial-sovremennogo-energeticheskogo-sektora-mirovoy-ekonomiki/viewer>
10. *Мозговая Е.С.* Формирование потенциала устойчивого развития топливно-энергетического комплекса // *Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета*. 2009. № 4. С. 125–128.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-potentsiala-ustoychivogo-razvitiya-toplivno-energeticheskogo-kompleksa/viewer>
11. *Сарнацкий Э.В.* О новой энергетической идеологии в пространственном развитии территорий // *Энергосбережение*. 2019. № 7. С. 54–59. URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=7365
12. *Ахметова В.Р., Смирнов О.В.* Улавливание и хранение диоксида углерода – проблемы и перспективы // *Башкирский химический журнал*. 2020. Т. 27. № 3. С. 103–114.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ulavlivanie-i-hranenie-dioksida-ugleroda-problemy-i-perspektivy/viewer>
13. *Суслина А.Л., Леухин Р.С.* Работает ли налоговое стимулирование инноваций? Оценка эффективности в России и в мире // *Финансовый журнал*. 2018. № 5. С. 58–69.
URL: <https://doi.org/10.31107/2075-1990-2018-5-58-69>

14. Проняева Л.И., Кружкова И.И. Развитие инфраструктуры особых преференциальных зон на условиях государственно-частного партнерства // Вестник ОрелГИЭТ. 2021. № 1. С. 47–55.

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN ELECTRIC POWER INDUSTRY BASED ON THE BALANCE OF TRADITIONAL AND RENEWABLE SOURCES AS THE NATIONAL ENERGY SYSTEM'S SAFETY BASIS

Tat'yana S. REMIZOVA ^{a,*},
Dmitrii B. KOSHELEV ^b

^a Financial Research Institute of Ministry of Finance of Russian Federation (FRI),
Moscow, Russian Federation
ttatia@yandex.ru
ORCID: not available

^b PAO Rosseti Center,
Moscow, Russian Federation
dmk79@list.ru
ORCID: not available

* Corresponding author

Article history:

Article No. 119/2022
Received 3 March 2022
Received in revised
form 19 March 2022
Accepted 6 April 2022
Available online
16 May 2022

JEL classification:

O14, O32, P28, Q42

Keywords: greenhouse
gases, CO₂ emission,
energy source, coal

Abstract

Subject. This article deals with the issues related to Russia's energy security and the transition to renewable energy sources.

Objectives. The article aims to explore the global trends in changing the structure of energy sources.

Methods. For the study, we used analysis, abstraction, and analogy.

Results. The article presents a scenario for changing the structure of energy sources in the world and Russia and proposes the necessary steps and activities to improve the efficiency of coal use in Russia.

Conclusions. The article concludes that sustainable energy development is possible only if a balance of traditional and renewable energy sources is achieved.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2022

Please cite this article as: Remizova T.S., Koshelev D.B. Sustainable Development of the Russian Electric Power Industry Based on the Balance of Traditional and Renewable Sources as the National Energy System's Safety Basis. *National Interests: Priorities and Security*, 2022, vol. 18, iss. 5, pp. 991–1008.
<https://doi.org/10.24891/ni.18.5.991>

References

1. Pimenov G.V., Nemchenko A.V. [Renewable energy sources as a key way of greening]. *Aspirant*, 2020, no. 5, pp. 267–270. URL: <http://nauka-prioritet.ru/wp-content/uploads/2021/01/%E2%84%965-2020-1.pdf> (In Russ.)

2. Glebov I.A., Ryabov S.I., Goncharov E.S. [The balance between traditional and renewable energy sources]. *Colloquium-journal*, 2020, no. 3-1, pp. 31–32.
URL: <http://www.colloquium-journal.org/wp-content/uploads/2020/02/colloquium-journal-355-chast-1.pdf> (In Russ.)
3. Daukaev A.A., Sarsakov M.S., Suleymanova Z.I. [Traditional and non-traditional sources of energy: historical and modern aspects]. *Vestnik Kompleksnogo nauchno-issledovatel'skogo instituta im. Kh.I. Ibragimova RAN = Bulletin of Integrated Research Institute n.a. H.I. Ibragimov of RAS*, 2020, no. 1, pp. 215–222. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.34824/VKNIIRAN.2020.10.29.026>
4. Zhdanov D.A., Moldabaev K.T. [Trends of increasing energy efficiency: opportunities of renewable and traditional energy sectors]. *Aktual'nye problemy ekonomiki i prava = Actual Problems of Economics and Law*, 2020, vol. 14, no. 2, pp. 249–265. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.21202/1993-047X.14.2020.2.249-265>
5. Litvinov E.A. [Analysis of EU energy crisis]. *Rossiiskii vneshneekonomicheskii vestnik = Russian Foreign Economic Journal*, 2021, no. 11, pp. 83–90. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24412/2072-8042-2021-11-83-90>
6. Kovalev Yu.Yu., Stepanov A.V., Burnasov A.S. [International climate diplomacy in search for a solution to global problem]. *Izvestiya Ural'skogo federal'nogo universiteta. Seriya 3: Obshchestvennye nauki = Izvestia of Ural Federal University. Series 3: Social and Political Sciences*, 2017, vol. 12, no. 1, pp. 117–131.
URL: <https://tempusetmemoria.ru/article/view/2284/2046> (In Russ.)
7. Polaeva G.B., Smirnov S.S. [Change in the share of coal in the global fuel and energy balance]. *Innovatsii i investitsii = Innovation & Investment*, 2019, no. 9, pp. 357–360. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-doli-uglya-v-mirovom-toplivno-energeticheskom-balanse/viewer> (In Russ.)
8. Green D.L. Measuring Energy Sustainability. In: Graedel T.E., Van der Voet E. (Eds) *Linkages of Sustainability*. Cambridge, MIT Press, 2009, pp. 354–373.
9. Shevchenko N.A. [Scientific and innovative potential of modern world economy energy sector]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta =*

Tomsk State University Journal, 2009, no. 328, pp. 147–150.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nauchno-innovatsionnyy-potentsial-sovremennogo-energeticheskogo-sektora-mirovoy-ekonomiki/viewer>
(In Russ.)

10. Mozgovaya E.S. [Creating potential for sustainable development of fuel-energy complex]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ehkonomicheskogo universiteta = Vestnik of Saratov State Socio-Economic University*, 2009, no. 4, pp. 125–128.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-potentsiala-ustoychivogo-razvitiya-toplivno-energeticheskogo-kompleksa/viewer> (In Russ.)
11. Sarnatskii E.V. [About new energy ideology of spatial development of territories]. *Energoberezhenie = Energy Conservation*, 2019, no. 7, pp. 54–59. URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=7365
(In Russ.)
12. Akhmetova V.R., Smirnov O.V. [Carbon dioxide capture and storage - problems and perspectives]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal = Bashkir Chemistry Journal*, 2020, vol. 27, no. 3, pp. 103–114.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ulavlivanie-i-hranenie-dioksida-ugleroda-problemy-i-perspektivy/viewer> (In Russ.)
13. Suslina A.L., Leukhin R.S. [Do tax incentives for innovation work? Evaluation of effectiveness in Russia and in the world]. *Finansovyi zhurnal = Financial Journal*, 2018, no. 5, pp. 58–69. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.31107/2075-1990-2018-5-58-69>
14. Pronyayeva L.I., Kruzhkova I.I. [Development of special preferential zones infrastructure on terms of public-private partnership]. *Vestnik OrelGIET*, 2021, no. 1, pp. 47–55. (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.