

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА

ISSN 2409-5516

ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВОЙ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№7(185), июль 2023

РГАСНТИ 44.09.29



**Российская
Энергетическая
Неделя 2023**



РОСКОНГРЕСС
Пространство доверия



Тема номера

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ
КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА**



«Россети» —
вместе
в будущее



ГАЗПРОМБАНК

Лучшее создается вместе

Весь спектр банковских услуг

карты

вклады

счета

кредиты

услуги для юр. лиц

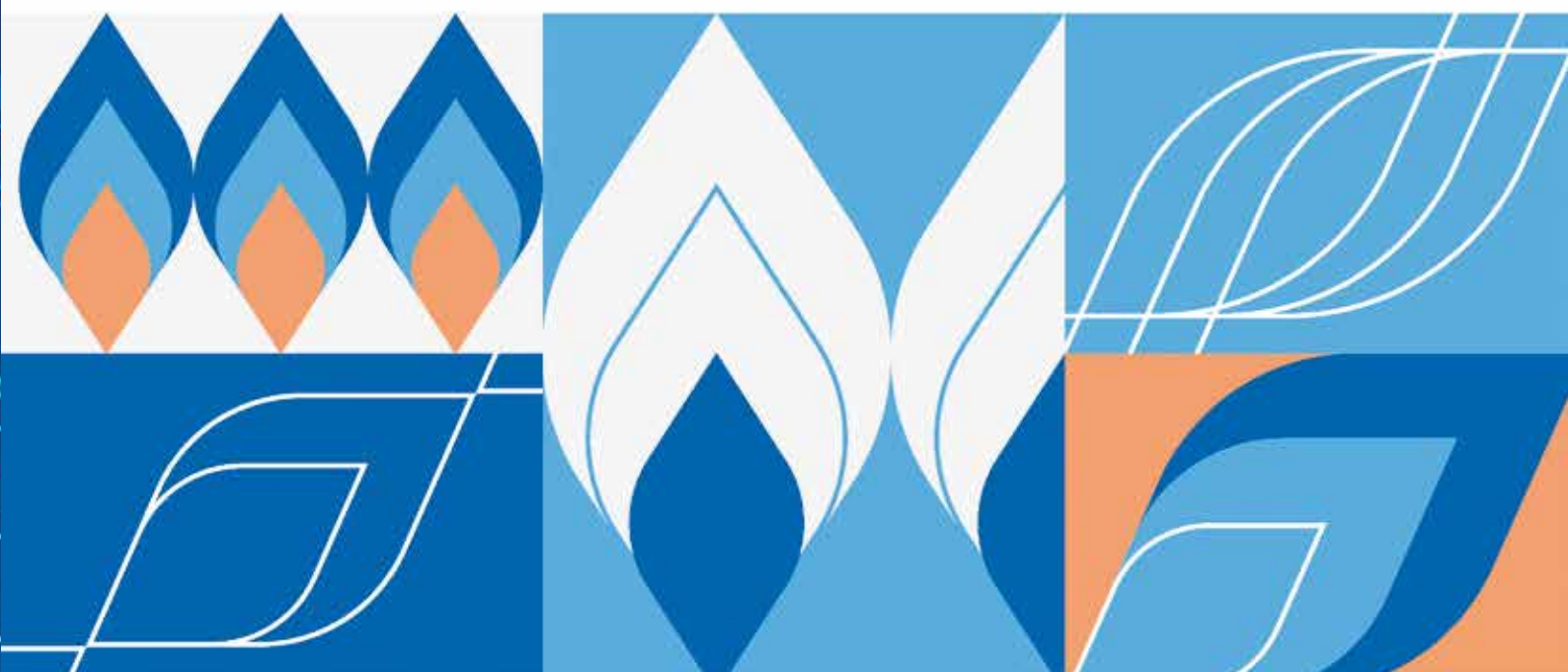
страхование

ипотека

рефинансирование

gazprombank.ru

Банк ГПБ (АО). Ген. лицензия ЦБ РФ № 354. Реклама.



Содержание



Contents

Editor's Column

- 7 V. Bushuev, A. Gorshkova.**
Non-banal energy efficiency

Energy transition

- 8 V. Klimenko, A. Klimenko, A. Tereshin, O. Loktionov.**
The road to climate neutrality:
through the forest underground
- 26 K. Suslov, A. Doroshin, V. Kabanov, D. Pereverzev.**
Analysis of the development of solar energy in Russia

Energy

- 46 M. Sokolov.** Energy intensity of the Russian economy and the main directions for its reduction
- 68 I. Dolmatov, A. Koval, I. Sukholitko, D. Pak.**
Preferential technological connection of facilities with a capacity of up to 15 kW to the electricity networks for households and industrial consumers in 2022-2023
- 82 E. Gasho, S. Beloborodov.** Impact of energy saving and transition to BAT on the electricity intensity of GDP

Region

- 94 A. Mastepanov, A. Sumin, B. Chigarev.**
Southern African Power Industry: Problems and Development Trends

УЧРЕДИТЕЛЬ

Министерство энергетики
Российской Федерации,
107996, ГСП-6, г. Москва,
ул. Щепкина, д. 42

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ

ФГБУ «РЭА»
Министерства энергетики
Российской Федерации

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

В. В. Бушуев – д. т. н., проф., г. н. с. ОИВТ РАН
Е. О. Адамов – д. т. н., науч. рук. АО «НИКИЭТ»
В. М. Батенин – член-корр. РАН, д. т. н., проф.
П. П. Безруких – д. т. н., проф. НИУ МЭИ
В. И. Богоявленский – член-корр. РАН,
д. т. н., проф., г. н. с. ИПНГ РАН
А. И. Громов – к. г. н., гл. директор
по энергетическому направлению Фонда «ИЭФ»
А. Н. Дмитриевский – акад. РАН, д. г.-м. н.,
научный руководитель ИПНГ РАН
С. А. Добролюбов – акад. РАН, д. г. н., проф.,
декан географического факультета МГУ

О. В. Жданев – к. ф.-м. н., зам.
ген. директора ФГБУ «РЭА» Минэнерго России
В. М. Зайченко – д. т. н., проф., г. н. с. ОИВТ РАН
М. Ч. Залиханов – акад. РАН, д. г. н.,
проф., зав. ЦГИЧС КБГУ
В. М. Капустин – д. т. н., проф., зав. кафедрой
РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина
В. А. Крюков – акад. РАН, д. э. н.,
директор ИЭОПП СО РАН
А. И. Кулапин – д. х. н., ген. директор
ФГБУ «РЭА» Минэнерго России
В. Г. Мартынов – к. г.-м. н., д. э. н., проф.,
ректор РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина
А. М. Мастепанов – акад. РАН,
д. э. н., г. н. с. АЦЭПБ ИПНГ РАН

Н. Л. Новиков – д. т. н., проф.,
зам. науч. рук. АО «НТЦ ФСК ЕЭС»
В. И. Рачков – член-корр. РАН, д. т. н., проф.
П. Ю. Сорокин – первый зам. министра
энергетики РФ
Д. А. Соловьев – к. ф.-м. н., научный
сотрудник Института океанологии РАН
В. А. Стеников – акад. РАН, д. т. н., проф.,
директор ИСЭ им. Мелентьева СО РАН
Е. А. Телегина – член-корр. РАН, д. э. н.,
проф., декан фак-та РГУ нефти и газа
им. И. М. Губкина
С. П. Филиппов – акад. РАН, д. т. н.,
директор ИНЭИ РАН
А. Б. Яновский – д. э. н., к. т. н.

Главный редактор
Анна Горшкова

Научный редактор
Виталий Бушуев

Зам. главного редактора по продвижению
Виолетта Локтева

Корректор
Роман Павловский

Фотограф
Иван Федоренко

Дизайн и верстка
Роман Павловский

Адрес редакции:
129085, г. Москва,
проспект Мира,
д.105, стр. 1
+79104635357
anna.gorshik@yandex.ru

Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе
по надзору в сфере связи,
информационных технологий
и массовых коммуникаций

Свидетельство о регистрации
средства массовой информации
ПИ № 77–75080 от 07.03.2019

Журнал «Энергетическая политика»
входит в Перечень рецензируемых
научных изданий ВАК

При перепечатке ссылка
на издание обязательна

Перепечатка материалов
и использование их в любой форме,
в том числе в электронных СМИ,
возможны только с письменного
разрешения редакции

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламных
материалов

Редакция не имеет возможности
вступать в переписку,
рецензировать и возвращать
не заказанные ею рукописи
и иллюстрации

Тираж 1000 экземпляров
Периодичность выхода 12 раз в год
Цена свободная

Отпечатано в ООО «КОНСТАНТА»,
308519, Белгородская область,
Белгородский р-н, п. Северный,
ул. Березовая, 1/12.
E-mail: info@konstanta-print.ru

Подписано в печать:
05.07.2023

16+

РОССИЯ-АФРИКА

ВТОРОЙ САММИТ
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ И ГУМАНИТАРНЫЙ ФОРУМ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
26-29 ИЮЛЯ 2023

 РОСКОНГРЕСС
Время действовать

Форум призван диверсифицировать формы и направления российско-африканского сотрудничества в экономической и гуманитарной сферах, а также определить их развитие на долгосрочную перспективу.

В рамках мероприятия состоится масштабная выставочная экспозиция.



ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР:
+7 (812) 406 7471
russia-africa@roscongress.org

SUMMITAFRICA.RU

31 ОКТЯБРЯ – 3 НОЯБРЯ 2023



ХII ПЕТЕРБУРГСКИЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ГАЗОВЫЙ
ФОРУМ

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



ПАРТНЕРЫ



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР



ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННЫЙ
ПАРТНЕР

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1
+7 (812) 240 40 40 (доб. 2626) GE@EXPOFORUM.RU



[@GASFORUMSPB](https://t.me/GASFORUMSPB)

ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ
НА НАШ TELEGRAM-КАНАЛ
И ЧИТАЙТЕ НОВОСТИ
ДАЛЬШЕ ВСЕ!

18+
GAS-FORUM.RU



Виталий БУШУЕВ
Научный редактор журнала
«Энергетическая политика», акад. РАЕН и РИЭ, д. т. н.



Анна ГОРШКОВА
Главный редактор журнала
«Энергетическая политика»

Небанальная энергоэффективность

Текущие геополитические события, ожидания глобальной трансформации мирового энергетического рынка и глобального климатического сдвига отодвинули на второй план очень серьезные проблемы, связанные с насущной необходимостью повышения эффективности российского энергетического сектора. Огромный, экспортоориентированный энергетический комплекс страны, функционирующий в сложных географических и климатических условиях на фоне доступности энергоресурсов всех видов, отличается высокой степенью инертности, большой энергоемкостью, низким уровнем использования новейших цифровых и энергоэффективных технологий и наличием значительного количества

субсидируемых и льготных потребителей разного уровня.

Сложность доступа к международным рынкам заставляет по-другому взглянуть на данные проблемы внутреннего рынка. Если раньше потери энергетического сектора от использования энергоемких технологий и применения бесконечных государственных субсидий покрывались экстенсивным ростом экспорта, то сейчас нерешенность данных проблем может серьезно усугубить нарастающие проблемы в экономике России. Фактически, ближайшие год-два предоставляют последнее, критически важное окно возможностей по внедрению передовых мировых технологий, и упустить его по меньшей мере экономически безответственно.

Дорога к климатической нейтральности: через леса под землю

The road to climate neutrality: through the forest underground

Владимир КЛИМЕНКО
Главный научный сотрудник НИУ «МЭИ»,
главный научный сотрудник ИНЭИ
РАН, заведующий лабораторией НИТУ
«МИСиС», д. т. н., профессор, академик РАН
E-mail: nilgpe@mpei.ru

Александр КЛИМЕНКО
Главный научный сотрудник НИТУ
«МИСиС», д. т. н., профессор, академик РАН
E-mail: klimenkoav@bk.ru

Алексей ТЕРЕШИН
Ведущий научный сотрудник НИУ «МЭИ»,
ведущий научный сотрудник ИНЭИ РАН,
д. т. н.
E-mail: TereshinAG@mpei.ru

Олег ЛОКТИОНОВ
Доцент НИУ «МЭИ», инженер-
исследователь ИНЭИ РАН, к. т. н.
E-mail: LoktionovOA@mpei.ru

Vladimir KLIMENKO
Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician
of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher
at NRU MPEI, Chief Researcher at ERI RAS, Head of
Laboratory at NUST MISiS
E-mail: nilgpe@mpei.ru

Alexander KLIMENKO
Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician
of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher,
NUST MISiS
E-mail: klimenkoav@bk.ru

Alexey TERESHIN
Doctor of technical sciences, Leading Researcher, NRU
MPEI, Leading Researcher, ERI RAS
E-mail: TereshinAG@mpei.ru

Oleg LOKTIONOV
Ph.D., Associate Professor at NRU MPEI, Research
Engineer at ERI RAS
E-mail: LoktionovOA@mpei.ru

Аннотация. Исследованы перспективы снижения углеродоемкости экономики России и возможности достижения климатической нейтральности народного хозяйства страны к 2060 г. На основе историко-экстраполяционного подхода к исследованию развития различных социотехнических систем и путем сравнения с динамикой углеродных показателей экономик ведущих стран мира показано, что полная компенсация антропогенных выбросов парниковых газов (ПГ) поглощением биосферой (в первую очередь, лесами) сегодня возможна скорее лишь теоретически. Условием этого является выполнение чрезвычайно амбициозных масштабных программ реформирования всех отраслей экономики страны – от энергетики до лесного хозяйства. Так, в оптимистическом сценарии темпы снижения удельных показателей эмиссии ПГ на душу населения должны составлять максимальные достигнутые в мире за последние 50 лет значения 1 % в год, а управление лесами включать полную компенсацию растущих вырубок и 50 %-ное сокращение потерь лесов от пожаров, в настоящее время являющихся вторым (после энергетики) источником выбросов ПГ в атмосферу. Наиболее вероятным представляется сценарий со скоростью снижения удельных выбросов ПГ на душу населения в 0,5 % в год, и умеренным возрастанием поглощающей способности лесов в основном за счет реализации лесоклиматических проектов и снижения пожарной эмиссии. При реализации последнего сценария нетто-эмиссия ПГ может составить примерно 700 Мт CO_{2экв} к 2060 г., что потребует для достижения климатической нейтральности создания национальной индустрии улавливания и захоронения углерода беспрецедентных масштабов.

Ключевые слова: Россия, экономика, энергетика, лесное хозяйство, эмиссия и поглощение парниковых газов, климатическая нейтральность, историко-экстраполяционный подход, сценарии.

Abstract. The prospects for reducing the carbon intensity of the Russian economy and the possibility of achieving climate neutrality of the national economy by 2060 are studied On the basis of a historical-extrapolation approach to the study of the development of various sociotechnical systems by comparing with the dynamics of carbon indicators of the economies of the leading countries of the world, it is shown that full compensation for anthropogenic emissions of greenhouse gases (GHGs) by absorption by the biosphere (primarily forests) is theoretically possible with implementation of difficult-to-implement large-scale reform programs in all sectors of the country's economy – from energy to forestry. Thus, in an optimistic scenario, the rate of decline in specific GHG emissions per capita should be the maximum value achieved in the world over the past 50 years at 1 % per year, and forest management should include full compensation for growing deforestation and a 50 % reduction in forest losses from fires, which are currently the second (after energy) sources of GHG emissions into the atmosphere. The most feasible scenario seems the one with a rate of reduction in specific GHG emissions per capita of 0.5 % / year, and a moderate increase of the absorbing capacity of forests mainly due to the implementation of forest-climate projects and fire emission reduction. Under the latter scenario, net GHG emissions by 2060 could reach 700 Mt CO_{2eq}, which would require the creation of a national industry for large-scale carbon capture and storage in order to achieve climate neutrality of the Russian economy.

Keywords: Russia, economy, energy, forestry, emission and absorption of greenhouse gases, climate neutrality, historical-extrapolation approach, scenarios.

Введение

Несмотря на развивающуюся тенденцию к фрагментации мировой экономики, потерю авторитета различных международных организаций и эрозию заключенных ранее соглашений, идея предотвращения катастрофических изменений климата,

впервые закрепленная в Рамочной конвенции ООН по изменению климата (РКИК) в 1992 г., сохраняет свою актуальность и поддержку со стороны всех стран мира. Россия, в последние годы последовательно сокращая свое участие в различных межгосударственных программах, тем не менее, декларирует приверженность к декарбони-

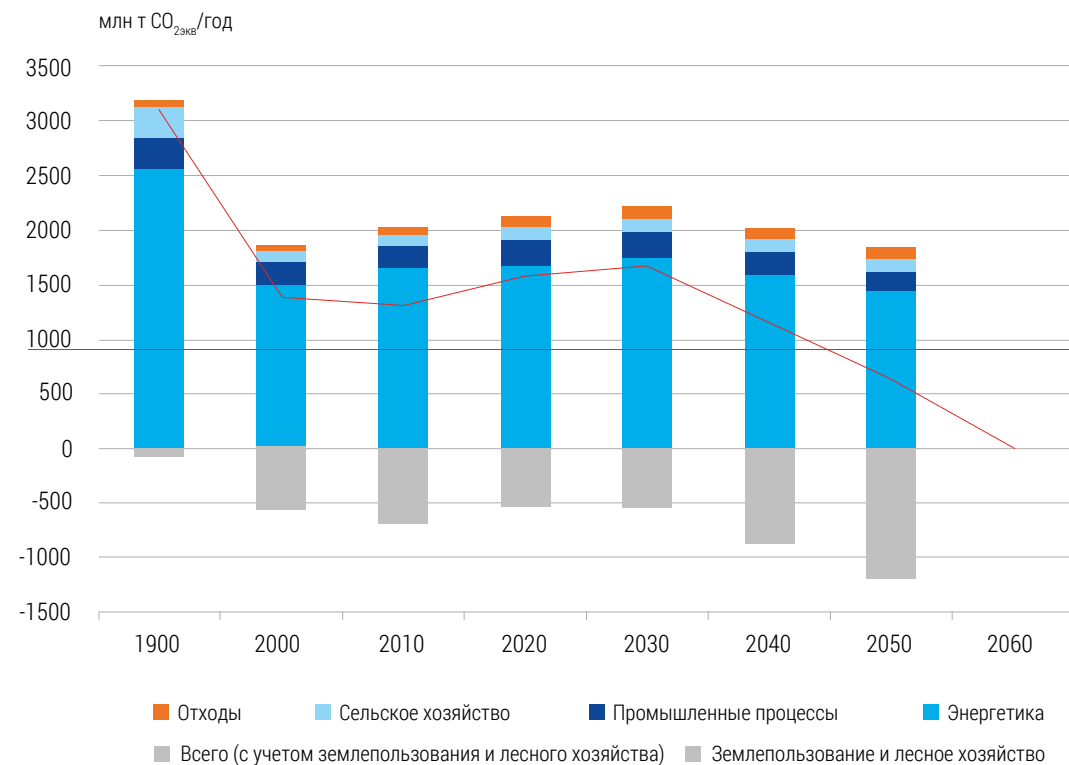


Рис. 1. Целевой сценарий Стратегии низкоуглеродного развития

Источник: [1]

зации своей экономики. В принятой в октябре 2021 г. Стратегии низкоуглеродного развития (СНУР) [1] поставлена цель достичь к 2060 г. углеродной нейтральности национальной экономики. В соответствии со стратегией движение к углеродной нейтральности по сути планируется осуществлять лишь после 2030 г. (рис. 1). Главная роль в этом движении отводится не мероприятиям в энергетической сфере, что было бы разумно предполагать, а более чем двукратному возрастанию фиксации углерода лесами страны в сфере землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ). Такая ставка, по мнению ряда специалистов в области лесного хозяйства [2, 3], покоится на довольно шатком фундаменте и потому является весьма рискованной.

Подготовка СНУР и ее презентация на конференции сторон РКИК в Глазго (2021 г.) вызвала целый поток публикаций, исследующих различные аспекты декарбонизации отечественной экономики [4–11]. Настоящая работа призвана оценить реальность достижения поставленной цели с точки зрения мирового исторического опыта и определить возможные пути решения данной задачи.

Динамика выбросов ПГ и карбооемкости экономики в России в 1990–2020 гг.

За последние три десятилетия в динамике выбросов парниковых газов (ПГ) в России выделяются два периода – резкое снижение в 1990-е гг. и постепенный рост в 2000–2020 гг. (рис. 1). Минимум нетто-эмиссии (с учетом поглощения CO₂ биотой) пришелся на 2010 г., что было вызвано увеличением поглощающей способности лесов за счет сокращения заготовок древесины и зарастания брошенных сельхозугодий.

Если падение выбросов в 1990–2000 гг. затронуло практически пропорционально все отрасли национальной экономики и отразилось на выбросах всех ПГ (диоксид углерода, метан, закись азота, хлорфторуглеводороды и др.), то последовавшее затем частичное восстановление объемов эмиссии пришлось в основном на энергетику и в меньшей степени – на промышленные процессы, где выросли выбросы углекислого газа (рис. 1).

Основными причинами этих изменений стала глубокая перестройка экономики страны (рис. 2–3). Резкое падение объема валового внутреннего продукта (ВВП)

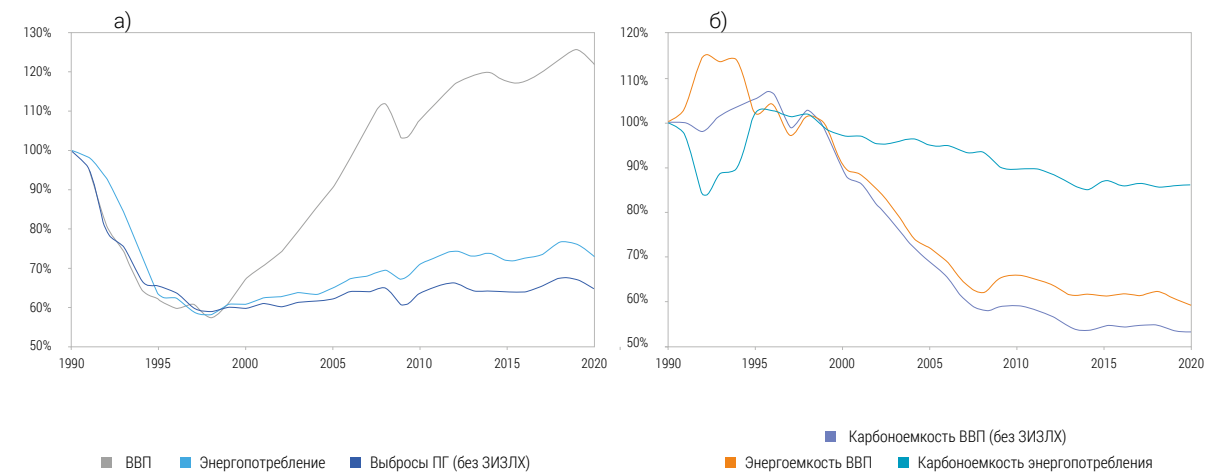


Рис. 2. Энергопотребление, физический объем ВВП и выбросы ПГ (в пересчете на CO_{2экв}) относительно уровня 1990 г. (а) и энергоемкость и карбооемкость ВВП и карбооемкость энергопотребления (б) России по данным Росстата и [12]

в 1990-е гг. сопровождалось и структурной перестройкой экономики – снижением доли промышленного производства и ростом услуг (рис. 3а), причем этот процесс продолжался вплоть до экономического кризиса 2008 г., что привело к существенному снижению энергоемкости ВВП (рис. 2а).

Эти же экономические драйверы обеспечили в 1990–2010 гг. практически двукратное снижение карбооемкости экономики России (рис. 2б), чему способствовали переход на менее углеродоемкий природный газ и новый импульс в строительстве и вводе АЭС в отечественной энергетике (рис. 3б).

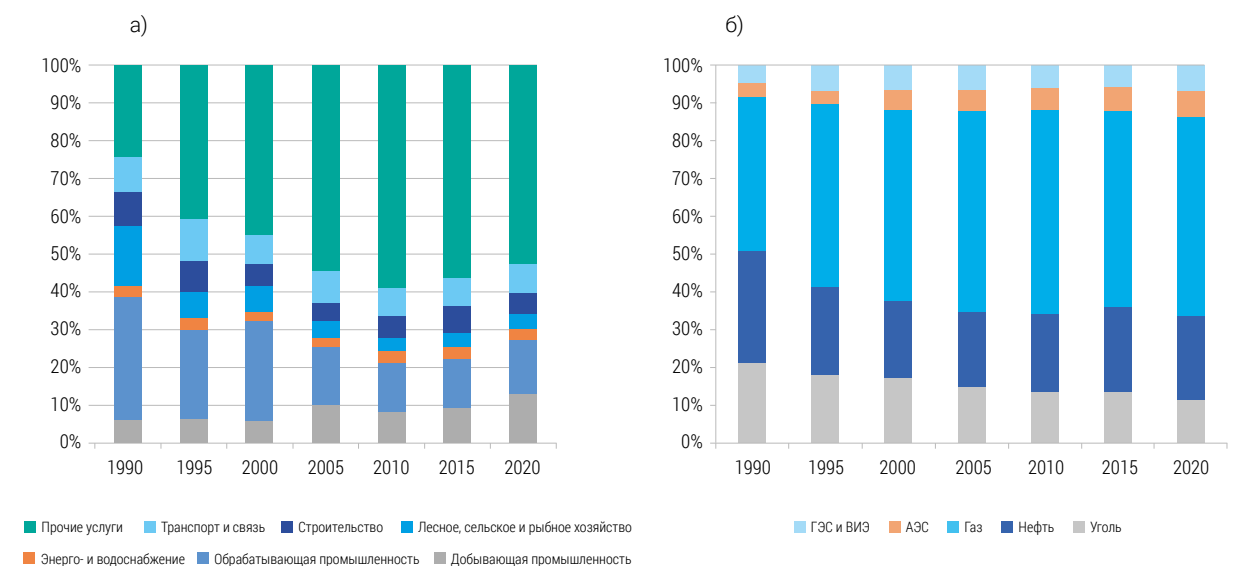
Однако наметившаяся с 2014 г. тенденция к опережающему развитию добываю-

щей и обрабатывающей промышленности (рис. 3а) вместе с замедлением темпов газификации (рис. 3б) отечественной экономики привели практически к стагнации энергоемкости ВВП России и, соответственно, к прекращению снижения карбооемкости энергопотребления (рис. 2б).

Эволюция оценок нетто-стока ПГ для российского сектора ЗИЗЛХ

Существенным риском для долгосрочных экономических интересов России является иллюзия, что увеличение роли

Рис. 3. Структура ВВП по отраслям (а) и энергопотребления по источникам (б) в России по данным Росстата



Существуют прямо противоположные представления о дальнейшем изменении нетто-стока – от его драматического сокращения более, чем в пять раз, до двукратного увеличения к середине столетия

лесов и правильный учет этой роли способны решить практические задачи Парижского соглашения и СНУР по уменьшению эмиссии парниковых газов без осуществления системных действий по экологизации экономики в целом и, в первую очередь, энергетики. Соблазн подобного решения проблемы велик и обусловлен очевидными причинами географического характера. В самом деле, по оценкам World Bank приблизительно 20 % общей территории лесного покрова мира составляют леса России (рис. 4). Они потенциально являются одним из основных экологических доноров с точки зрения поглощения парниковых газов. Им отведена ведущая роль в установлении углеродного баланса. Поэтому с точки зрения углеродного регулирования на национальном уровне в рамках Парижского соглашения и целей, которые сформулированы в СНУР [1], очень важно

корректно оценить величину нетто-стока сектора ЗИЗЛХ России и его динамику в ближайшие десятилетия. Следует отметить, что оценки как современного баланса углерода в лесах России, так и его динамики в ближайшие десятилетия серьезно различаются [2–3, 13–21]. Расхождения в оценке даже современного нетто-потока, выполненные различными институтами, достигают четырехкратной величины. Причем, существуют диаметрально противоположные представления по поводу дальнейшего изменения нетто-стока – от его драматического сокращения более, чем в пять раз [3], до двукратного увеличения к середине столетия (последняя концепция прямо заложена в СНУР [1]). Например, последние исследования World Resources Institute [14] показывают, что в период 2001–2019 гг. чистый сток углерода в леса России в среднем достигал 1,79 млрд тонн $CO_{2-экв}$ в год, что составляет 24 % от общего поглощения лесов мира и также коррелирует с результатами исследований Boston Consulting Group (BCG) [15], оценивающих ежегодное поглощение российскими лесами от 1,8 до 2,2 млрд тонн $CO_{2-экв}$, а также Global Forest Watch со схожими количественными оценками абсорбции российскими лесами – 1,74 млрд т $CO_{2-экв}$ в период 2001–2021 гг. С точки зрения официальной отчетности России в РКИК ООН по данным Национального доклада о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями ПГ [12] в 2021 г. баланс парниковых

Рис. 4. Распределение стран с наибольшей площадью лесов по данным World Bank, тыс. км²

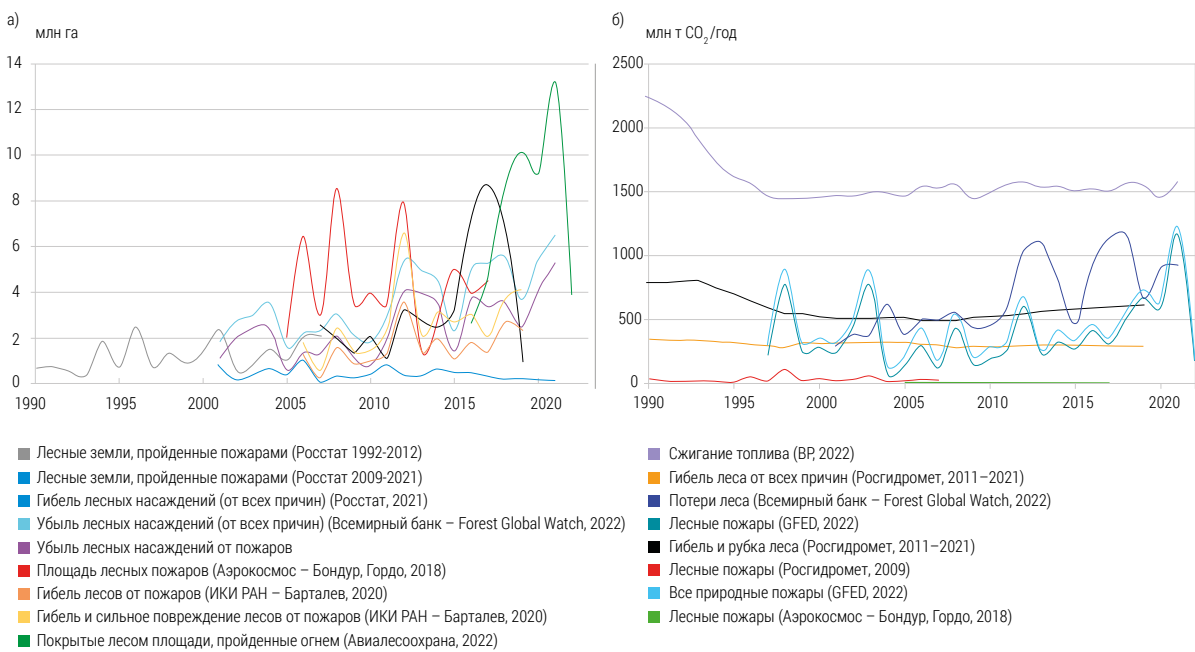
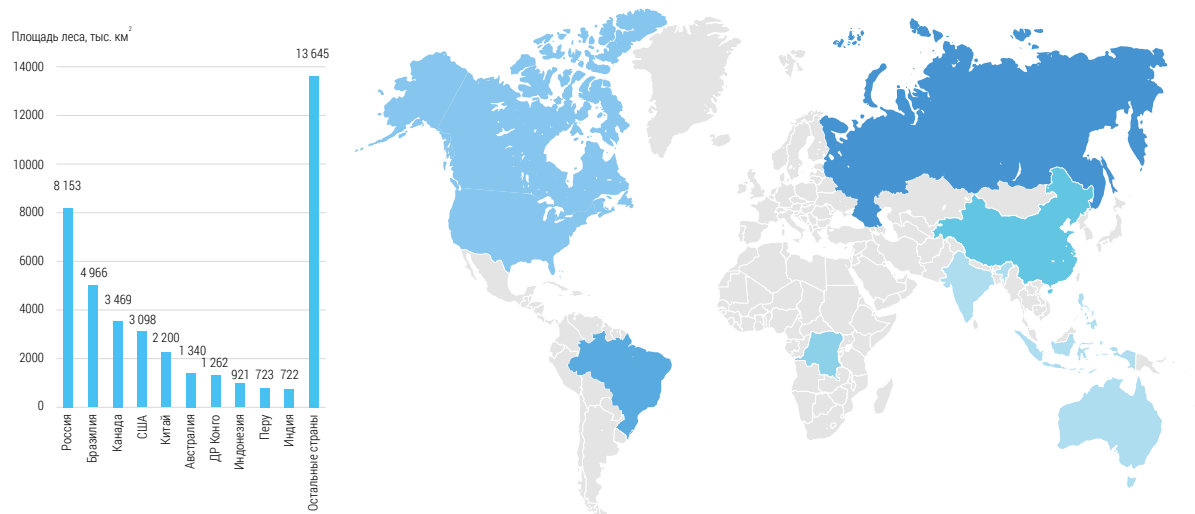


Рис. 5. Лесные площади, пройденные огнем и гибель лесов от пожаров (а) и выбросы углекислого газа от потерь лесов в сравнении с эмиссией при сжигании топлива (б) в России

Источники: по данным [29–33], Авиалесоохраны, GFED и Global Forest Watch

газов в секторе ЗИЗЛХ обновил минимум с 2000 г. и составил 484,8 млн т $CO_{2-экв}$ год⁻¹, что эквивалентно годовому снижению нетто-стока на 13 % относительно прошлогодних оценок, представленных в РКИК. Необходимо отметить не просто беспрецедентное снижение поглощения для земель, отнесенных к сенокосам и пастбищам, для которых средняя абсорбция за пятилетие (2016–2020 гг.) составляла 44,5 млн т $CO_{2-экв}$ год⁻¹, а полное отсутствие в 2021 г. в целом стока по данной категории земель и суммарный выброс 3,8 млн т $CO_{2-экв}$. Для лесных земель также зафиксировано снижение нетто-стока, но менее драматичное в масштабе категории (на 3,8 % относительно 2020 г.), а именно на 23,5 млн т $CO_{2-экв}$, что может быть связано с рекордными лесными пожарами в 2021 г. (рис. 5). Традиционной методологией оценки национальных антропогенных поглощений парниковых газов для сектора ЗИЗЛХ являются руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) [22] и их дополнения [23]. Перечень пулов углерода и категорий землепользования является классическим и, не претерпевая серьезных изменений, рассматривается всеми

исследователями при оценке бюджета углерода. Математический подход к оценке как абсорбции, так и выбросов $CO_{2-экв}$ основан на двух различных методах. Метод поступлений/потерь биомассы включает в себя определение годового изменения запаса углерода, как разность между годовыми поступлением и потерями углерода в т С, т. е. является функцией изменений и потерь углерода. К наиболее предпочтительному подходу, в связи с более высокой точностью и достоверностью результатов, относится метод разности запасов, который может быть охарактеризован разностью запаса углерода в резервуарах в два

Масштабные лесные пожары на территории России, оказывающие значительное влияние на углеродный баланс не только самой страны, но и планеты в целом, приобрели характер национального бедствия

Модель	Бюджет (сток), млрд т CO ₂ год ⁻¹
МГЭИК (метод конверсионных коэффициентов) + данные ГЛР	1,69±0,43 [16]
Инверсное моделирование	2,39 [17]
	2,21–2,47 [18]
Методика ВНИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства + данные ГЛР / ГИЛ	1,47–2,39 [19]
CBM–CFS3(Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector) + ГЛР	0,69 [20]
	0,95 [21]
РОБУЛ + ГЛР / ГИЛ	0,76±0,22 [20]
	0,63±0,19 [21]
IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis): комплексный метод инвентаризации + наземные данные	2,0±0,44 [20]
	2,54±0,64 [21]
DGVM моделирование	0,73 [20]
РОБУЛ (ГИЛ + ДЗЗ) + DGVM + IIASA	0,7–0,83 [21]

Таблица 1. Сводные данные нетто-стока ПГ для российского сектора ЗИЗЛХ

конкретных момента времени. Однако вне зависимости от применяемых подходов одной из сложностей является идентификация возраста, запаса и породного состава лесных площадей, используемых в качестве основных источников исходных данных для проведения расчетов.

Официальная российская методика, утвержденная Минприроды России [24] и верифицированная РКИК ООН – методика региональной оценки бюджета углерода лесов (РОБУЛ), разработанная ИГКЭ им. акад. Ю. А. Израэля и Центром по экологии и продуктивности лесов (ЦЭПЛ) РАН [25]. Ее подходы к оценке поглощающей способности полностью совпадают с методологией руководства МГЭИК, опираются на метод поступлений-потерь и основаны на данных государственного лесного реестра (ГЛР), в том числе с применением расчетных национальных конверсионных коэффициентов. Однако ее прямое использование без модификаций обладает определенной погрешностью в ±10–15 % из-за неточностей в структуре ГЛР, а так-

же заниженной на 20–25 % оценкой стока углерода вследствие отсутствия учета при оценке резервных лесов (с 2022 г. в этом отношении внесены изменения [26]).

В настоящее время все большее распространение получают методологии оценки углеродного бюджета лесов стран на основе комплексного использования данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) из космоса в сочетании с информацией наземных наблюдений (по данным государственной инвентаризации лесов – ГИЛ) и моделями машинного обучения, компьютерного зрения. В результате выполнения масштабного проекта на основе информации о динамике запасов стволовой древесины и фитомассы по спутниковым данным ДЗЗ, с использованием модифицированной системы РОБУЛ, а также динамических глобальных моделей растительности (Dynamic global vegetation models – DGVM) получены результаты [21], указывающие, что за период 2001–2020 г. общая величина запаса углерода лесов России выросла на 7 %, а средний ежегодный баланс углерода в лесах России варьировался от 191 до 226 млн т С в год. Эти результаты показывают, что нетто-сток лесов России на 39 % выше, чем при использовании данных ГЛР.

В таблице 1 приведены результаты анализа российских и зарубежных исследований (преимущественно за последние 15 лет) по оценке нетто-стока парниковых газов для российского сектора ЗИЗЛХ с указанием количественных характеристик и типом используемых моделей / подходов.

Данные таблицы 1 обнаруживают значительное, более чем четырехкратное расхождение между крайними оценками совре-

менного баланса углерода лесов России. Однако, к счастью, в последние два-три года наметилась явная тенденция к примирению столь противоположных точек зрения, что привело к появлению более взвешенных оценок, основанных не на целевых установках, а на всестороннем научном подходе, учитывающем влияние не только чисто экологических, но также экономических, политических и правовых факторов. В рамках такого подхода оказывается, что реально достижимое повышение поглощения углерода в лесах России, а именно суммарный потенциал в результате совершенствования методики государственного учета лесов, выполнения лесоклиматических проектов, снижения лесопожарной опасности может в целом составить примерно 380 млн т CO_{2экв} к 2060 г. [4]. Однако, даже эта сдержанная оценка на наш взгляд является весьма оптимистической, поскольку не учитывает планируемое возрастание объема рубок [13, 27] и предполагает решительное сокращение лесопожарной эмиссии в масштабах, которые до сих пор не достигнуты ни в одной стране мира, располагающей обширными массивами бореальных лесов (Канаде, США, Швеции). Масштабные лесные пожары на территории России (рис. 5), оказывающие значительное влияние на углеродный

Дикий лес

Источник: Alx_Yago / depositphotos.com



Оптимистический сценарий предполагает немедленный старт мероприятий по декарбонизации и способен снизить выбросы ПГ с современных 2 млрд т CO_{2экв} до примерно 1,3 млрд т CO_{2экв} к 2060 г.

баланс не только самой страны, но и планеты в целом, приобрели в последние десятилетия характер национального бедствия и потребовали энергичного вмешательства Президента РФ [28], в императивной форме потребовавшего 50 % сокращения объема выгораний к 2030 г. относительно уровня 2021 г. (заметим, рекордного за всю историю наиболее полных спутниковых наблюдений). Пока же данные дистанционного зондирования Земли (как отечественные [29–33] и Авиалесоохраны, так и зарубежные базы данных GFED, Global Forest Watch), свидетельствуют о росте лесных площадей, пройденных огнем и увеличении

Данные дистанционного зондирования Земли свидетельствуют о росте площадей лесных пожаров и увеличении эмиссии CO₂, которая составляет в среднем около 40% от выбросов при сжигании топлива

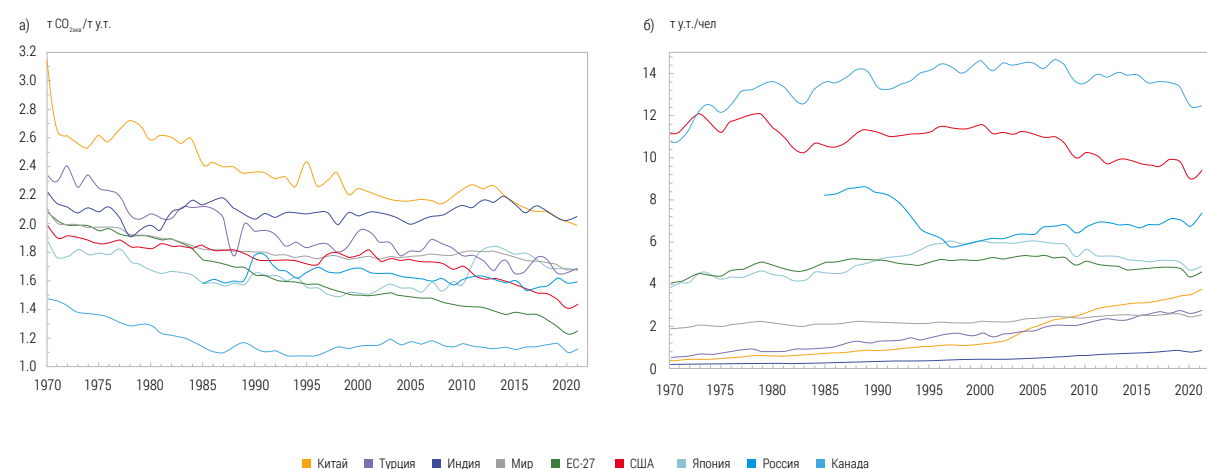


Рис. 6. Удельное энергопотребление (а) и углеродная интенсивность энергопотребления (б)

Источники: по данным [36, 37] и EDGAR

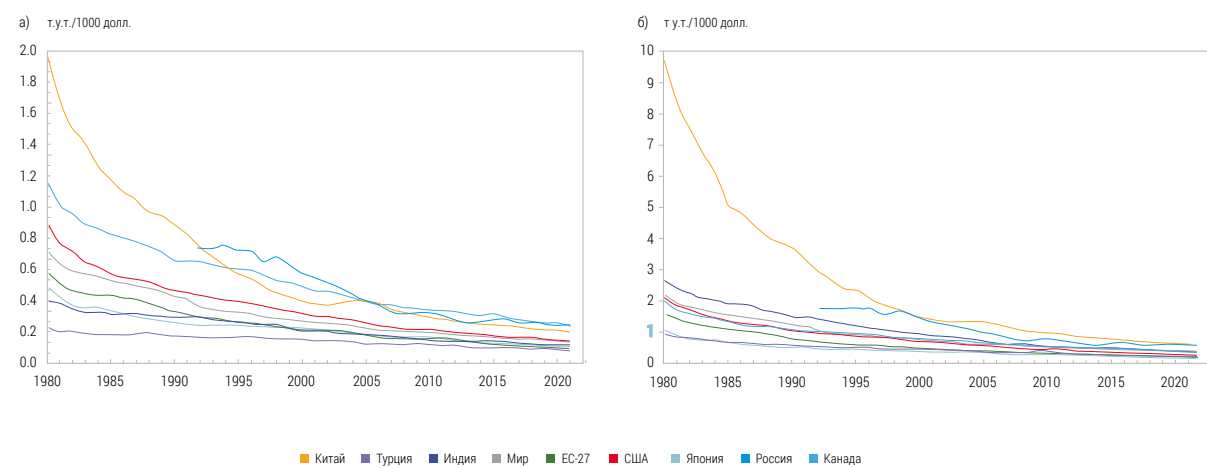


Рис. 7. Энергоемкость (а) и углеродоемкость (без ЗИЗЛХ) (б) ВВП по ППС

Источники: по данным [36], EDGAR и MBФ

Годы	США	Канада	Япония	ЕС-27	Россия	Турция	Китай	Индия
Углеродоемкость ВВП (т CO _{2экв.} ./\$1000)								
1980–2020	-5 %	-4 %	-3.9 %	-5.3 %	-3.8 %	-3.5 %	-6.7 %	-4.6 %
1990–2020	-4.3 %	-3.5 %	-2.8 %	-5 %	-3.8 %	-3.2 %	-5.8 %	-4.3 %
2000–2020	-4.5 %	-3.9 %	-3 %	-4.9 %	-4.4 %	-3.6 %	-4.3 %	-4.2 %
2010–2020	-4.7 %	-3.6 %	-2.8 %	-5.5 %	-2.8 %	-4.1 %	-4.3 %	-3.2 %
Выбросы ПГ на душу населения (т CO _{2экв.} /чел.)								
1970–2020	-1.1 %	-0.2 %	-0.1 %	-0.9 %	0.1 %	1.7 %	2.8 %	1.1 %
1980–2020	-1.2 %	-0.5 %	-0.2 %	-1.4 %	-0.3 %	1.8 %	3.1 %	1.5 %
1990–2020	-1.3 %	-0.6 %	-0.4 %	-1.6 %	-1.4 %	1.4 %	3.7 %	1.5 %
2000–2020	-1.9 %	-1.4 %	-0.8 %	-1.8 %	0.4 %	1.4 %	4.5 %	1.8 %
2010–2020	-2.3 %	-1.6 %	-1 %	-2.7 %	0 %	1.3 %	1.8 %	1.2 %

Таблица 2. Темпы изменения удельных выбросов ПГ

Источники: расчеты авторов по данным EDGAR, MBФ и [37]

соответствующей эмиссии CO₂, которая составляет в среднем около 40 % от выбросов при сжигании топлива, но в отдельные годы достигая 75 %. Увеличение площади лесных пожаров со временем обусловлено, помимо антропогенных факторов, таких как развал лесоохраны в 1990-х гг., потеплением климата, которое на территории России почти повсеместно приводит к увеличению горимости древостоя и продолжительности пожароопасного периода на срок до 1–3 недель в течение текущего столетия. Различные модельные [34] и статистические [35] оценки показывают, что к концу столетия площадь лесных пожаров может возрасти более чем в 1,5 раза даже при реализации умеренных сценариев потепления. Эти обстоятельства является дополнительным серьезным препятствием на пути осуществления планов по увеличению фиксации углерода лесами.

Международные сравнения

Для оценки возможностей достижения углеродной нейтральности выполнен сравнительный анализ процессов, происходящих в экономике и, прежде всего, в энергетике ряда стран – как лидеров декарбонизации (ЕС, Япония, США и Канада), так и крупнейших развивающихся экономик, находящихся только в начале пути к заявленной ими углеродной нейтральности (Китай, Индия, Турция).

В сфере энергетики для стран-лидеров (представляющие промышленно развитые экономики) характерна смена периода стабилизации удельного (на душу населения) энергопотребления его умеренным снижением (рис. 6а), в то время как в развивающихся экономиках (куда входит и Россия) продолжается рост этого показателя.

При анализе карбоноемкости энергопотребления (рис. 6б) такого же явного разделения не наблюдается. У большинства стран (ЕС, США, Япония, Китай, Турция) на протяжении последних 50 лет сохраняется тенденция снижения удельных выбросов в энергетике (с трехлетней паузой в Японии, связанной с массовой остановкой АЭС после аварии на Фукусиме в 2011 г.), в Канаде они стабилизировались еще в 1985 г. на беспрецедентно низком уровне в результате широкого использования гидро- и атомной энергии. В России стагнация этого показателя наблюдается с 2008 г. на уровне едва ниже средне-

мирового, а энергетика Индии на всем 50-летнем интервале вообще отличается удивительным постоянством в результате устойчивого преобладания угля в национальном энергетическом балансе.

Все исследуемые страны за последние 40 лет значительно сократили энергоемкость своих экономик (рис. 7а), причем если в 1980 г. различие между довольно неожиданным лидером – Турцией и понятным аутсайдером – Китаем, – составляло один порядок, то в настоящее время границы диапазона различаются всего в 3 раза, причем максимальные значения зафиксированы в странах с наиболее холодным климатом – России и Канаде.



Лесной пожар
Источник: Bumble-Dee / depositphotos.com

Сочетание этих двух тенденций – снижения углеродоемкости энергопотребления и энергоемкости ВВП ожидаемо привели к существенному уменьшению углеродоемкости экономик всех рассмотренных стран (рис. 7б), но с разными темпами (таблица 2).

Характер изменений удельных выбросов ПГ на душу населения (рис. 8), как и следовало ожидать, в точности соответствует динамике душевого потребления энергии, основного источника ПГ, но в зависимости от страны выбросы ПГ могут как уменьшаться, так и увеличиваться.

Средние годовые темпы изменения удельных показателей выбросов ПГ за последние 50 лет также приведены в таблице 2.

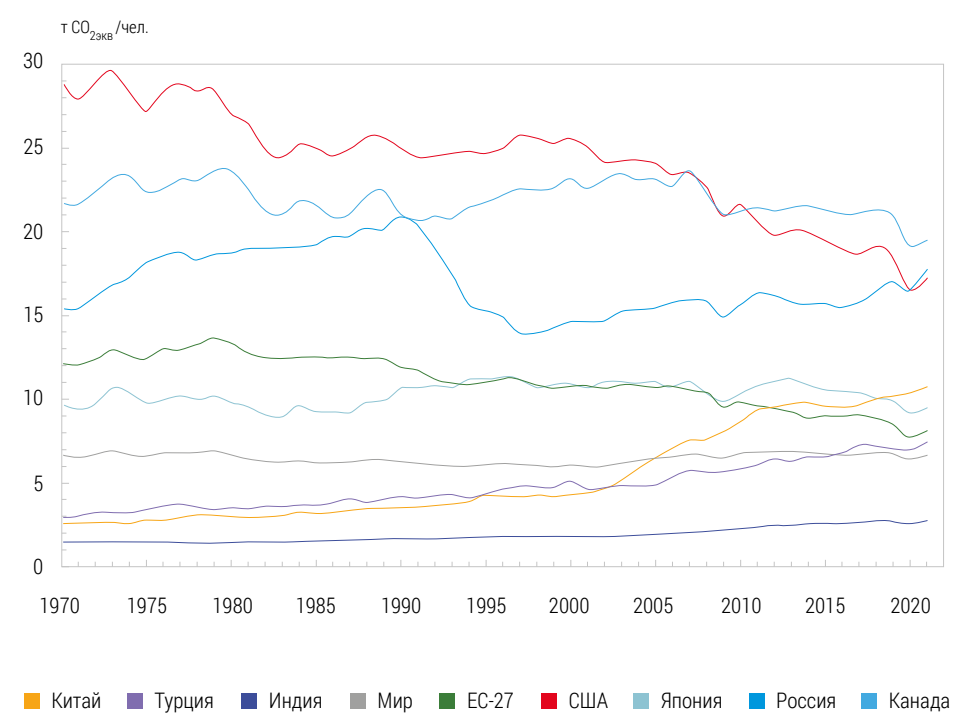


Рис. 8. Удельные выбросы ПГ на душу населения (без ЗИЗЛХ) Источники: по данным EDGAR и [37]

Климатическая нейтральность достигается в том случае, когда антропогенная эмиссия ПГ уравнивается биосферными стоками, поэтому таким важным является соотношение этих величин. Среди больших стран Россия по этому параметру сегодня является безусловным лидером (рис. 9), поскольку в последнее десятилетие леса поглощали около трети объема выбросов ПГ из антропогенных источников [12].

Важно отметить, что огромное преимущество в этой сфере, которым сейчас располагает Россия, является не постоянным, а временным и может быть утрачено еще до середины нынешнего столетия в результате фундаментальной трансформации на-

ционального лесного резервуара углерода. Дело в том, что нынешние исключительно высокие значения биосферного стока, пик которых, кстати, уже давно остался позади, обусловлены кратным сокращением рубок в 1990-х гг. и зарастанием брошенных тогда же сельскохозяйственных земель [3]. Растущий молодой лес активно поглощал углерод атмосферы в течение нескольких десятилетий, но по мере его перехода в категорию возрастных он утрачивает эту способность вплоть до перехода в стационарную фазу практического равновесия с близким к нулю нетто-поток углерода – примерно так, как это происходит теперь в зрелых управляемых лесах Европы или Канады (рис. 9) согласно данным инвентаризаций РКИК.

Сценарии выбросов ПГ в России до 2060 г.

События последнего года разом перечеркнули все существовавшие ранее прогнозы экономического развития не только России, но и многих других государств. Именно поэтому для целей нашего исследования, когда ставится задача выполнить весьма рискованную экстраполяцию интенсивности осуществления политики

Реализация как низкого, так и высокого сценариев Энергетической стратегии России до 2035 г. отодвигает начало декарбонизации и повышает к 2060 г. выбросы до 1,5–1,6 млрд т CO_{2экв}

по сдерживанию эмиссии ПГ на несколько десятилетий вперед, был избран историко-экстраполяционный метод в противовес традиционному, основанному на детальном предположении о развитии экономики. В том, что историческая экстраполяция способна давать полезные результаты, убеждает наш собственный опыт построения дальних прогнозов развития мировой энергетики, когда выполненные, например, в 1990 г. прогнозы [38] продемонстрировали совпадение с действительными значениями потребления энергии в мире в пределах 2 % на горизонте свыше 30 лет [39]. Тем не менее, учитывая необычайно высокую зависимость конечного результата от политических решений, мы сочли необходимым здесь рассмотреть два крайних сценария движения России к климатической нейтральности: оптимистический и реальный, учитывающий, в том числе, и турбулентные текущие события. В качестве демографического сценария в обоих вариантах избран медианный сценарий ООН [37], предполагающий постепенное снижение численности населения страны до 128 млн к 2060 г.

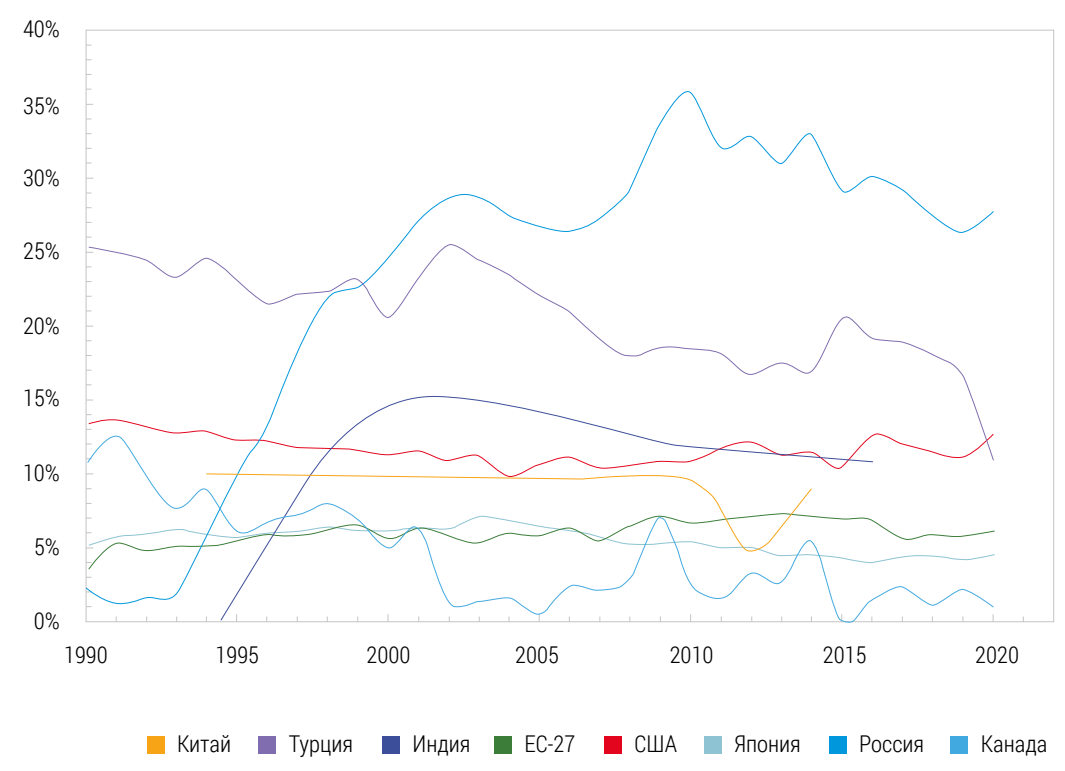
Оптимистический сценарий основан на предположении, что идеи борьбы

Нынешние высокие значения биосферного стока, пик которых уже давно остался позади, обусловлены кратным сокращением рубок в 1990-х гг. и зарастанием брошенных сельскохозяйственных земель

за сохранение климата приобретут в российском обществе значительно большее влияние, соизмеримое с тем, которое обладало в развитых странах мира в последние три десятилетия. В этом случае Россия может рассчитывать на развитие скоростей декарбонизации на уровне лучших мировых стандартов (см. таблицу 2). В целом параметры оптимистического сценария декарбонизации выглядят следующим образом:

- темпы снижения удельных (на душу населения) антропогенных выбросов ПГ составляют 1 % в год (что

Рис. 9. Нетто-сток ПГ за счет ЗИЗЛХ (относительно суммарной эмиссии из остальных источников) Источник: по данным РКИК



- соответствует среднему значению для развитых стран мира в 1990–2020 гг.);
- показатели лесопользования следуют Стратегии-2030 (2021 г.) и предполагают полное лесовосстановление после всех сплошных рубок; динамика поглощения углерода лесами следует высоким национальным оценкам, которые, подчеркнем, сегодня заметно расходятся с международными рекомендациями;
 - учтена дополнительная фиксация углерода лесами с учетом изменения климатических факторов (температуры и количества осадков), а также эффекта фертилизации в результате обогащения атмосферы углекислым газом [40];
 - реализовано 50 %-ное сокращение площади лесных пожаров (согласно Указу Президента РФ [28]) к 2030 г. с сохранением этого показателя в дальнейшем.

Реальный сценарий декарбонизации учитывает те трудности, которые связаны с радикальной перестройкой всех отраслей экономики – от энергетики до лесополь-

зования, и характеризуется следующими параметрами:

- темпы снижения удельных (на душу населения) антропогенных выбросов ПГ соответствуют умеренным показателям, достигнутым в 1990–2020 гг. в Японии и Канаде и составляют 0,5 % в год, что заметно лучше современных российских показателей;
- показатели лесопользования следуют актуальным международным рекомендациям и основаны на результатах официальной инвентаризации лесов [4, 12] и Лесной стратегии-2030 [27] с учетом реальных перспектив развития лесного комплекса и динамики поглощающей способности лесной биоты, согласно которым нетто-сток углерода обнаруживает тенденцию к небольшому росту. В этом варианте стареющие леса теряют свою биопродуктивность, но одновременно в лесном хозяйстве реализуются технические и экономически возможные лесоклиматические проекты, а борьба с лесными пожарами имеет ограниченный успех.

Рис. 10. Сценарии: суммарной эмиссии ПГ (без ЗИЗЛХ) – оптимистический (1а) и реальный (1б) настоящей работы, базовый (2а) и исходный (2б) [11], гср4.5 (3а) и гср2.6 (3б) [41] и целевой (4) [1]; нетто-стока ЗИЗЛХ – оптимистический (5а) и реальный (5б) настоящей работы, базовый (6) [2], гср4.5 (7а) и гср2.6 (7б) [41]

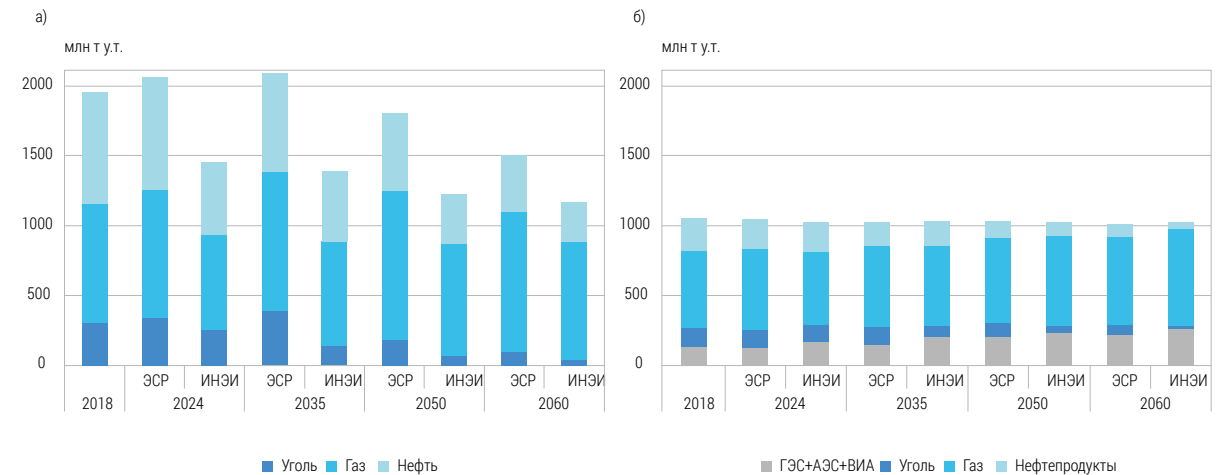
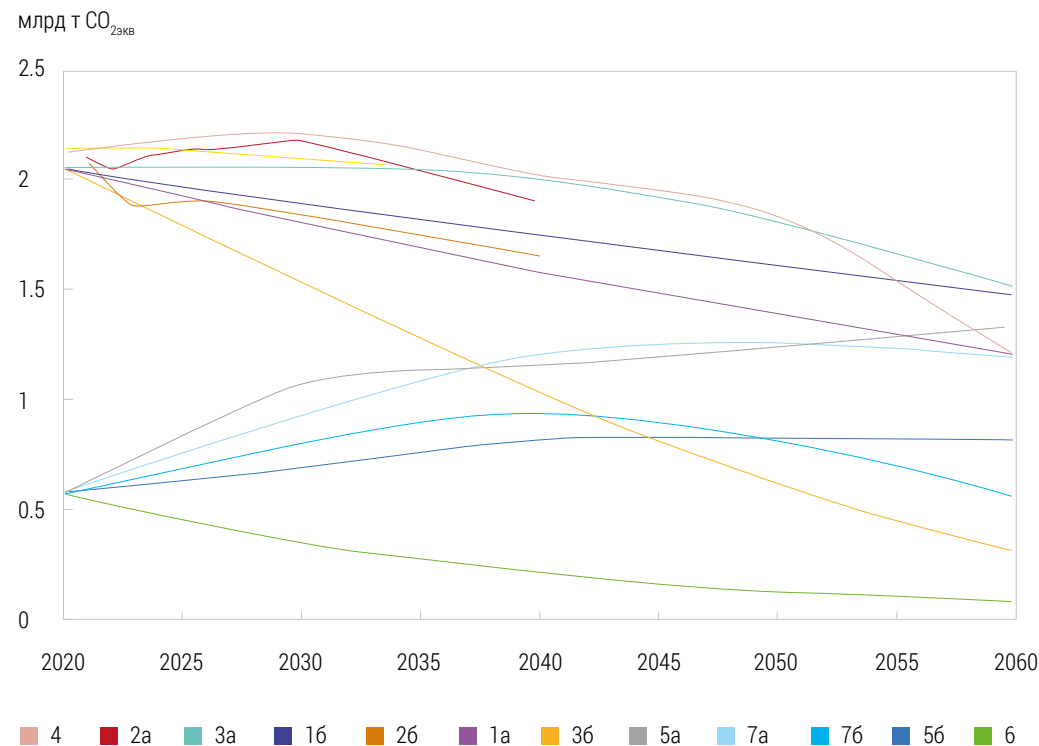


Рис. 11. Оценки добычи (а) и потребления (б) энергоресурсов согласно низкому сценарию Энергетической стратегии России [42] (ЭСР) и базовому сценарию ИНЭИ РАН [11] (ИНЭИ) с экстраполяцией до 2060 г.

Расчеты антропогенных выбросов и биотического нетто-стока ПГ в рамках этих двух сценариев декарбонизации приведены на рис. 10 вместе с оценками других авторов. Здесь следует особо подчеркнуть, что все имеющиеся сценарии повышения нетто-стока ЗИЗЛХ – суть результаты моделирования, никак не связанные ни с данными Национального кадастра ПГ [12], ни со Стратегией развития лесного комплекса России [27]. Они также противоречат доказанным тенденциям нарастания лесопожарной эмиссии в условиях продолжающегося потепления.

Оптимистический сценарий предполагает немедленный старт мероприятий по декарбонизации экономики России и способен снизить выбросы ПГ с современных 2 млрд т $CO_{2экв}$ до примерно 1,3 млрд т $CO_{2экв}$ к 2060 г. Последняя величина соответствует рассчитанной по национальной методике и удвоенной по сравнению с современной поглотительной способности лесов страны при условии полной компенсации сплошных рубок, двукратного сокращения площадей лесных пожаров и увеличению биопродуктивности лесов.

Реализация как низкого, так и высокого сценариев не так давно утвержденной Энергетической стратегии России на период до 2035 г. (рис. 11) отодвигает начало декарбонизации и повышает к 2060 г. выбросы до 1,5–1,6 млрд т $CO_{2экв}$ (рис. 12).

События последнего года согласно обновленному «базовому» сценарию ИНЭИ РАН [11] на десятилетия снижают добычу и экспорт энергоресурсов, а с ними и объем эмиссии, который следует весьма близ-

ко к реальному сценарию настоящей работы на горизонте до 2040 г.

Сравнение полученных в настоящей работе оценок с представленными в [41] сценариями эмиссии ПГ в России на период до 2100 г. показывает, что оптимистический сценарий декарбонизации лежит между вариантами максимального гср2.6 и умеренного сдерживания потепления гср4.5, ближе к последнему. Что касается наших расчетов биотического нетто-стока, то с учетом климатически обусловленного увеличения биопродуктивности лесов они близки к варианту гср4.5 [41], а без этого увеличения – к варианту гср2.6 той же работы.

Поэтому в рамках нашего исследования было сочтено целесообразным в качестве реальной использовать центральную оценку между вариантом сохранения статус-кво сегодняшнего дня и упомянутой оценкой из [4], т. е. увеличение нетто-стока на 190 млн т $CO_{2экв}$ к 2060 г. Такому варианту соответствует рост нетто-стока на 0,7 % в год, что вполне согласуется с независимыми оценками как для недавних [13, 43], так и для предстоящих нескольких десятилетий [40, 43]. Тогда при развитии событий по реальному сценарию небаланс эмиссии и стока падает более чем вдвое от современных 1470 до 710 Мт $CO_{2экв}$ к 2060 г. (рис. 10, 12), но перспектива достижения климатической нейтральности отодвигается в неопределенное будущее. Удаление столь значительной остаточной эмиссии за короткий исторический срок оказывается невозможным без построения национальной индустрии улавливания и хранения углерода (CCS) с мощностью,

превосходящей мощность современной отечественной газовой промышленно-сти (500 Мт природного газа). Это озна-чает необходимость ввода установок CCS мощностью 18–20 Мт CO₂ ежегодно на протяжении четырех ближайших деся-тилетий при том, что по данным Глобаль-ного института улавливания и хранения углерода располагаемая мощность всех установок CCS в мире составляет сегодня 42 Мт CO_{2экв}, а Россия в настоящее время не располагает ни одной установкой CCS промышленного масштаба, и до 2030 г. их ввод к сожалению не планируется [44]. Пожалуй, единственной хорошей новостью сегодня является то, что Россия располага-



Дубовая роща
Источник: DarioStudios / depositphotos.com

ет обширными геологическими ресурсами для депонирования избыточного углерода, способными даже по минимальным оцен-кам обеспечить хранение необходимых объемов CO₂ в течение двух тысяч лет [46].

Вместо заключения: русский лес – надежда, которая никогда не гаснет

Вполне вероятно, что действитель-ный нетто-поток углерода в леса России значительно выше того, что указывается в ежегодных национальных сообщениях. Все актуализированные оценки нетто-потока, выполненные в последние годы,

и аналитические обзоры дают существенно (в 1,5–3 раза) большие величины в диапа-зоне от 730 до 1800 Мт CO_{2экв} [13–21, 43, 45]. Разумеется, использование оценок из верх-ней части диапазона самым серьезным образом может повлиять на выводы насто-ящей работы. Проблема заключается в том, что национальная отчетность по бюджету парниковых газов формируется не только на основе научных статей, но и при стро-гом соблюдении протокола, изложенного в руководствах МГЭИК [22, 23]. Согласно этому протоколу, оценки баланса углерода формируются на основе данных официаль-ной инвентаризации лесов с применением вполне определенного набора уравнений, коэффициенты которых могут быть опре-делены по имеющимся национальным данным. Эти данные подвергаются регу-лярной проверке экспертами РКИК и, та-ким образом, ни одна страна не может произвольно изменять коэффициенты уравнений, описывающих поглощение различными категориями лесов. Из всех отечественных, да и международных оце-нок рекомендациям МГЭИК в полной мере следует только разработанная Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН система РОБУЛ (региональная оценка бюджета углерода лесов), которая и используется с 2010 г. в Национальном кадастре парниковых газов [12]. Актуали-зированная система РОБУЛ использует данные государственного лесного реестра (ГЛР), введенного Лесным кодексом РФ в 2007 г. Следует отметить, что инвента-ризация лесов в мире – очень длительный процесс, занимающий подчас десятки лет. Так, в настоящее время в России завер-шен первый цикл инвентаризации лесов на основе пробных площадей в рамках ГЛР, продолжавшийся с 2007 по 2020 г. Процесс модификации методик подсчета баланса углерода, следующий за накопле-нием данных наблюдений, очевидно, про-текает еще медленнее. В этой связи трудно рассчитывать, что в ближайшие одно-два десятилетия международно признанные оценки стока углерода в леса России бу-дут претерпевать радикальные изменения. Мы полагаем, что в лучшем случае реально можно рассчитывать на коррекцию в рам-ках той же системы РОБУЛ, актуализиро-ванная версия которой с учетом баланса почвенного углерода лесов дает величину нетто-стока в (980+/-370) Мт CO₂ в год для 2018 г., что на 60 % выше указанной

в [12]. Тем не менее, использование этой оценки не меняет принципиально выводов настоящей работы, но лишь значительно уменьшает масштаб перспективной нацио-нальной системы улавливания и хранения углерода.

Выводы

Падение добычи, потребления и экспор-та энергоносителей, связанное с ограниче-ниями геополитического характера, значи-тельно ускоряет процесс декарбонизации, но само по себе не обеспечивает достиже-ние климатической нейтральности.

Необходимыми, но недостаточными условиями для достижения углеродной нейтральности являются многолетнее снижение удельных (на душу населения) антропогенных выбросов ПГ со скоро-стью 1 % в год, полная компенсация лес-ных вырубок за счет лесовосстановления с одновременным сокращением площадей лесных пожаров не менее чем на 50 %.

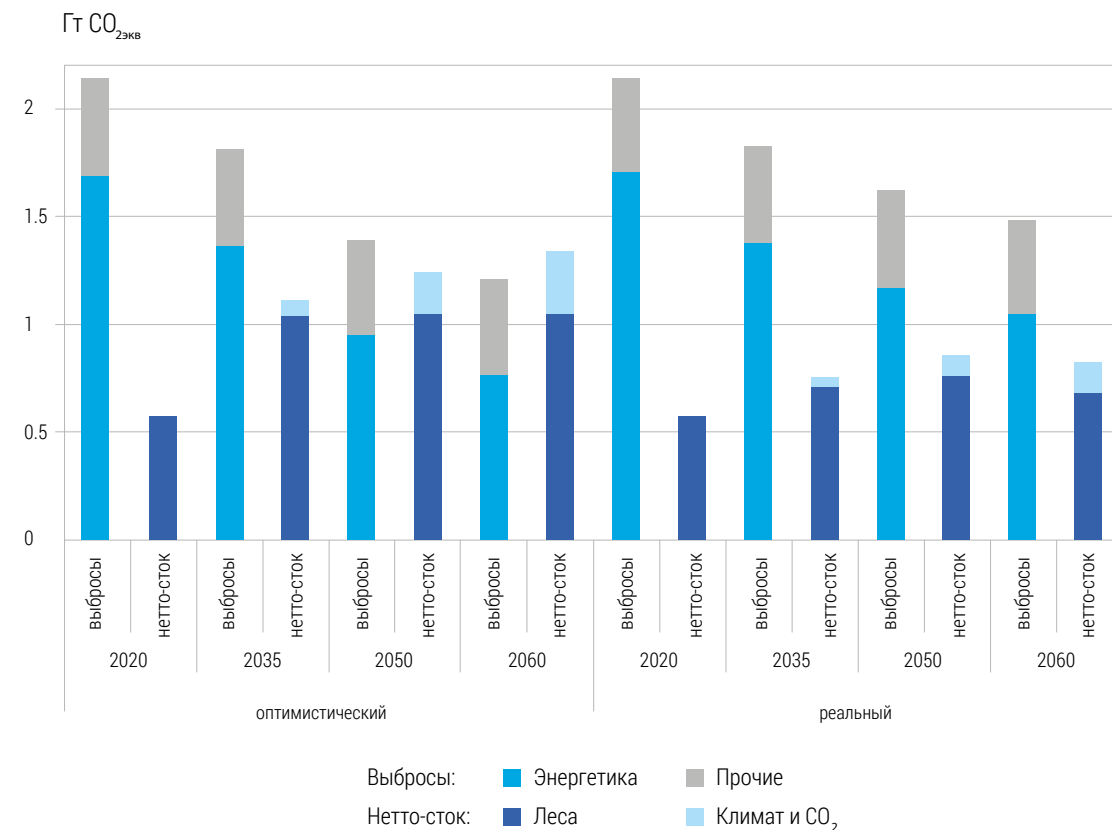
Для покрытия перспективного небалан-са необходимо либо удвоение (по сравне-

нию с современным значением) нетто-стока в ЗИЗЛХ, что выглядит сомнитель-ным, либо развитие технологий CCS в мас-штабах, которые превосходят современные глобальные мощности примерно в 15 раз.

С точки зрения мирового исторического опыта противостояния глобальному потепле-нию достижение углеродной нейтральности экономики России к 2060 г. вряд ли возможно.

В работе использованы данные Федераль-ной службы государственной статистики (Рос-стат, URL: <https://rosstat.gov.ru>), информаци-онной системы дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства (Авиалесоохрана, URL: https://public.aviales.ru/main_pages/public.shtml), Рамочная кон-венция ООН по изменению климата (РКИК, URL: <https://unfccc.int/>), базы данных для гло-бальных исследований атмосферы Европей-ской комиссии (EDGAR, URL: <https://edgar.jrc.ec.europa.eu>), организации ООН по лесному и сельскому хозяйству (FAO, URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>), базы данных эконо-мического прогноза Всемирного валютного фонда (МВФ, URL: <https://www.imf.org/en/>

Рис. 12. Оценки суммарной эмиссии ПГ (без ЗИЗЛХ) и нетто-стока ЗИЗЛХ для оптимистического и реального сценариев настоящей работы



Publications/WEO/weo-database/2022/October), базы данных площади лесов мира Всемирного банка (World Bank, URL: <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.FRST.K2?locations=RU>), базы данных наблюдений лесов мира Института мировых ресурсов (Global Forest Watch, URL: <https://www.globalforestwatch.org/>), базы данных по эмиссии от природных пожаров (GFED, URL: https://daac.ornl.gov/VEGETATION/guides/fire_emissions_v4.html).

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в НИУ МЭИ в части энергетических исследований для России (проект № FSWF-2023-0017) и при поддержке Российского научного фонда в НИТУ МИСИС в части энергетических исследований для зарубежных стран (проект № 22-29-00680), а также О. А. Локтионовым в ИНЭИ РАН в части оценок поглощения углерода лесами (проект 21-79-30013).

Использованные источники

1. Стратегия социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (утв. Распоряжением Правительства РФ от 29.10.2021 г. № 3052-р).
2. Шварц Е.А., Ярошенко А.Ю., Замолодчиков Д.Г., Шматков Н.М. О новой стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года // Устойчивое лесопользование. 2021. № 1 (65). С. 2–6. DOI 10.12345/2308-541X_2021_65_1_2
3. Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Шуляк П.П., Честных О.В. Современное сокращение стока углерода в леса России // Доклады Академии наук. 2017. Т. 476. № 6. С. 719–721.
4. Шварц Е.А., Птичников А.В. Стратегия низкоуглеродного развития России и роль лесов в ее реализации // Научные труды Вольного экономического общества России. 2022. Т. 236. № 4. С. 399–426.
5. Башмаков И.А. Стратегия низкоуглеродного развития российской экономики // Вопросы экономики. 2020. № 7. С. 51–74.
6. Башмаков И.А. Сценарии движения России к углеродной нейтральности // Энергосбережение. 2023. № 1. С. 40–49.
7. Дегтярев К.С., Березкин М.Ю., Синюгин О.А. Оценка инвестиционных затрат на переход к безуглеродной экономике в России к 2060 г. // Окружающая среда и энергосбережение. 2022. № 2. С. 29–39.
8. Мастепанов А.М. Россия на пути к углеродной нейтральности // Энергетическая политика. 2022. № 1(167). С. 94–108.
9. Ланьшина Т.А., Логинова А.Д., Стоянов Д.Е. Переход крупнейших экономик мира к углеродной нейтральности – сферы потенциального сотрудничества с Россией // Вестник международных организаций. 2021. Т. 16. № 4. С. 98–125.
10. Филиппов С.П. Перспективы развития российской энергетики // Газотурбинные технологии. 2022. № 3 (186). С. 2–6.
11. Исследование направлений и системы мер по управлению посткризисным восстановлением энергетики России. Отчет о НИР. – М.: ИНЭИ РАН, 2022.
12. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990-2021 гг. (Ч. 1) – М.: Росгидромет, 2023.
13. Прогноз развития лесного сектора Российской Федерации до 2030 года / Ред. Петров А. и Лобовиков М. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных наций. Рим: ФАО, 2012. – 96 с.

14. Harris N.L., Gibbs D.A., Baccini A. et al. Global maps of twenty-first century forest carbon fluxes // Nature Climate Change. 2021. Vol. 11. P. 234–240. DOI: 10.1038/s41558-020-00976-6.
15. Kappen G., Kastner E., Kurth T., Puetz J., Reinhardt A., Soininen J. The Staggering Value of Forests –and How to Save Them. Boston: Boston Consulting Group, 2020. – 43 p.
16. Pan Y., Birdsey R.A., Fang J. et al. A large and persistent carbon sink in the world's forests // Science. 2011. Vol. 333. P. 988–993. DOI: 10.1126/science.1201609
17. Stith S., Friedlingstein P., Gruber N. et al. Recent trends and drivers of regional sources and sinks of carbon dioxide // Biogeosciences. 2015. Vol. 12. P. 653–679. DOI: 10.5194/bg-12-653-2015
18. Ciais P., Peñuelas J., Luyssaert S., Chevallier F., Shvidenko A., Poussi Z., Jonas M., Peylin P., King A., Schulze E.-D., Piao S., Rödenbeck C., Peters W., Bréon F.-M. Can we reconcile atmospheric estimates of the Northern terrestrial carbon sink with land-based accounting? // Current Opinion in Environmental Sustainability. 2010. Vol. 2. P. 225–230. DOI: 10.1016/j.cosust.2010.06.008.
19. Филипчук А.В., Малышева Н.В., Золина Т.А., Югов А.Н. Аналитический обзор методик учета выбросов и поглощения лесами парниковых газов атмосферы // Лесохозяйственная информация. 2016. № 3. С. 36–85.
20. Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Коровин Г.Н., Гитарский М.Л., Блинов В.Г. и др. Бюджет углерода управляемых лесов Российской Федерации в 1990-2050 гг.: ретроспективная оценка и прогноз // Метеорология и гидрология. 2013. № 10. С. 73–92.
21. Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Курц В. Управление балансом углерода лесов России: прошлое, настоящее и будущее // Устойчивое лесопользование. 2014. № 2(39). С. 23–31.
22. Zamolodchikov, D.G., Grabovskii, V.I., Shulyak, P.P. et al. Recent decrease in carbon sink to Russian forests. Dokl Biol Sci 476, 200–202 (2017).
23. Швиденко А.З., Щепаченко Д.Г. Углеродный бюджет лесов России // Сибирский лесной журнал. 2014. № 1. С. 69–92.
24. Dolman A.J., Shvidenko A., Schepaschenko D., Ciais D., Tchebakova N., Chen T., Van der Molen M.K. et al. An Estimate of the Terrestrial Carbon Budget of Russia Using Inventory-Based, Eddy Covariance and Inversion Methods // Biogeosciences. 2012. Vol. 9, No. 12. P. 5323–5340.
25. Schepaschenko D., Moltchanova E., Fedorov S., Karminov V., Ontikov P., Santoro M. et al. Russian forest sequesters

substantially more carbon than previously reported // Scientific Reports. 2021. №. 11. 12825. DOI:10.1038/s41598-021-92152-9.

26. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories / Ed. by S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe. Tokyo, Japan: Institute for Global Environmental Strategies, 2006.
27. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories / Calvo Buendia E., Tanabe K., Kranjc A., Baasansuren J., Fukuda M., Ngarize S., Osako A., Pyrozhenko Y., Shermanau P., Federici S. (eds). Task Force on National Greenhouse Gas Inventories. Geneva, Switzerland: IPCC, 2019.
28. Об утверждении методических указаний по количественному определению объема поглощения парниковых газов (утв. распоряжением Минприроды России от 30.06.2017 № 20-р).
29. РОБУЛ. Методика региональной оценки бюджета углерода лесов. [Электронный ресурс]. – URL: <http://old.cepl.rssi.ru/carbondoc/region/region.doc>
30. О внесении изменений в методические указания по количественному определению объема поглощения парниковых газов, утвержденные распоряжением Минприроды России от 30.06.2017 № 20-р (утв. распоряжением Минприроды России от 20.01.2021 № 3-р).
31. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 11 февраля 2021 г. № 312-р).
32. Указ Президента РФ от 15 июня 2022 г. № 382 «О мерах по сокращению площади лесных пожаров в Российской Федерации».
33. Бондур В.Г., Гордо К.А. Космический мониторинг площадей, пройденных огнем, и объемов эмиссий вредных примесей при лесных и других природных пожарах на территории Российской Федерации // Исследование Земли из космоса. 2018. № 3. С. 41–55.
34. Бондур В.Г., Воронова О.С., Черепанова Е.В., Цидилина М.Н., Зима А.Л. Пространственно-временной анализ многолетних природных пожаров и эмиссий вредных газов и аэрозолей в России по космическим данным // Исследование Земли из космоса. 2020. № 4. С. 3–17.
35. Бондур В.Г., Цидилина М.Н., Черепанова Е.В. Космический мониторинг воздействия природных пожаров на состояние различных типов растительного покрова в федеральных округах Российской Федерации // Исследование Земли из космоса. 2019. № 3. С. 13–32.
36. Лупян Е.А., Барталев С.А., Балашов И.Б., Егоров Б.А., Ершов Д.Б., Кобец Д.А., Сенько К.С., Стыценко Ф.Б., Сычугов И.Г. Спутниковый мониторинг лесных пожаров в 21 веке на территории Российской Федерации (цифры и факты по данным детектирования активного горения) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 6. С. 158–175. DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-6-158-175.
37. Барталев С.А. Крупномасштабные изменения лесов России в XXI веке по данным спутниковых наблюдений // Лекции школы-конференции молодых ученых по проблемам дистанционного зондирования растительного покрова

высокоширотных регионов в контексте изменения климата и других воздействий. 16-17 ноября 2020 г. – М.: ИКИ РАН, 2020. – URL: http://conf.rse.geosmis.ru/files/pdf/18/8465_Bartalev_YSS_2020_Eng.pdf

38. Елисеев А.В., Васильева А.В. Природные пожары: данные наблюдений и моделирование // Фундаментальная и прикладная климатология. Т.3. С. 73–119.
39. Грабовский В.И., Замолодчиков Д.Г. Прогноз лесных пожаров РФ до конца столетия по сценариям изменения климата RCP4.5 и RCP8.5 // Мат. Всеросс. научн. конф. с междун. участием «Научные основы устойчивого управления лесами», посв. 30-летию ЦЭПЛ РАН 25–29 апреля 2022 г., Москва, Россия. С. 260–262.
40. BP Statistical Review of World Energy 2022. London: BP p.l.c., 2022. – 58 p.
41. World Population Prospects 2022. New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2022.
42. Клименко В. В., Снытин С. Ю., Федоров М. В. Энергетика и предстоящее изменение климата в 1990-2020 гг. // Тепло-энергетика. 1990. № 6. С. 14–20.
43. Клименко В. В., Клименко А. В., Терешин А. Г. Опыт построения дальних прогнозов воздействия мировой энергетики на атмосферу Земли // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2015. Т. 51. № 2. С. 158–168. DOI: 10.7868/S0002351515020078
44. Клименко В.В., Терешин А.Г., Микушина О.В. Влияние изменений атмосферы и климата на энергетический потенциал лесов России // Доклады РАН. 2019. Т. 488. № 6. С. 612–618. DOI: 10.31857/s0869-56524886612-618
45. Денисов С.Н., Елисеев А.В., Мохов И.И. Модельные оценки вклада в глобальные изменения климата в XXI в. естественных и антропогенных эмиссий CO2 и CH4 в атмосферу с территории России, Китая, Канады и США // Метеорология и гидрология. 2022. № 10. С. 18–32. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-10-18-32
46. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р).
47. Arneth A., Makkone R., Olin S., Paasonen P., Holst T., Kajos M. K., Kulmala M., Maximov T., Miller P. A., Schurgers, G. Future vegetation-climate interactions in Eastern Siberia: an assessment of the competing effects of CO2 and secondary organic aerosols // Atmospheric Chemistry and Physics. 2016. Vol. 16. P. 5243–5262. DOI: 10.5194/ACP-16-5243-2016
48. The Global Status of Carbon Capture and Storage 2022 / M. Steyn, J. Oglesby, G. Turan, A. Zapantis, and R. Gebremedhin (coord.). Washington DC, US: Global CCS Institute, 2022. 69 p.
49. Wang H., Jiang F., Wang J., Ju W., Chen J. M. Terrestrial ecosystem carbon flux estimated using GOSAT and OCO-2X CO2 retrievals // Atmospheric Chemistry and Physics. 2019. V. 19, No. 18, P. 12067-12082. DOI: 10.5194/acp-19-12067-2019
50. Филиппов С.П., Жданев О.В. Возможности использования технологий улавливания и захоронения диоксида углерода при декарбонизации мировой экономики (обзор) // Теплоэнергетика. 2022. № 9. С. 5–21. DOI: 10.56304/S0040363622090016

Анализ развития солнечной энергетики в России

Analysis of the development of solar energy in Russia

Константин СУСЛОВ
Профессор кафедры ГВИЭ НИУ «МЭИ»,
д. т. н.
E-mail: SuslovKV@mpei.ru

Александр ДОРОШИН
Директор МНОЦ СНГ по ВИЭ НИУ «МЭИ»,
доцент кафедры ГВИЭ НИУ «МЭИ», к. т. н.
E-mail: doroshinan@mpei.ru

Валерий КАБАНОВ
Студент-магистр кафедры ГВИЭ «НИУ «МЭИ»
E-mail: kabanov.valerij2011@yandex.ru

Данила ПЕРЕВЕРЗЕВ
Студент-магистр кафедры ГВИЭ «НИУ «МЭИ»
E-mail: danupwf@gmail.com

Konstantin SUSLOV
Doctor of Technical Sciences, Professor of the
Department of State Renewable Power Engineering,
National Research University
E-mail: SuslovKV@mpei.ru

Alexander DOROSHIN
Candidate of Technical Sciences, Director of the ISEC CIS
for RES, National Research University «MPEI», Associate
Professor of the Department of RES, National Research
University «MPEI»
E-mail: doroshinan@mpei.ru

Valery KABANOV
Master Student
E-mail: kabanov.valerij2011@yandex.ru

Danila PEREVERZEV
Master Student
E-mail: danupwf@gmail.com

СЭС «Перово», Крым

Источник: wikimapia.org



Аннотация. Солнечная энергетика является одним из самых чистых и экологически безопасных способов производства электроэнергии, что особенно важно в свете всемирной борьбы за сохранение экологии и биоразнообразия. В данной статье рассматривается не только мировая практика развития солнечной энергетики, но и проведен анализ развития солнечной энергетики в России. Сделано исследование нормативно-правовой базы, которая регламентирует функционирование возобновляемой энергетики в России, а также рассмотрены меры и механизмы государственной поддержки развития солнечной энергетики. *Ключевые слова:* возобновляемые источники энергии, солнечные электростанции, ДПМ, нормативно-правовая база, развитие энергетики.

Abstract. Solar energy is one of the cleanest and most environmentally friendly ways to produce electricity, which is particularly important in light of the global effort to preserve ecology and biodiversity. This article examines not only global practices in the development of solar energy, but also provides a deep analysis of the development of solar energy in Russia. We conducted research on the regulatory framework that regulates the functioning of renewable energy in Russia, and considered measures and mechanisms for state support of the development of solar energy. *Keywords:* renewable energy sources, solar power plants, regulatory framework, energy development, power delivery contract.

//

Несмотря на государственную поддержку и правовые основы, солнечная энергетика в России развивается медленнее, чем в других странах

Обзор мировой практики развития солнечной энергетики

Анализируя актуальную информацию о состоянии солнечной энергетики в мире, можно отметить, что к 2023 г. Китай, Евросоюз, США и Индия продолжают оставаться лидерами в отрасли с установленными мощностями. Согласно результатам исследования базы данных энергетической статистики, UNSD и информации, собранной в 2020 г. энергетическим сайтом «EES EAEC», мощность солнечной электроэнерге-



Аршанская СЭС
Источник: bigpowernews.ru

тики Китая составила 253560 МВт, Евросоюза – 138440 МВт, США – 75794 МВт и Индии – 40315 МВт [1]. На рис. 1.1 приведена динамика развития мощностей солнечной энергетики в данных областях мира. По данным UNSD на конец 2020 г. установленная мощность солнечных электростанций мира составила 717,1 ГВт или 9,3 %. Китай остается лидером в области установленной мощности СЭС, где на конец 2020 г. установлено 253,6 ГВт, что составляет 35,4 % от мировой мощности ВИЭ. Большинство других стран отстают от Китая в этой отрасли [2].

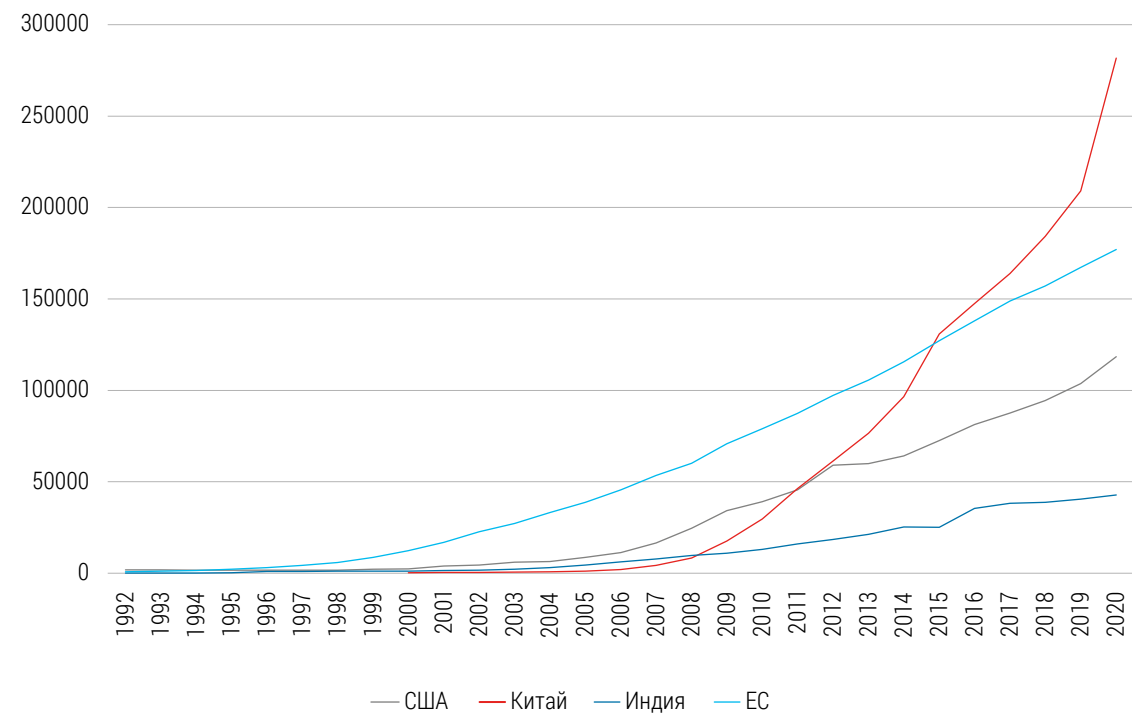


Рис. 1.1. Динамика установленной мощности-нетто СЭС Индии, Китая, США и Европейского союза, 1992–2020, МВт

Источник: [1]

1992

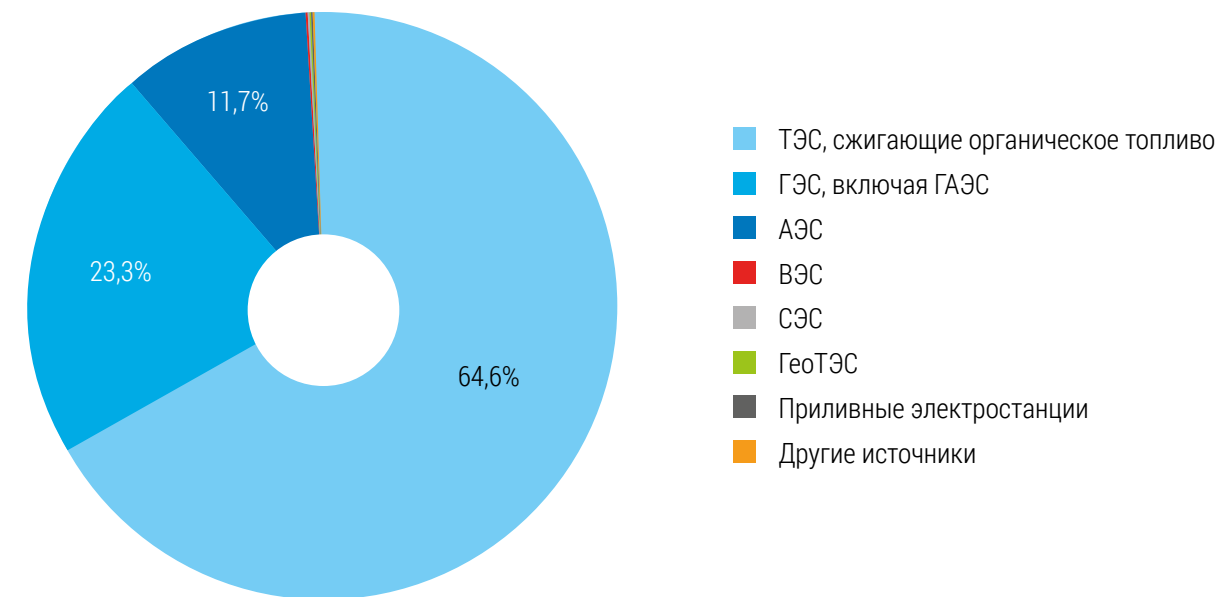


Рис. 1.2. Структура установленной мощности электростанций по типам за 1992 г., млн кВт (%)

Источник: [2]

С 1992 г. по сегодняшний день доля мощностей СЭС на рынке электроэнергии возросла с 442 МВт (0,1 % всех установленных мощностей) до 717099 МВт (9,3 % всех установленных мощностей). Таким образом, солнечная энергетика является одной из наиболее быстрорастущих отраслей ТЭК. Схожий рост имеет только ВЭС, в то время как другие отрасли либо незначительно увеличили свои доли, либо их доли уменьшились. На рис. 1.2 и 1.3 приведена структура установленной мощности электростанций по типам за 1992 г. и 2020 г., соответственно [2].

В целом, данные показывают, что солнечная энергетика продолжает быстро развиваться и принимает все более значимое место на мировой энергетической арене.

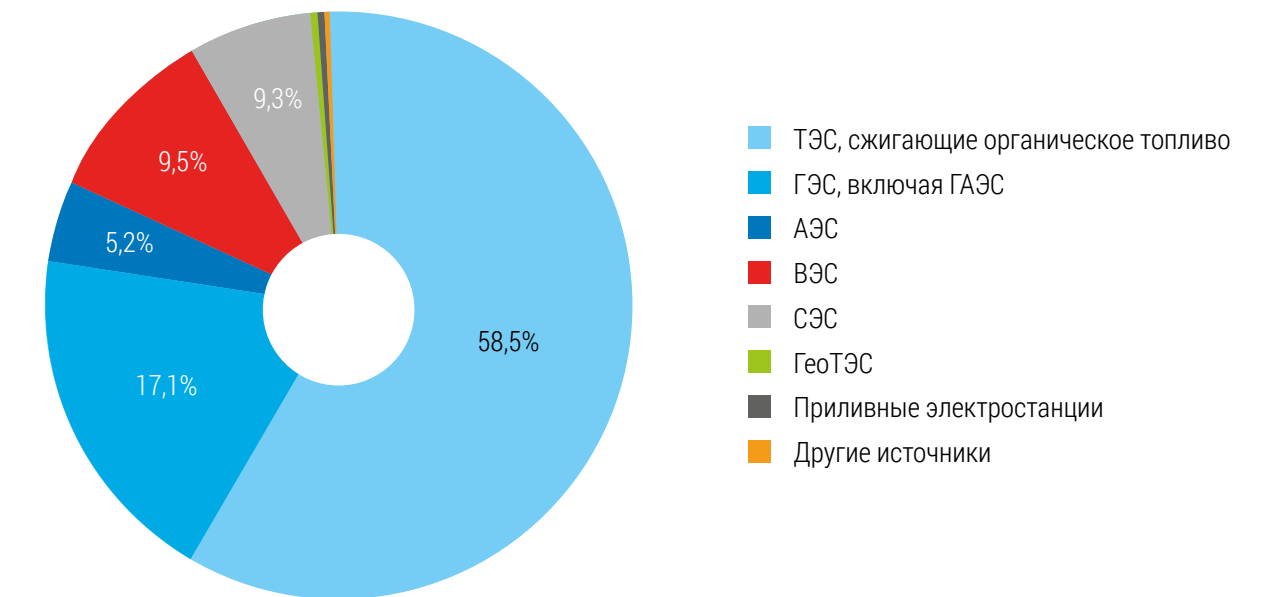
Обзор действующих и строящихся СЭС России

Коммерческий оператор оптового рынка электрической энергии и мощности проводит ежегодные конкурсные отборы проектов возобновляемой энергетики до 2024 г. По результатам таких отборов планируется построить почти 1,8 ГВт мощности солнечных электростанций (СЭС) [3]. На 1 января 2023 г. в Единой энергетической системе России эксплуатировалось

Рис. 1.3. Структура установленной мощности электростанций по типам за 2020 г., млн кВт (%)

Источник: [2]

2020



Развитие солнечной энергетики является драйвером к усовершенствованию нанотехнологий, технологий электротранспорта, новых технологий накопления энергии и развития космических программ

СЭС общей установленной мощностью 1788 МВт, что составляет 0,72 % от установленной мощности всех электрогенераторов энергосистемы [4]. Выполняя сравнение с прошлым годом, следует отметить, что на 1 января 2022 г. установленная мощность составляла 1650,7 МВт, а процентное соотношение мощностей СЭС в общей энергосистеме было 0,67 % [5]. Эти данные свидетельствуют о росте сектора за год на 107 %. В ходе выполнения прогнозируемых целей, поставленных в 2018 г. АО «Системный оператор Единой энергетической системы», строительство СЭС практически достигнуто. В период с 2023 по 2035 гг. пла-

№	Регион	Нуст, МВт	№	Регион	Нуст, МВт
1	Оренбургская область	360	8	Республика Башкортостан	79
2	Республика Крым	294,35	9	Самарская область	75
3	Астраханская область	195	10	Саратовская область	70
4	Республика Калмыкия	174,1	11	Забайкальский край	35
5	Республика Бурятия	150	12	Республика Хакасия	5,2
6	Республика Алтай	120	13	Хабаровский край	1,25
7	Волгоградская область	85	14	Белгородская область	0,1

Таблица 1.1. Установленные региональные мощности действующих СЭС России

нируется ввод 2,4 ГВт СЭС (из которых 0,3 ГВт будут введены в 2023–2024 гг.) [6]. В таблицах 1.1 и 1.2 представлены установленные мощности действующих и строящихся солнечных электростанций по регионам России, а в таблице 1.3 представлены установленные мощности действующих станций российских компаний [7].

Если провести анализ динамики развития солнечной энергетики в России, то можно сделать вывод о том, что ее отправным годом стал 2014-й. В это время была запущена программа государственного стимулирования ДПМ ВИЭ 1.0, первая построенная СЭС по которой называлась «Кош-Агачская СЭС» с установленной мощностью 5 МВт [8]. План ввода СЭС

Таблица 1.2. Установленные региональные мощности действующих СЭС России

№	Регион	Нуст, МВт
1	Ставропольский край	110
2	Оренбургская область	45
3	Краснодарский край	44,1
4	Республика Бурятия	35
5	Самарская область	30

Таблица 1.3. Установленные мощности действующих станций российских компаний

№	Собственник	Нуст, МВт
1	ООО «Авелар СоларТехнолоджи»	722,5
2	ООО «Актив Солар»	286,85
3	ПАО «Т Плюс»	220
4	ООО «Солар Системс»	185
5	ПАО «Фортум»	150,6
6	ООО «Комплекс Индустрия»	45
7	ООО «Грин Энерджи Рус»	20
8	ПАО «Красноярская ГЭС»	5,2
9	ООО «Светлое»	1,25
10	ООО «АльтЭнерго»	0,1

по первой программе поддержки завершился в июле 2022 г., после построения последних станций «Черновская СЭС» и «Аршанская СЭС». Установленная мощность последней является рекордной для России и превышает 115 МВт. На данный момент, в эксплуатации находится 98 СЭС, общая установленная мощность которых возросла с 5 МВт до 1788 МВт.

С 2023 по 2035 гг., ДПМ ВИЭ 2.0 сделает следующий шаг в развитии солнечной энергетики в России, помогая отрасли продолжать двигаться в правильном направлении.

Ниже представлена графическая информация, отображающая рост солнечной энергетики в России. На рис. 1.4, 1.5 и 1.6 можно увидеть конкретные цифры и графики, относящиеся к различным аспектам развития этой отрасли. Рис. 1.4 отражает динамику роста установленной мощности СЭС в период с 2014 по 2022 гг. Рис. 1.5 свидетельствует о количестве введенных в эксплуатацию станций СЭС, иных возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в России за период с 2013–2022 гг. Наконец, на рис. 1.6 представлено распределение мощности СЭС по регионам России в 2021 г.

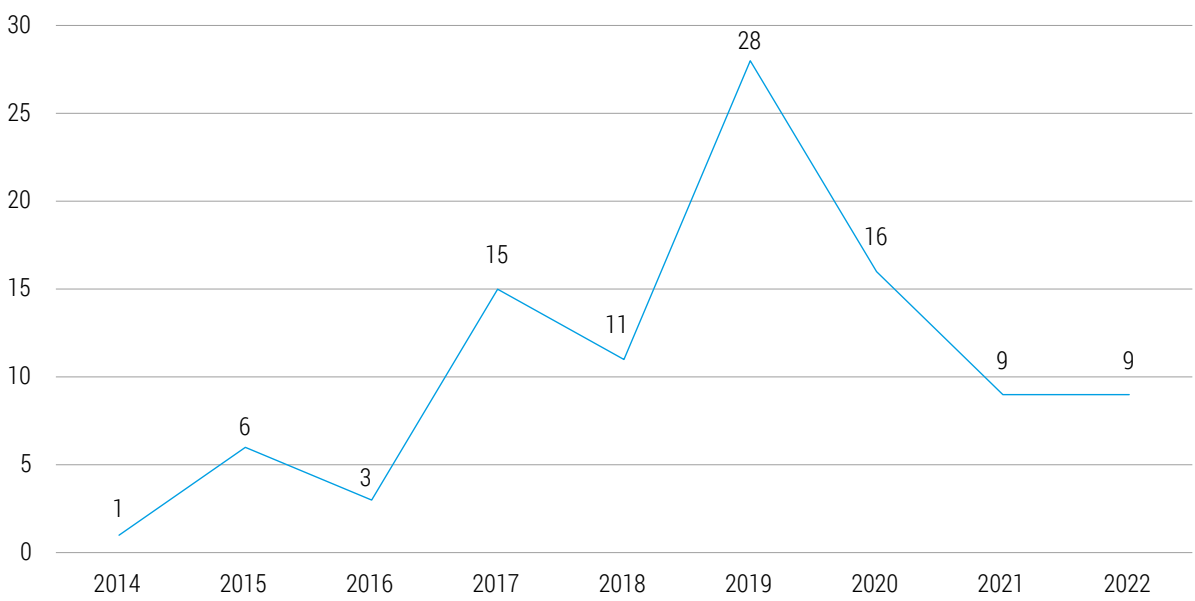


Рис. 1.4. Количество вводимых в эксплуатацию станций свыше 1 МВт, включенных в ЕЭС, в период с 2014–2022 гг.

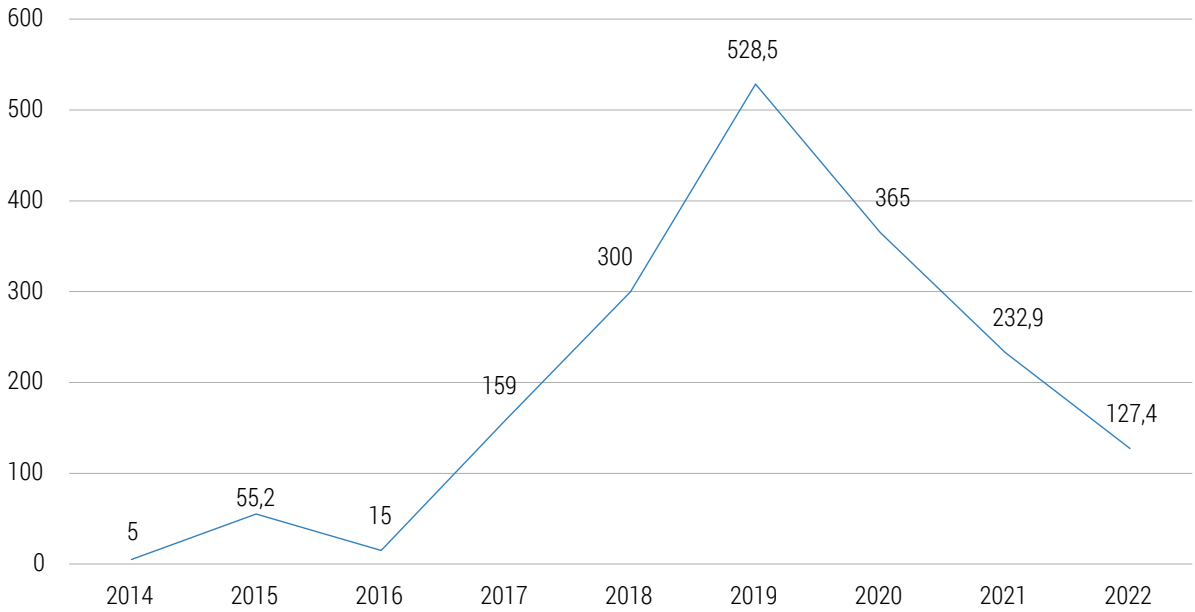


Рис. 1.5. Динамика вводимых мощностей в ЕЭС в период с 2014–2022 гг.

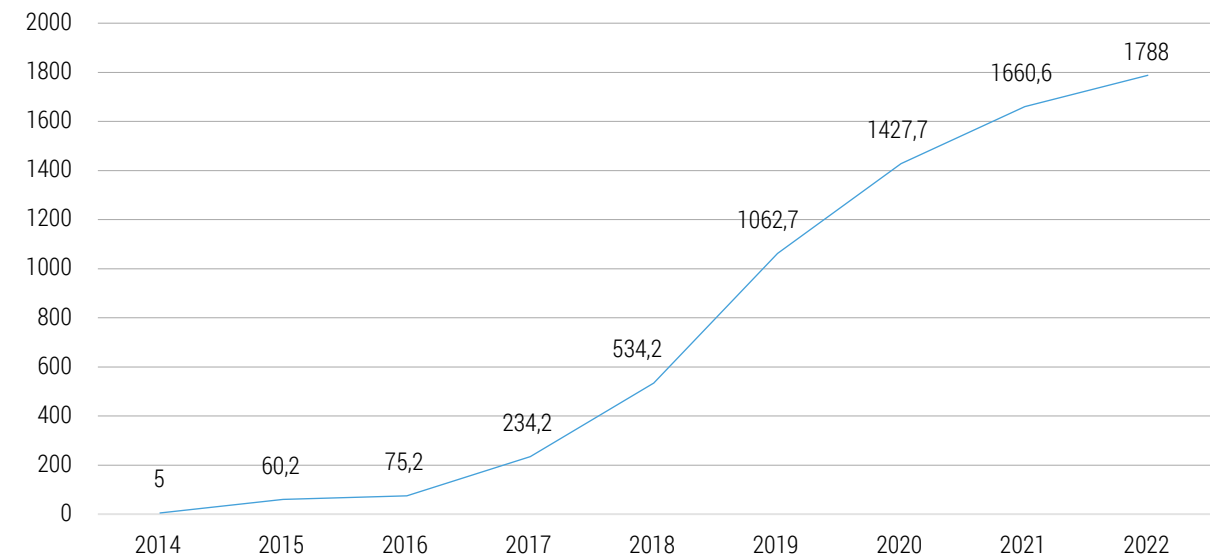


Рис. 1.6. Динамика установленной мощности СЭС ЕЭС России с 2014–2022 гг.

Закон	Содержание
Федеральный закон № 33 от 26 марта 2003 г. «Об электроэнергетике» [9]	Классификация возобновляемых источников энергии; обозначены основные меры по ускорению развития ВИЭ; определена роль органов власти в реализации государственной поддержки для ВИЭ
Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» [10]	Поставлена цель повышения эффективности в основных секторах; ужесточение ответственности за несоблюдение стандартов допустимого воздействия на окружающую среду; поддержка бюджетом возобновляемых источников энергии и экологически чистого использования технологий
Распоряжение Правительства РФ от 28 мая 2013 г. № 861-р «О внесении изменений в Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года».	Создаётся договор энергоснабжения как механизм окупаемости оптовой продажи энергии электростанций, основанных на ВИЭ; определены целевые показатели мощности электростанций на ВИЭ, вводимых в эксплуатацию в 2014–2020 гг.; снижение капитальных затрат на строительство 1 кВт установленной мощности возобновляемой энергии
Постановление Правительства РФ от 28 мая 2013 г. № 449 «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности» [11]	
Постановление Правительства РФ от 23 января 2015 г. № 47 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам стимулирования использования возобновляемых источников энергии на розничных рынках электрической энергии» [12]	Создан механизм поддержки на розничных рынках электроэнергии для энергогенерирующих объектов, использующих биогаз, биомассу, свалочный газ и другие возобновляемые источники энергии
Распоряжение Правительства РФ от 1 августа 2016 г. № 1634-р «Об утверждении схемы территориального планирования Российской Федерации в области энергетики» [13]	График установки мощностей по производству возобновляемой энергии по стране до 2030 г.
«О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике» в части развития микрогенерации» № 471-ФЗ от 27.12.2019 г. [14]	Установлено понятие объекта микрогенерации; вводится базовая норма о стоимости электроэнергии, произведенной на объектах микрогенерации, и обязанность гарантирующего поставщика приобретать эту электроэнергию по ценам, не превышающим цен на приобретаемые на оптовом рынке гарантирующими поставщиками электрическую энергию и мощность

Таблица 2.1(а). Законодательная база по ВИЭ в России

Субъект РФ	Кол-во нормативных документов
Москва	191
Ростовская область	181
Чувашская республика	163
Республика Крым	162
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра	143
Иркутская область	138
Краснодарский край	130
Республика Коми	128
Московская область	125
Новосибирская область	123

Таблица 2.1(б). Топ-10 субъектов РФ

Нормативно-правовая база по солнечной энергетике. Анализ ее применимости и развития

Прежде всего следует ознакомиться с основной законодательной базой, по нормам которой функционирует современная возобновляемая энергетика в России (таблица 2.1(а)).

В таблице 2.1(б) представлен топ-10 субъектов РФ по принятым нормативным документам за период с 01.01.2017 г. по 01.04.2023 г. по теме «Возобновляемые источники энергии» [15].

Закономерным лидером в законодательной сфере является Москва, на втором месте располагается Ростовская область, а тройку лидеров закрывает Чувашия.

Отдельно стоит выделить значительное присутствие сибирских субъектов РФ в рейтинге – они уделяют внимание не только традиционным видам топлива, но и возобновляемым источникам энергии. Возможно, это связано с необходимостью обеспечивать энергоснабжением труднодоступные и изолированные районы, не подключенных к ОЭС и имеющих высокую себестоимость дизельного топлива (в случае наличия ДЭС). Также объяснимо попадание в топ Крыма – там имеются обширные возможности для установки СЭС.

Проиллюстрируем рейтинг (рис. 2.1). В таблице 2.2 представлены данные по принятым нормативным документам за период с 01.01.2012 г. по 01.04.2023 г. по теме «Возобновляемые источники энергии» и СЭ [16].

Таблица 2.2. Кол-во принятых нормативных документов по ВИЭ + СЭ

год	ВИЭ		Солнечная энергетика	
	число нормативных документов	в т. ч. судебная практика	число нормативных документов	в т. ч. судебная практика
2012	375	24	176	29
2013	431	38	241	33
2014	493	40	226	36
2015	504	46	232	28
2016	511	62	223	28
2017	523	67	255	50
2018	557	69	299	89
2019	679	69	331	51
2020	782	104	345	58
2021	900	144	356	39
2022	1170	243	406	44

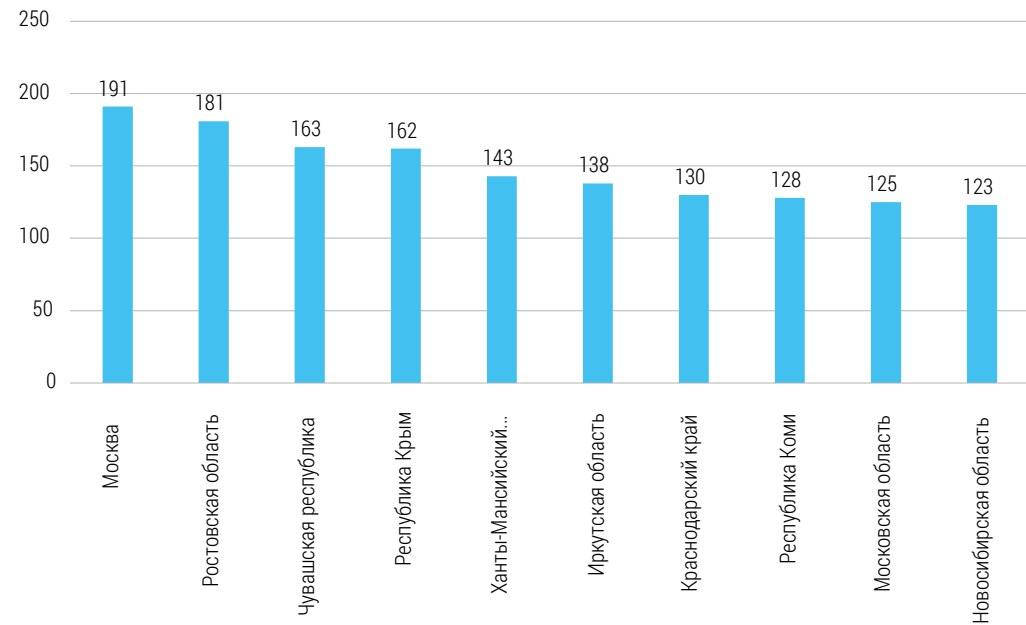


Рис. 2.1. Топ-10 субъектов РФ по принятым нормативным документам

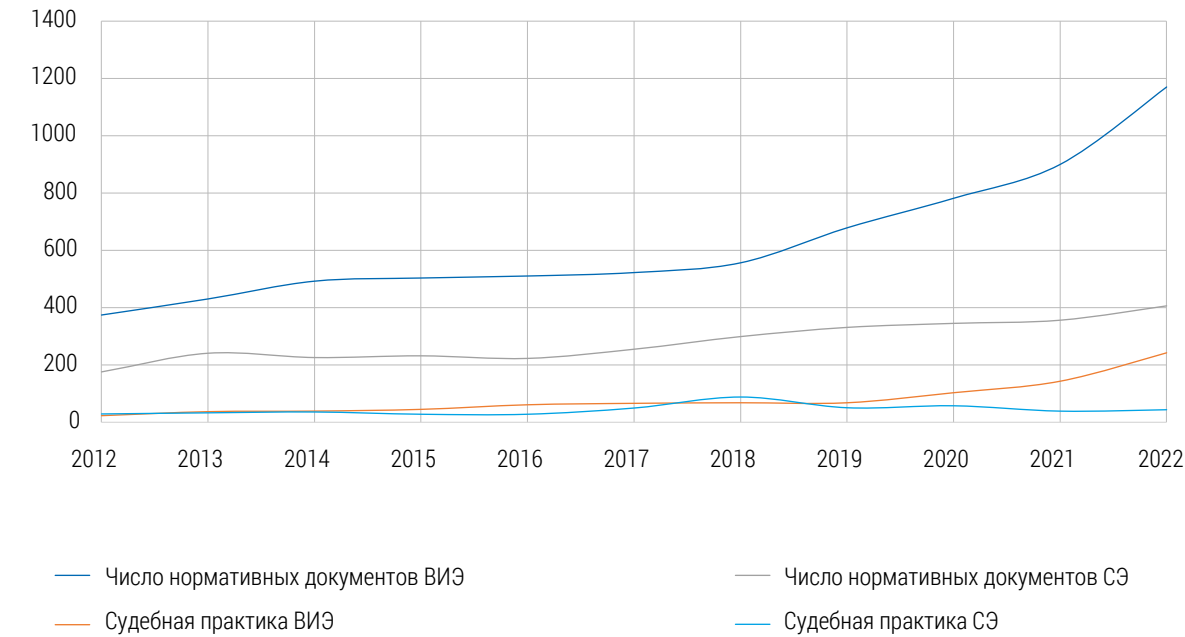


Рис. 2.2. Кол-во принятых нормативных документов по ВИЭ + СЭ

№	Период	Число показов	№	Период	Число показов
1	Апрель 2021	18334	13	Апрель 2022	17351
2	Май 2021	18605	14	Май 2022	15322
3	Июнь 2021	11264	15	Июнь 2022	11117
4	Июль 2021	6359	16	Июль 2022	5219
5	Август 2021	5870	17	Август 2022	5423
6	Сентябрь 2021	12022	18	Сентябрь 2022	9588
7	Октябрь 2021	18143	19	Октябрь 2022	14648
8	Ноябрь 2021	17654	20	Ноябрь 2022	33201
9	Декабрь 2021	19896	21	Декабрь 2022	19656
10	Январь 2022	13712	22	Январь 2023	13778
11	Февраль 2022	15988	23	Февраль 2023	13192
12	Март 2022	21450	24	Март 2023	20127

Таблица 2.3. История запросов в поисковой системе «Яндекс» по фразе «возобновляемые источники энергии»

В разрезе по годам заметна тенденция стабильного роста принимаемых законов и нормативных актов, на которую не повлиял даже пандемийный период, 2023 г. обещает также быть продуктивным в контексте законотворческой деятельности в сфере ВИЭ (за 3 месяца принято 193 документа по ВИЭ и 88 по СЭ). Отдельно приведены данные в том числе и по судебным практикам, так как это очень важный показатель деловой активности в любой сфере экономической деятельности.

Отобразим динамику развития законотворческой деятельности на графике (рис. 2.2).

Далее рассмотрим заинтересованность потребителей в использовании возобновляемых источников энергии. В таблице 2.3

представлены данные об истории ежемесячных запросов, по ключевым словам, «возобновляемые источники энергии» за последние 2 года [17], [18].

Для анализа динамики проиллюстрируем имеющиеся данные (рис. 2.3).

Приведем аналогичные данные и по солнечной энергетике в частности (таблица 2.4 и рис. 2.4).

Следует отметить некоторую сезонность в релеванности тематик ВИЭ и СЭ. Чаще эти разделы ищут зимой и в межсезонье, а летом эти темы не так популярны у пользователей. Наблюдается всплеск показов в ноябре 2022 г., достоверно нельзя заявить о том, аномалия это или нет, но в это время проходила Международная выставка PV System Expo Osaka 2022

Таблица 2.4. История запросов в поисковой системе «Яндекс» по фразе «солнечная энергетика»

№	Период	Число запросов	№	Период	Число запросов
1	Апрель 2021	9953	13	Апрель 2022	8124
2	Май 2021	8581	14	Май 2022	7115
3	Июнь 2021	5547	15	Июнь 2022	5155
4	Июль 2021	3410	16	Июль 2022	2511
5	Август 2021	3160	17	Август 2022	2708
6	Сентябрь 2021	5311	18	Сентябрь 2022	4063
7	Октябрь 2021	9015	19	Октябрь 2022	7104
8	Ноябрь 2021	11551	20	Ноябрь 2022	64303
9	Декабрь 2021	8722	21	Декабрь 2022	11030
10	Январь 2022	6587	22	Январь 2023	6068
11	Февраль 2022	7249	23	Февраль 2023	6886
12	Март 2022	10506	24	Март 2023	9932

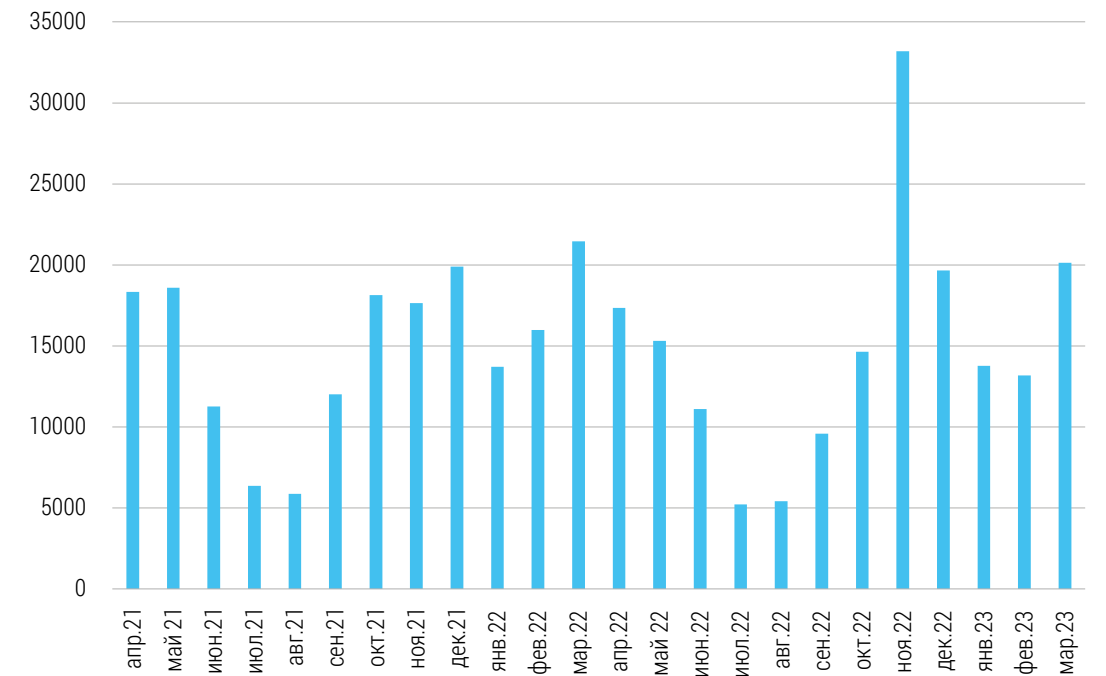


Рис. 2.3. Динамика показов по фразе «возобновляемые источники энергии»

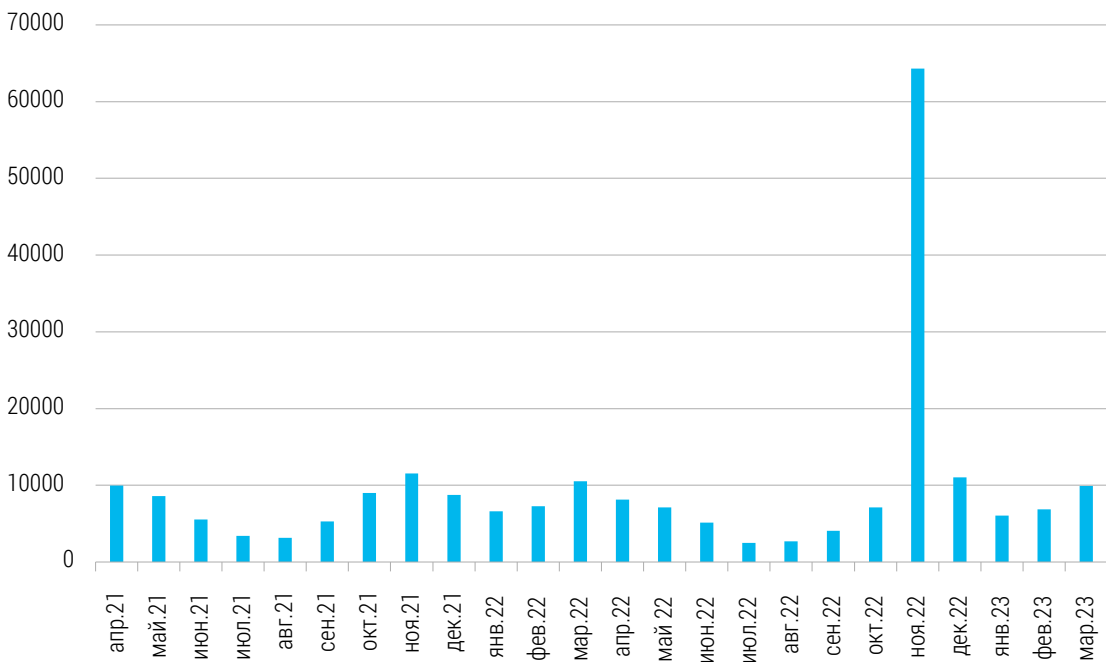


Рис. 2.4. Динамика запросов по фразе «солнечная энергетика»

№	Год	Число научных статей	
		ВИЭ	Солнечная энергетика
1	2012	584	94
2	2013	642	155
3	2014	806	190
4	2015	944	277
5	2016	1202	322
6	2017	1414	362
7	2018	1523	437
8	2019	1605	415
9	2020	1736	450
10	2021	2045	455
11	2022	2126	527

Таблица 3.1. Кол-во опубликованных научных статей

фотоэлектрической энергетики в Японии [19], что могло вызвать дополнительный интерес среди отечественной аудитории поисковых систем.

Анализ РИД, патентов и публикаций

Рассмотрим количество научных публикаций по исследуемым темам за последние 10 лет в научной электронной библиотеке elibrary [20] (таблица 3.1). На рис. 3.1 отображена динамика научной активности по ВИЭ и СЭ. По числу опубликованных научных статей можно сделать вывод о почти четырехкратном росте научной активности за 10 лет для ВИЭ в целом и пятикратном для солнечной энергетики. В последние годы рост немного замедлился, что можно объяснить некоторым насыщением информацией по данному вопросу.

Стоимость энергии, получаемая от возобновляемых источников, ежегодно снижается, и в некоторых странах уже приближается к стоимости электроэнергии, получаемой от традиционных источников

№	Год	Число патентов	
		ВИЭ	Солнечная энергетика
1	2012	1210	658
2	2013	1183	670
3	2014	1239	616
4	2015	1053	621
5	2016	949	590
6	2017	919	545
7	2018	757	503
9	2019	532	457
10	2020	374	325
11	2021	270	196
12	2022	13	9

Таблица 3.2. Количество поданных патентов

В таблице 3.2 представим динамику поданных патентов по данным сервиса «Яндекс.Патент» [21]. На рис. 3.2 проиллюстрируем тенденции. В патентной сфере складывается отрицательная динамика – число поданных патентов плавно снижалось последние 10 лет и резко упало в последний год вплоть до около нулевых значений.

Меры и механизмы государственной поддержки развития солнечной энергетики

Россия – это континентальная страна, большая часть территорий которой расположены на севере. Многие регионы обладают низким уровнем ресурсов возобновляемой энергетики, вдобавок негативное влияние на область ВИЭ оказывает достаточное количество топлива из углеводорода. Но, несмотря на это, Россия развивает возобновляемую энергетику, в том числе и солнечную, и на это есть ряд причин:

1. Новые технологии. Развитие солнечной энергетики является активным драйвером к усовершенствованию нанотехнологий, технологий электротранспорта, новых технологий накопления энергии, в т. ч. перспективного водородного аккумулирования, развития космических программ и т. д.

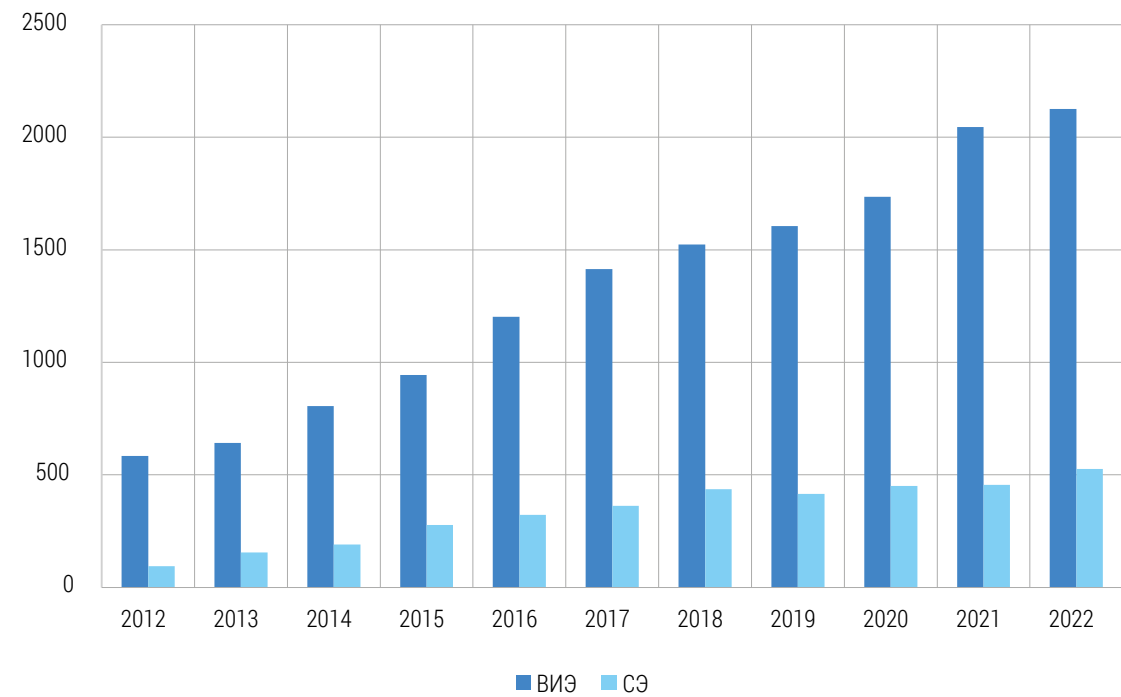


Рис. 3.1. Количество опубликованных научных статей

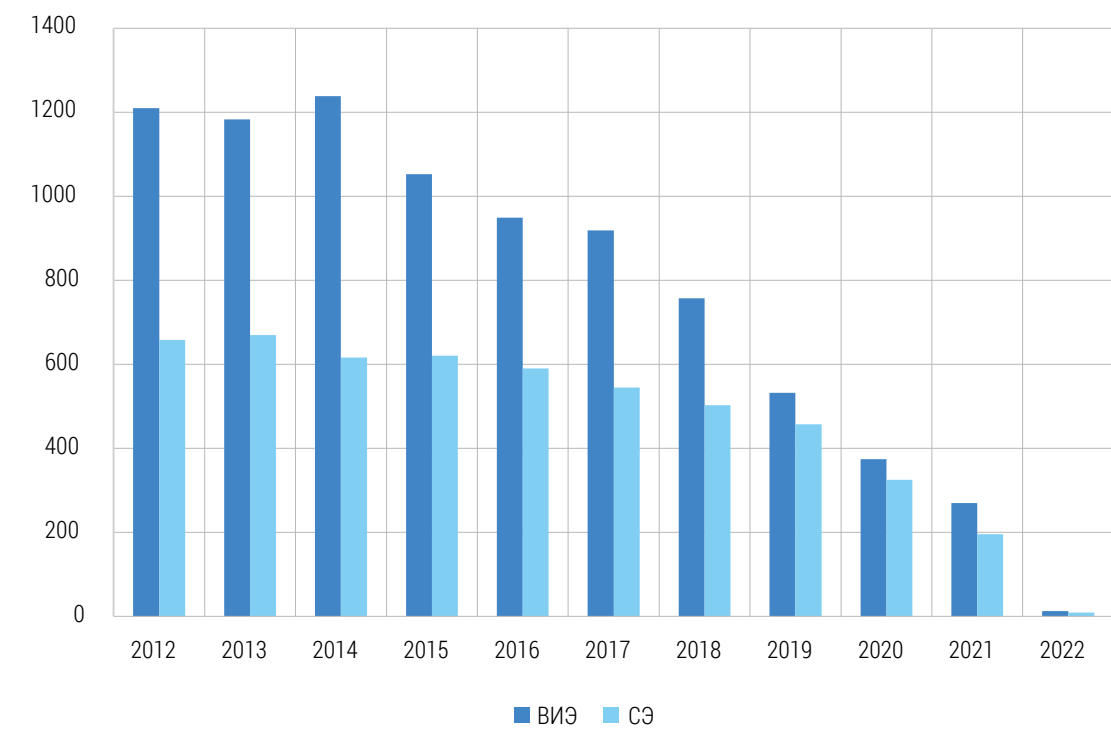


Рис. 3.2. Кол-во поданных патентов

2. Экологическая защита. Воздействие, которое оказывает на экологию традиционная энергетика существенно пагубнее, нежели получение электроэнергии посредством солнечных панелей.
3. Энергетическая безопасность. Тенденции современного мира таковы, что стоимость энергии, получаемая от ВИЭ, ежегодно снижается, и в некоторых странах уже приближается к стоимости электроэнергии, получаемой от традиционных источников энергии. Процент износа 60 % оборудования на современных российских электростанциях оценивается как удовлетворительный и неудовлетворительный, то есть от 40 до 75 % износа и выше. Неуклонно приближается время, когда произойдет заиливание водохранилищ первых крупных равнинных ГЭС [22]. В этот период потребуется активное внедрение новых мощностей. В этом случае использование ВИЭ будет достаточно прагматичным решением. Чтобы соорудить типовую электростанцию на основе ВИЭ и подключить ее к энергосистеме потребуется не больше года, в некоторых случаях это может занять несколько месяцев. В то же время, организация строительства ТЭЦ может потребовать годы.

На текущий момент государством разработан ряд мер по поддержке развития возобновляемой энергетики в России. Рассмотрим их подробнее:

1. Розничный рынок. Конкурентный отбор, по итогам которого инвестор получает право на строительство объектов ВИЭ любого вида с гарантированным возвратом вложений. Срок окупаемости – 15 лет, норма доходности – 14 % годовых для объектов, введенных до 1 января 2017 г., и 12 % годовых для объектов, введенных после 1 января 2017 г. Окупаемость обеспечивается так: устанавливается долгосрочный тариф, по которому ВИЭ будет поставлять электроэнергию, а территориальные сетевые организации обязуются эту энергию покупать в полном объеме, но не более 5 % от всего уровня потерь электроэнергии этой сетевой организации.

2. Оптовый рынок. Как и на розничном рынке, предусмотрен конкурентный отбор проектов. Срок окупаемости и норма доходности те же. Но отбор ограничен: строить можно только солнечные, ветряные и небольшие гидроэлектростанции мощностью до 25 МВт. Кроме того, принципиально отличается метод возврата вложений.

Возврат вложений происходит через рынок мощности: на оптовом рынке заключаются обязательные договоры поставки мощности (ДПМ ВИЭ) между поставщиками ВИЭ и потребителями. Плата за «мощ-



Абаканская СЭС

Источник: snow-horse.livejournal.com

ность» – это, например, плата за возможность включить электрический чайник в любое время дня и ночи, когда вам захотелось попить чай.

3. Технологические присоединения. Предоставление субсидий для компенсации подключения до 25 МВт для квалифицированных генерирующих объектов.

Благодаря данным мероприятиям, в стране весомо увеличился парк солнечных электростанций. Сейчас суммарная установленная мощность всех СЭС России составляет более 1780 МВт, а к началу 2024 г. эта цифра должна вплотную приблизиться к 2100 МВт.

Указанные выше меры имеют срок действия до 2035 г., после чего будет принято решение об их продлении, либо формировании новых мер поддержки, либо их полной отмене. Данная неопределенность негативно влияет на настроения инвесторов, что, в конечном счете, привело к практически полному отсутствию конкуренции в этой сфере. К большим игрокам рынка относят «Хевел» (совместное предприятие группы компаний «Ренова» и «Роснано»), «Солар Системс», НПП «Квант». Существуют и более маленькие компании, такие как ЗАО «Телеком-СТВ», «РЗМКП», «Сатурн», «Solar Wind», ООО «Витасвет», «Термотрон» [23].

Для каждого ВИЭ-проекта существуют обязательные показатели, такие как:

- установленная мощность;
- коэффициент использования установленной мощности;
- срок службы основного оборудования;
- стоимость 1 кВт установленной мощности;
- годовая стоимость эксплуатации;
- налоги и сборы, а также прочие издержки, в т. ч. выплаты по инвестиционному кредиту.

Расчетное значение себестоимости 1 кВт·ч можно получить на основе этих дан-

На 1 января 2023 г. в ЕЭС России эксплуатировалось СЭС общей установленной мощностью 1788 МВт, что составляет 0,72% от установленной мощности всех электрогенераторов энергосистемы

ных. В современных условиях, полученное значение будет существенно выше действующего тарифа. Разница может составлять от 5 до 10 раз, т. е. поставленная задача сводится к компенсации данной разницы, предложению механизма возврата инвестиционных средств и получения прибыли.

Для успешности проекта необходимо чтобы такие показатели, как выплата по кредиту, возврат средств инвестора, постоянные и переменные издержки по работе электростанции, оплата налогов и сборов, заложенная прибыль, должны быть меньше или равны суммарной валовой выручке за тот же период.

Источник: «Хевел»



Производство солнечных панелей на заводе ГК «Хевел»

Программа	Краткое описание	Сроки реализации
Министерство экономического развития РФ		
1.Национальный проект «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы» [24]	Национальный проект, по итогам заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации, структурирован таким образом, чтобы предложить необходимые меры поддержки предпринимателю на каждом этапе жизненного цикла развития бизнеса: от появления идеи начать бизнес, далее – регистрации и помощи в получении доступного финансирования, имущественной поддержки, до реализации проектов в отдельных отраслях (туризм, сельское хозяйство) и расширения бизнеса с выходом на экспорт. Условия отнесения субъекта МСП к социальному предпринимательству установлены в части 1 статьи 24.1 Федерального закона от 24.07.2007 № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации»	15.10.2018–31.12.2024
Фонд содействия инновациям		
1.Программа «Развитие» [25]	Конкурс ориентирован на поддержку развитых предприятий, которые имеют положительную деловую репутацию и опыт продаж наукоемкой продукции на рынке, но нуждаются в проведении дополнительных НИОКР, позволяющих повысить эффективность работы путем диверсификации своего производства, создания и освоения новых рынков сбыта. Объем предоставляемого Фондом гранта составляет до 20 млн руб. при условии софинансирования проекта из внебюджетных средств (собственных и/или привлеченных) в размере не менее 30 % от суммы гранта. Возможные варианты внебюджетного финансирования проекта: • привлечение внебюджетных средств частного инвестора; • вложение собственных средств предприятия. • Допускается использование как одного из предложенных вариантов, так и их комбинация (при этом суммарный объем внебюджетных средств должен составлять не менее 30 % от суммы гранта)	Срок выполнения НИОКР составляет 12/18/24 месяцев(а) с даты заключения договора гранта
2. Программа «Интернационализация» [26]	В конкурсе могут принимать участие юридические лица, соответствующие критериям отнесения к субъекту малого предпринимательства в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2007 г. № 209-ФЗ, среди видов экономической деятельности которых имеется код ОКВЭД, входящий в подкласс 72.1 (ОК 029–2014 от 01.02.2014 г.) «Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук», имеющие статус «Микропредприятие» или «Малое предприятие» в Едином реестре субъектов МСП. Объем предоставляемого Фондом гранта составляет до 15 млн руб., при условии софинансирования из внебюджетных средств (собственных и/или привлеченных) в размере не менее 30 % от суммы гранта. Максимальный размер гранта может быть скорректирован для каждого из конкурсов	Срок выполнения НИОКР составляет от 18 до 24 месяцев с даты заключения договора (соглашения) о предоставлении гранта на проведение НИОКР (далее – договор гранта)

Таблица 4.1. (начало) Перечень программ государственной поддержки малого и среднего бизнеса



Использование солнечных панелей в юртах на Алтае

Источник: Snegolika / depositphotos.com

Программа	Краткое описание	Сроки реализации
3. Программа «Коммерциализация» [27]	Конкурс направлен на отбор инновационных проектов, предусматривающих создание, расширение и (или) модернизацию производства, необходимого для серийного выпуска инновационной продукции, а также ее коммерциализацию. Объем предоставляемого Фондом гранта составляет до 20 млн руб. при условии софинансирования инновационного проекта из внебюджетных средств (собственных и/или привлеченных) в размере не менее 100 % от суммы гранта. Возможные варианты внебюджетного финансирования инновационного проекта: – привлечение внебюджетных средств частного инвестора; – вложение собственных средств предприятия; – средства, полученные по кредитным договорам, заключенным с российскими кредитными организациями на цели реализации проекта; – заемные средства от физического и (или) юридического лица. Допускается использование как одного из предложенных вариантов, так и их комбинация (при этом суммарный объем внебюджетных средств должен составлять не менее 100 % от суммы гранта).	Срок выполнения инновационного проекта составляет 12 месяцев с даты заключения договора гранта
4. Программа «Кооперация» [28]	Конкурс проводится в рамках мероприятий федерального проекта «Акселерация малого и среднего предпринимательства» национального проекта «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы». Максимальный объем предоставляемого Фондом гранта составляет 50 млн руб. Гранты предприятиям предоставляются в 2–4 этапа в соответствии с календарным планом реализации инновационного проекта, предусмотренным договором гранта	Срок выполнения инновационного проекта составляет от 12 до 24 месяцев с даты заключения договора гранта

Программа	Краткое описание	Сроки реализации
АО «Корпорация «МСП»		
1.Предоставление независимых гарантий и поручительств по биржевым облигациям [29]	В программе участвуют 59 банков 38 институтов развития и организаций инфраструктуры поддержки. Программа направлена на субъекты малого и среднего предпринимательства, лизинговые компании, организации, управляющие объектами инфраструктуры поддержки субъектов МСП, микрофинансовые организации, оказывающие услуги предоставления субъектам МСП микрофинансирования (микрозаймов). Максимальная сумма поручительств и гарантий по обязательствам эмитента (Группы связанных компаний) не может превышать 500 000 000 (пятьсот миллионов) руб.	Бессрочно
Мойбизнес. Рф (https://мойбизнес.рф)		
1.Программа льготного кредитования малого и среднего бизнеса в рамках национального проекта «МСП и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы» [30]	Условия получения: – юридический статус компании: бизнес должен быть зарегистрирован на территории России. Компания включена в Единый реестр МСП; – выручка за последний календарный год не превышает 2 млрд руб., а число работников – 250 человек, т. е. предприятие подходит под определение малого и среднего бизнеса; – задолженность по налогам, сборам и другим обязательным платежам не превышает 50 тыс. руб.; – компания не имеет долгов по зарплате перед своими работниками; – предприятие не проходит процедуру банкротства; – получить кредит можно как по основному, так и по дополнительному ОКВЭД. Льготные кредиты можно взять на конкретные цели: – инвестиционные – от 500 тыс. до 2 млрд руб., срок погашения – до 10 лет. Например, получить деньги на развитие бизнеса – покупку нового оборудования или помещения, реконструкцию производства. – на пополнение оборотных средств – от 500 тыс. до 500 млн руб., срок погашения – до 3 лет. Эти деньги можно потратить, например, на закупку новой партии сырья или зарплату сотрудников. – на рефинансирование. Предприниматель может рефинансировать старый кредит по ставке 7 %	Рассчитана до 2024 года
Sk Сколково		
1.Микрогранты [31]	Микрогранты предоставляются участнику на решение определенных задач в рамках исследовательской и коммерциализации продукта. Размер микрогранта не может превышать 1,5 млн руб. (общий размер микрогрантов, перечисленных одному участнику, не может превышать 4 млн руб. в течение одного календарного года). Микрогрант предоставляется только участникам, отвечающим следующим требованиям: – вид участника – стартап; – штатная численность на конец отчетного квартала, предшествующего подаче заявки, – не менее 3 и не более 50 работников; – выручка за календарный год, предшествовавший подаче заявки, не превышает 100 млн руб. (меньшее значение может быть установлено приказом фонда, размещаемым на сайте фонда); – участник на момент подачи заявки не является стороной соглашения с фондом о предоставлении гранта (мини-гранта), в рамках выполнения обязательств по которому фонд не принял решения фонда о принятии к сведению отчета за последний этап реализации проекта в соответствии с положением о грантах или в соответствии с условиями соглашения о предоставлении гранта, на которое не распространяется действие положения о грантах.	Порядок и сроки рассмотрения и принятия решений по заявкам устанавливаются приказом Фонда в течение 20 дней с момента поступления заявки

Программа	Краткое описание	Сроки реализации
2. Цифровая экономика [32]	Сумма устанавливается конкурсной документацией. Кто может получить? Российская организация, осуществляющая внедрение продукта, созданного на базе «сквозных» цифровых технологий», в целях преобразования технологических или бизнес-процессов в своей деятельности и деятельности своих аффилированных лиц. Проект направлен на внедрение отечественных продуктов, сервисов и платформенных решений, созданных на базе «сквозных» цифровых технологий, в том числе: – технологий искусственного интеллекта; – новых производственных технологий; – робототехники и сенсорики; – интернета вещей; – новых коммуникационных интернет-технологий; – технологий виртуальной и дополненной реальности; – технологий распределенных реестров.	В течение 20 (двадцати) дней с даты получения заявки фонд проводит комплексную экспертизу заявки, направленную на определение победителей конкурсного отбора

Таблица 4.1. (конец) Перечень программ государственной поддержки малого и среднего бизнеса

В случае с объектами ВИЭ, сумма данных показателей основательно превышает объем валовой выручки. Поэтому для запуска новых проектов требуется предложить механизмы для компенсации этих средств. Не маловажным фактом является то, что преобладающее большинство объектов ВИЭ не может обеспечить гарантированную выработку электроэнергии. Следовательно, предлагаемое решение проблемы должно предусматривать покупку всей выработанной энергии, либо регламентировать установку аккумуляторов и субсидирование соответствующих издержек.

Помимо основных государственных мер поддержки солнечной энергетики, для станций небольших и средних мощностей применимы меры поддержки малого и среднего бизнеса. Перечень таких мер, с их кратким описанием и сроками реализации, представлен в таблице 4.1.

Заключение

Для поддержки развития солнечной энергетики в России были внедрены меры государственной поддержки, такие как финансирование инвестиций, выделение гран-

тов для научных исследований, создание льготных кредитов для предприятий, занимающихся производством оборудования для солнечной энергетики. Также были созданы правовые основы, которые регулируют отношения между государством и частными компаниями, занимающимися производством и эксплуатацией солнечных электростанций. Нормативно-правовая база, которая регулирует данную отрасль, включает в себя федеральный закон «Об альтернативной энергетике», Постановление Правительства РФ «Об утверждении правил наложения платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух», федеральный закон «О развитии малой и средней предпринимательской деятельности» и другие. Однако, несмотря на государственную поддержку и правовые основы, солнечная энергетика в России развивается медленнее, чем в других странах. В целом, можно отметить, что развитие солнечной энергетики в мире продолжает возрастать, что является важным шагом в борьбе за сокращение выбросов парниковых газов и улучшение экологической среды. В России же, несмотря на наличие государственной поддержки и нормативно-правовой базы, развитие солнечной энергетики остается довольно медленным. Учитывая растущую глобальную тенденцию по использованию альтернативных источников энергии, можно надеяться на то, что



Солнечная электростанция, Лисья Нора
Источник: «Хевел»

в ближайшем будущем Россия будет следовать этому тренду и увеличит долю ВИЭ в общей энергетической структуре. В заключение можно сказать, что солнечная энергетика в России развивается как за счет использования механизмов государственной поддержки, так и благодаря интересу инвесторов и разработчиков в данной области. Наряду с этим не менее важно продолжать совершенствовать нормативно-правовую базу и создавать благоприятные условия для дальнейшего прогресса солнечной энергетики в России.

Использованные источники

1. EES EAEC. Мировая энергетика. Установленная мощность ВИЭ. – URL: <https://www.eeseaec.org/ustanovlennaa-mosnost-vie>

2. EES EAEC. Мировая энергетика. Установленная мощность электростанций. – URL: <https://www.eeseaec.org/ustanovlennaa-mosnost-elektrostancij>

3. Корпоративный журнал АО «Системный оператор Единой энергетической системы». № 2–3 (30–31). Октябрь, 2018 г.

4. Системный оператор Единой энергетической системы. Декабрь 2022. – URL: https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/markets/2022/res/res_dec_22.pdf

5. Системный оператор Единой энергетической системы. Январь 2022. – URL: https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/markets/2022/res/res_jan_22.pdf

6. Энергетика и промышленность России. – URL: <https://www.eprussia.ru/news/base/2021/6405310.htm>

7. Каталог солнечных электростанций (СЭС) России. – URL: <https://energybase.ru/power-plant/solar>

8. Развитие солнечной энергетики в России с 2014 по 2022 г. – URL: <https://sdelanounas.ru/blogs/150147/>

9. Федеральный закон «Об электроэнергетике» от 26.03.2003 г. № 35-ФЗ. – URL: <https://www.consultant.ru/document/>

cons_doc_LAW_41502/

10. Указ Президента Российской Федерации от 04.06.2008 г. № 889. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/27565>

11. Распоряжение Правительства РФ от 28 мая 2013 г. № 861-п. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70288052/>

12. Постановление Правительства Российской Федерации от 23.01.2015 г. №47. – URL: <https://www.np-sr.ru/ru/press/news/o-vnesenii-izmeneniy-v-nekotorye-akty-pravitelstva-rf-povoprosam-stimulirovaniya-ispolzovaniya-vie-na-roznichnyh-rynkah-elektroenergii>

13. Правительство РФ. Распоряжение от 1 августа 2016 г. №1634-п. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420369441>

14. Федеральный закон от 27.12.2019 г. № 471-ФЗ. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201912280019>

15. Поиск: «возобновляемые источники энергии». – URL: <http://ivo.garant.ru/#/basesearch/возобновляемые%20источники%20энергии/all:1>

16. Поиск нормативных документов. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/doclist/2064:8>

17. История показов по фразе «возобновляемые источники энергии». – URL: <https://wordstat.yandex.ru/#!/history?words=возобновляемые%20источники%20энергии>

18. Поискový запрос «возобновляемые источники энергии». – URL: <https://trends.google.ru/trends/explore?q=возобновляемые%20источники%20энергии&date=now%201-d&geo=RU&hl=ru>

19. Мероприятия по тематике «солнечная энергетика». – URL: <https://worldexpo.pro/sector/solnechnaya-energetika/november>

20. Научная электронная библиотека elibrary. – URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

21. Яндекс.Патенты – поиск по патентным документам. – URL: <https://yandex.ru/patents>

22. Аналитический доклад «Политика в области развития возобновляемой энергетики: как разбудить Российского великана» подготовлен программой IFC по развитию возобновляемых источников энергии в России. Пенсильвания Авеню NW, Вашингтон, DC 20433, США. 2011 г. С. 36.

23. Ассоциация НП «Совет рынка». – URL: <https://www.np-sr.ru/ru>

24. Министерство экономического развития Российской Федерации. – URL: <https://www.economy.gov.ru/material/directions/>

nacionalnyy_proekt_maloe_i_srednee_predprinimatelstvo_i_podderzhka_individualnoy_predprinimatelskoy_iniciativy/

25. Фонд содействия инновациям. Программа «Развитие». – URL: <https://fasie.ru/programs/programma-razvitie/>

26. Фонд содействия инновациям. Программа «Интернационализация». – URL: <https://fasie.ru/programs/programma-internatsionalizatsiya/>

27. Фонд содействия инновациям. Программа «Коммерциализация». – URL: <https://fasie.ru/programs/programma-kommertsializatsiya/>

28. Фонд содействия инновациям. Программа «Кооперация». – URL: <https://fasie.ru/programs/programma-kooperatsiya/>

29. Корпорация МСП. – URL: <https://corpmssp.ru/finansovaya-podderzhka/garantii-i-poruchitelstva-po-birzhevym-obligatsiyam.php>

30. Мой бизнес РФ. – URL: <https://мойбизнес.пф/anticrisis/lgotnyy-kredit-po-stavke-7-godovykh>

31. SkolCity «Сколково». Микрогранты. – URL: <https://sk.ru/grant-financial-support/microgrants/>

32. SkolCity «Сколково». Цифровая экономика. – URL: <https://sk.ru/grant-financial-support/digital-economy/>

Энергоемкость экономики России и основные направления по ее сокращению

Energy intensity of the Russian economy and the main directions for its reduction

Михаил СОКОЛОВ
Ведущий научный сотрудник
сектора энергетической политики
Центра инновационной экономики
и промышленной политики, д. э. н.
E-mail: mistral-36@mail.ru

Mikhail SOKOLOV
Doctor of Economics, Leading Researcher,
Energy Policy Sector, Center for Innovative
Economics and Industrial Policy Institute of
Economics of the Russian Academy
E-mail: mistral-36@mail.ru

Приобское месторождение

Источник: «Газпром нефть»



Аннотация. В статье анализируются уровень, динамика и методы расчета энергоемкости в России в период 2000–2021 гг. Показано, что наиболее достоверная картина динамики энергоемкости экономики выявляется, когда ВВП рассчитывается в постоянных ценах в руб., в тех же случаях, когда ВВП России считается в долл. по ППС, то уровень энергоемкости заметно занижается. Под влиянием многократного роста нефтегазовых доходов, обусловивших высокие темпы роста инвестиций в основные фонды и ВВП, энергоемкость в 2000–2007 гг. в России ежегодно снижалась на 5,1 %, опережая в 1,5 раза по этому показателю наиболее развитые страны. В последующие годы (2008–2021 гг.), в связи с низкими темпами инвестиционной деятельности, ВВП и ростом объема потребляемых энергоресурсов, динамика энергоемкости stagnировала, в то время как в мире и в большинстве развитых стран наоборот произошло в этот период ускорение темпов снижения энергоемкости. В статье подробно рассматриваются основные факторы, повлиявшие на динамику энергоемкости в России, а по такому фактору как инвестиции в основные фонды выявлены коэффициенты зависимости энергоемкости от их темпов, которые могут быть использованы при планировании показателей энергоемкости на перспективу. На основании подробного рассмотрения факторов, влияющих на динамику энергоемкости, автором предложены основные направления по снижению энергоемкости в России. К ним были отнесены: интенсификация инвестиционной деятельности, ускорение темпов роста ВВП, перестройка структуры экономики в сторону отраслей с высокой добавленной стоимостью, отказ от повышения внутренних цен на энергоресурсы до уровня мировых цен на них.

Ключевые слова: динамика энергоемкости в мире и России; потребление энергоресурсов; инвестиционная активность и энергоемкость; факторы, воздействующие на энергоемкость; пути снижения энергоемкости.

Abstract. The article analyzes the level, dynamics and methods of calculating energy intensity in Russia in the period 2000–2021. It is shown that the most reliable picture of the dynamics of the energy intensity of the economy is revealed when GDP is calculated in constant prices, in the same cases when Russia's GDP is calculated in dollars by PPP, the level of energy intensity is markedly underestimated. Under the influence of multiple growth of oil and gas revenues, which led to high growth rates of investments in fixed assets and GDP, energy intensity in 2000–2007. In Russia, it decreased by 5.1 % annually, outstripping the most developed countries by 1.5 times in this indicator. In subsequent years (2008–2021), due to the low rates of investment activity, GDP and growth in the volume of energy consumed, the dynamics of energy intensity stagnated, while in the world and in most developed countries during this period there was an acceleration in the rate of reduction of energy intensity. The article based on a detailed consideration of the factors affecting the dynamics of energy intensity, the author suggests the main directions for reducing energy intensity in Russia. These included investments in fixed assets, the structure of the economy, the dynamics of energy consumption, and the pricing policy for energy resources. *Keywords:* dynamics of energy intensity in the world and Russia, energy consumption. factors affecting energy intensity, ways to reduce energy intensity.

Введение

Энергоемкость является одним из ключевых показателей состояния развития промышленности стран, ибо ее уровень тесно связан со структурой экономики, с темпами ее роста, с инвестиционной активностью, с состоянием основных технологических фондов, техническими

и финансовыми возможностями по их обновлению и модернизации, с ценовой политикой на энергоресурсы. Если энергоемкость снижается ежегодно в размере 3–4 %, то с уверенностью можно сказать, что экономика этой страны развивается в фарватере мировой технологической революции, а благосостояние ее населения растет.

По мнению лауреата Нобелевской премии, генерального директора Центра энергоэффективности XXI век д. э. н. И. А. Башмакова, повышение энергоэффективности является одним из экономических законов человеческой цивилизации [1]. Этот закон показывает, что если энергоемкость и материалоемкость в экономике той или иной страны не снижаются или сохраняются на одном уровне, то сложившиеся доля расходов на материалы и энергию в затратах производителей ведет к торможению темпов роста экономики и снижению конкурентоспособности ее товаров на внутреннем и на международных рынках.



Энергосберегающая лампочка
Источник: stroiteh-msk.ru

По данным Мирового энергетического агентства (МЭА), по уровню энергоемкости Россия располагается на 136 месте среди 146 стран мира [2]. По мнению большинства исследователей, российская экономика отличается не только высокой энергоемкостью, но и высокой материалоемкостью. По оценкам ООН материалоемкость ВВП России на 40 % выше среднемировой, в 4,2 раза выше, чем в США и Германии, в 7,6 раза выше, чем в Японии [3].

Важнейшими причинами, как высокой энергоемкости, так и материалоемкости экономики России, являются структура российской экономики с преобладанием в ней сырьевых отраслей, сильная изношенность основных фондов и их технологическая отсталость, суровые клима-

тические условия, огромная территория. При этом, специалисты рассчитали, что на «территорию и климат» приходится 10 % сложившейся в стране энергоемкости, остальные 90 % связаны с технологиями, структурой экономики и жизненным уровнем населения.

По расчетам Института энергетической стратегии общий суммарный потенциал только технологического и организационного энергосбережения равняется в России 40–45 % [3] от всего энергопотребления, что в переводе на объем потребляемых в 2020 г. энергоресурсов составляет порядка 400 млн т у. т. с общими текущими годовыми затратами на их производство в размере 3,5 трлн руб. и капитальными расходами в объеме 914 млрд руб. [4].

Методы расчета энергоемкости

Энергоемкость экономики той или иной страны обычно рассчитывается на основе сопоставления валового внутреннего продукта и физического объема потребленных топливно-энергетических ресурсов. При этом, при расчетах энергоемкости по России по ВВП обычно использоваться четыре его вида: ВВП в рублях в сопоставимых ценах базового года, ВВП в текущих ценах в рублях, ВВП в долларах по текущему валютному курсу рубля и ВВП в долларах по паритету покупательной способности рубля (ППС). Среди этих показателей наиболее достоверно динамику энергоемкости отражает ВВП, посчитанный в постоянных ценах в рублях и в долларах по курсу ППС. Однако, показатели энергоемкости, полученные на их основе, тоже не лишены недостатка, т. к. в первом случае затрудняется сопоставление ее абсолютных показателей в России с уровнем энергоемкости в других странах, а во втором случае, существенно занижается как уровень энергоемкости, так и ее динамика в России.

По расчетам Министерства экономического развития РФ определение энергоемкости России с использованием для ВВП курса рубля по ППС по состоянию на 2020 г., ее показатель в 1,9 раза превышал среднюю энергоемкость по миру и в 2,6 раза по Японии. При расчете же по валютному курсу рубля она уже в 3 раза превышала среднюю по миру и почти в 6 раз по Японии [5].

Динамика и уровень энергоемкости ВВП в России в 2000–2021 гг.

При определении энергоемкости на основе ВВП, рассчитанного по паритету покупательной способности рубля к доллару за 2000–2021 гг., она снизилась в 2,7 раза с 452 до 169 кг н. э./1000 долл., и, несмотря на такое снижение, превышала в 2021 г. среднемировой показатель в 1,7 раза (98,6 кг н. э.), по странам Европейского союза в 2,5 раза (67), в сравнении с Германией в 2,7 раза (63), с США – в 1,8 раза (94,8), с Китаем – в 1,2 раза (153) (таблица 1).

Наряду с абсолютными показателями энергоемкости, нами была рассчитана динамика ее темпов по отдельным периодам. Такой расчет показал, что за 1999–2007 гг. среднегодовой темп снижения энергоемкости составил 8,5 %, за 2007–2016 гг. – 1,4 %, за 2016–2021 гг. – 3 %.

Одновременно, по этим же периодам, были проведены аналогичные расчеты на базе ВВП, полученного на основе постоянных цен в рублях. Динамика снижения энергоемкости в этом случае заметно ухудшилась. Так, за 1999–2007 гг. среднегодовой темп снижения энергоемкости со-

Если энергоемкость снижается ежегодно в размере 3-4%, то экономика такой страны развивается в фарватере мировой технологической революции, а благосостояние ее населения растет

ставил не 8,5 %, а 5,1 %, за 2007–2016 гг. не 1,4 %, а всего 0,1 %, за 2016–2021 гг. не снижение в 3 %, а ее рост в 0,3 % (таблица 1).

Более детальное рассмотрение причин таких различий по динамике энергоемкости на основе российской статистики по ВВП и Международного валютного фонда (МВФ) показало, что это связано с недостоверным курсом пересчета рубля в долларах по ППС. Доказательством этого является сильнейшее расхождение в индексе роста ВВП России в постоянных ценах за 2007–2021 гг. и индексе роста ВВП в долл. по ППС за эти же годы. В пер-

Таблица 1. Динамика энергоемкости ВВП по странам по потребленным первичным нергоресурсам за 1999–2021 гг.

Источники: рассчитано на основе Российского статистического ежегодника за соответствующие годы, BP Statistics Review of World Energy, World Bank за соответствующие годы

	Энергоемкость в кг н. э. на 1000 долл. ВВП (по ППС)					Среднегодовые темпы Снижения (-), роста (+) энергоемкости, в%		
	1999	2007	2016	2020	2021	За 1999-2007 гг.	За 2007-2016 гг.	За 2016-2021 гг.
В целом по миру	199	141,5	114,5	101,5	98,6	- 4,2	- 2,3	- 3,1
ЕС	151	119	85,6	67,8	67	- 3	- 3,6	- 4,6
Германия	146	114	81	69	63	- 3,1	- 3,6	- 4,9
США	236	171	122	107,1	94,8	- 4	- 3,7	- 4,9
Канада	350	247,3	203,5	180,5	166,6	- 4,3	- 2,2	- 4
Япония	150	117	91,3	82,4	76,6	- 3,1	- 2,7	- 3,6
Китай	325	209,3	166,5	153	140,2	- 5,4	- 2,5	- 3,4
Россия* – расчет по ППС в долл.	452	225	198	168,7	169	- 8,5	- 1,4	- 3
Россия – расчет ВВП в постоянных ценах в руб.	—	—	—	—	—	- 5,1	- 0,1	+ 0,3

* – Расчет энергоемкости по России дан в двух вариантах и выполнен путем деления объема потребления энергоресурсов на размер ВВП, посчитанного по ППС в долл. и в постоянных ценах в руб. В первом случае расчет дает искаженную картину динамики и уровня энергоемкости по России в силу отсутствия добротной статистики по курсу рубля по ППС, поэтому ее динамика дополнительно продублирована на основе ВВП в постоянных ценах в рублях

Показатели	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2000–2007 гг., среднегодовой темп изменения
Мировая цена нефти марки Brent, долл./барр.	18	28,7	24,5	25	28,9	38,3	54,6	65,2	72,4	
Годовой темп изменения, в %	-	+ 59	- 14,6	+ 2	+ 15,6	+ 32,5	+ 42,6	+ 19,6	+ 11	+ 19
ВВП в постоянных ценах 1999 г. в млрд руб.	4823	5306	5571	5838	6264	6715	7145	7624	241	Среднегодовой темп роста, в %
Темп роста (+), снижения (-) по каждому году, в %.	-	+ 10	+ 5	+ 4,8	+ 7,3	+ 7,2	+ 6,4	+ 8,1	+ 8,5	
Индекс роста, в %	100	110	115,3	121	129,9	139,2	148,1	158,1	170,9	+ 6,9
Общее потребление ТЭР, в млн т у. т.	881,8	891,1	885,9	895,8	926,4	937,8	948,3	981,5	994,8	
Индекс роста, в %	100	101	100,5	101,6	105	106,3	107,5	112,8	112,8	+ 1,5
Потребление ТЭР на нетопливные нужды, в млн т у. т.	50	54	54,1	52,8	61,7	65,1	68,8	70,9	74,7	
Индекс роста, в %	100	108	108,2	105,6	123,4	130,2	137,6	141,8	149,4	+ 5,9
Потребление ТЭР на топливные нужды, в млн т у. т.	831,8	837,1	831,8	843	864,7	872,7	879,5	910,6	920,1	
Индекс роста, в %	100	100,6	100	101,4	104	104,9	105,7	109,5	110,6	+ 1,3
Общая энергоемкость, в т у. т. на млн руб.	182,8	168	159	153,4	147,7	139,7	132,7	128,7	120,7	
Темп роста (+), снижения (-) по каждому году, в %.	-	- 8,1	- 5,4	- 3,5	- 3,7	- 5,4	- 5	- 3	- 6,2	- 5,1
Индекс роста, в %	100	91,9	94,6	85,1	80,8	76,7	72,2	70,1	65,7	
Энергоемкость без неэнергетических нужд в т у. т. на млн руб.	172,4	157,8	149,3	144,4	138	130	123,1	119,4	111,6	
Темп роста (+), снижения (-) по каждому году, в %.	-	- 8,5	- 5,4	- 3,3	- 4,4	- 5,8	- 5,3	- 3	- 6,6	- 5,3
Индекс роста, в %	100	91,5	86,6	83,8	80,1	75,4	71,4	69,3	64,7	
Темпы роста (+), снижения (-) по инвестициям в основные фонды, в постоянных ценах по годам в %.	-	+ 17,4	+ 10	+ 2,8	+ 12,5	+ 10,9	+ 10,9	+ 16,7	+ 22,7	+ 13
Индекс роста, в %	100	117,4	129,1	132,8	149,4	165,6	183,7	214,4	263,3	

Таблица 2. Динамика энергоемкости, ВВП и инвестиций в основные фонды в России за 1999–2007 гг.

Источники: Справочно-аналитический обзор по ТЭК России, 2007. ИАЦ «Энергия», М., 2008. С. 46, 59; «Инвестиции в России». Росстат. М., 2007. С. 11.; Российский статистический ежегодник за соответствующие годы

вом случае ВВП увеличился с 33,2 трлн руб. до 38,9 трлн руб. с индексом роста в 117 % и ежегодным его ростом в 1,1 %. Во втором случае, ВВП вырос с 1329 млрд долл. до 4491 млрд долл. с индексом роста в 338 % и с ежегодным ростом в 9,1 %, что в 1,4 раза превышает этот показатель даже в Китае. Все это свидетельствует о недо-стоверности расчетов курса рубля по ППС и, как следствие, ошибочности расчетов энергоемкости в России на его основе. Так как определение энергоемкости в России при расчете его ВВП по ППС, по текущему валютному курсу рубля и в текущих ценах в руб., сильно искажают ее динамику, то наиболее достоверным сре-ди всех четырех методов ее счета следует считать показатели, полученные на основе использования ВВП в постоянных ценах

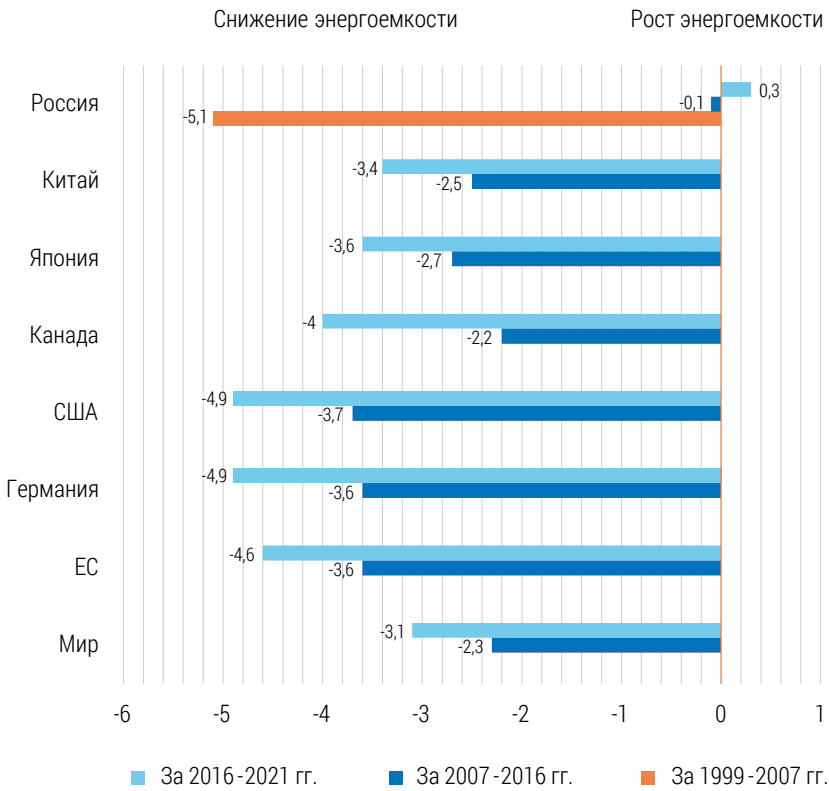
в руб. Такой расчет, как и по ППС, показы-вает, что в нулевые годы этого века в Рос-сии наблюдалось серьезное сокращение энергоемкости ВВП. В 2000–2007 гг. она ежегодно сокращалась на 5,1 %, опережая по этому показателю как в целом мир, так и ведущие промышленно развитые страны в лице Германии, США, Японии, за исклю-чением Китая (таблица 1). В последние же 14 лет (2008–2021 гг.), энергоемкость в нашей стране засты-ла в своей динамике – за 2007–2016 гг. среднегодовой темп ее снижения соста-вил всего 0,1 %, а в 2016–2021 гг. она ежегодно возрастала на 0,3 % (таблица 1 и 3). В отличие от России в эти же годы в большинстве промышленно развитых стран снижение энергоемкости ускори-лось. Так в странах ЕС ежегодный темп ее

Российская экономика отличается не только высокой энергоемкостью, но и высокой материалоемкостью. По оценкам ООН материалоемкость ВВП РФ на 40 % выше среднемировой и в 7,6 раза выше Японии

снижения с 2000–2007 гг. в 2008–2021 гг. увеличился с 3 до 4,6 %; в Германии – с 3,1 до 5,3 %; в США – с 4 до 4,9 %; в Японии – с 3,1 до 3,6 % (таблица 1, рис. 1). Внимательный анализ причин снижения энергоемкости экономики России в период 2000–2007 гг. показывает, что основная заслуга здесь в преобладающей степени принадлежала росту экономики, обуслов-ленного внешним фактором – небыва-лым взлетом мировых цен на топливно-энергетические товары. По оценкам

Минэкономразвития РФ за счет этого фактора обеспечивалось около полови-ны роста ВВП. Мировая цена нефти в эти годы возросла более чем в 5 раз с 18 до 97 долл./барр., что привело к рекордному ро-сту в стране доходов от нефтегазовых ре-сурсов – они выросли в 20 раз, с 220 млн руб. до 2.2 трлн руб., а их доля в Федераль-ном бюджете страны увеличилась в 2,5 раза с 19,2 до 47,5 %. Огромный рост этих доходов позво-лил стране резко нарастить инвестиции в основные фонды, ускорить их обновле-ние, увеличить объем выпуска продукции за счет «эффекта экономии энергоресурсов на масштабах производства», что и явилось основной причиной снижения энергоемко-сти в эти годы. В постоянных ценах среднегодовой темп инвестиций в этот период составлял двузначную цифру в 13 %, в результате чего коэффициент обновления основных фондов на менее энергоемкие и более эф-фективные виды оборудования и машин за 2000–2008 гг. возрос в 2,4 раза с 1,8 до 4,4 % [6]. За счет обновления основных фондов, т. е. технологического фактора,

Рис. 1. Динамика среднегодовых темпов энергоемкости по периодам в мире и России в 1999–2021 гг.



энергоёмкость экономики в эти годы снижалась ежегодно на 1 %.

Объяснение, аналогичное нашему, о снижении энергоёмкости ВВП в этот период, а так же небывалых темпов его роста, ежегодно в среднем на 6,9 % и двузначных темпов роста инвестиционной деятельности, дали Кудрин и Гурвич, назвав эти явления в российской экономике, «моделью импортированного роста», охарактеризовав ее как ущербную в долгосрочном плане для развития страны [7]. И действительно, такая модель развития российской экономики в условиях сильнейших колебаний мировых цен на энергоресурсы обусловила ее пройти в последние два десятилетия через три болезненных кризиса. В 1998 г., когда мировая цена нефти марки Brent снизилась в 1,5 раза с 19,1 до 12,7 долл./барр., что привело к падению ВВП России на 5,3 %; в 2009 г. цена нефти снизилась в 1,6 раза, а ВВП упал на 7,8 %; в 2015 г. цена нефти снизилась в 2,3 раза, что отразилось на падении ВВП на 3,7 %. По расчетам И. А. Башмакова, в результате прохождения экономики России через эти три кризисных периода, общие суммарные потери ВВП составили около 17 %, или в среднем 1 % в год, а потери в темпах снижения энергоёмкости – 12 % [3].

Основные факторы, воздействующие на динамику энергоёмкости в России

Анализ динамики среднегодовых темпов энергоёмкости в России за 2000–2021 гг. свидетельствует, что к наиболее важным факторам, определяющим ее динамику необходимо отнести следующие: колебания мировых цен на энергоресурсы, экономическую активность, структурные сдвиги в экономике, объем потребляемых энергоресурсов и ценовую политику на них. Кроме того, фактор экономической активности включает в себя два подвида: темпы роста инвестиций в основные фонды и темпы роста ВВП.

Фактор 1. Колебания мировых цен на энергоресурсы. Динамика мировых цен на энергоресурсы на протяжении всех последних 22-х лет в силу огромного влияния доходов от них на развитие российской экономики всегда выступала активным стимулятором снижения энергоёмкости в периоды высоких цен на нефть или ее



Новокуйбышевский НПЗ
Источник: firecenter.ru

тормозом во время их падения. Влияние уровня мировых цен на нефть осуществлялось опосредованно через активизацию инвестиционной деятельности, рост темпов ВВП и повышение жизненного уровня населения страны.

В период 2000–2007 гг. повышение мировых цен на энергоресурсы и рост на этой основе нефтегазовых доходов, возросших в федеральном бюджете страны с 19,2 до 47 %, позволили увеличить инвестиции в основные фонды в текущих ценах в 5,8 раза, объем ВВП в 4,5 раза, повышение жизненного уровня населения в 2,5 раза, пенсий в 4,5 раза. Такие изменения благоприятно отразились на энергоёмкости – она ежегодно снижалась на 5,1 %. И, наоборот, снижение мировых цен на энергоресурсы и сокращение на этой основе

Энергоёмкость РФ за 2000-2021 гг. снизилась в 2,7 раза с 452 до 169 кг н. э./1000 долл., но несмотря на это, превышала в 2021 г. среднемировой показатель в 1,7 раза, стран ЕС - в 2,5 раза

Показатели	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Среднегодо- вые темпы роста за 2007– 2021 гг., в %
Мировая цена нефти, долл./барр.	72,4	96,9	61,7	79,6	111,3	112	108,7	99	46,1	43,7	55,6	69,8	64	41,8	70,9	
Годовой темп изменен., в %	+ 11	+ 33,8	- 36,3	+ 29	+ 39,8	+ 0,06	- 3	- 9	- 53,4	- 5,2	+ 27,2	+ 25,5	- 8,3	- 34,7	+ 69,6	
ВВП в постоянных ценах 2007 г. в трлн руб.	33,2	35	32,2	33,7	35,11	36,3	36,6	37,1	36,1	36	36,6	37,6	38,4	37,2	38,9	
Рост (+), снижение (-) по каждому году, в %	+ 8,5	+ 5,2	- 7,8	+ 4,5	+ 4,3	+ 3,4	+ 1,3	+ 0,6	- 2,5	- 0,2	+ 1,5	+ 2,8	+ 2	- 3	+ 4,7	+ 1,1
Индекс роста, в %	100	105,2	96,9	101,3	105,6	109,2	110,6	111,3	108,5	108,3	109,9	113	115,3	111,8	117	
Общее потребление ТЭР в млн т у. т.	994,8	1017	985	1043	1080	1097	1079	1099	1071	1069	1087	1139	1139	1084	1175	
Индекс роста, в %	100	118,2	99	104,9	108,6	110,3	108,4	110,5	107,7	107,4	109,4	114,5	114,5	108,9	118,4	+ 1,3
Потребление ТЭР на отопливаемые нужды, в млн т у. т.	74,7	75,6	77,8	79,2	85,2	82,9	87,1	95	97,9	90	95,1	102,7	117,2	114,5	129,6	
Индекс роста, в %	100	101,2	104,2	106	114,1	111	116,6	127,2	131,1	120,5	127,3	137,5	156,9	153,3	173,5	+ 4
Потребление ТЭР без отопливаемых нужд, в т. т.	920,1	942	907,2	963,9	995,1	1014,1	991,6	1000,3	973,1	979,2	992,6	1036,8	1021,7	969,7	1045,7	
Индекс роста, в %	100	102,4	98,6	105	108,2	110,2	107,8	108,7	105,8	106,4	107,9	112,7	111,1	105,4	113,7	+ 0,9
Энергоёмкость общая в т. т. на млн руб.	29,9	29,1	30,1	31	30,73	30,18	29,3	29,67	29,66	29,67	29,73	30,3	29,69	29,1	30,17	
Индекс роста, в %	100	97,2	102,1	103,5	102,7	100,8	97,9	99,7	9,1	9,7	9,4	01,3	99,2	97,3	100,8	+ 0,05
Рост по каждому году, в %	0	- 2,8	+ 5	+ 1,4	- 0,8	- 2,8	- 2,9	+ 1,3	- 0,01	+ 0,03	+ 0,2	+ 1,9	- 2	- 2	+ 3,6	
Энергоёмкость без отопливаемых нужд в т у. т. на млн руб.	27,67	26,93	28,13	28,63	28,31	27,9	26,93	27,01	26,95	27,17	27,14	27,57	26,64	26,1	26,84	
Индекс роста, в %	1000	97,3	101,7	103,5	102,3	100,8	97	97,9	97,4	98,2	98,1	99,6	96,3	94,3	97	- 0,2
Рост по каждому году, в %		- 2,7	+ 4,5	+ 1,8	- 2,1	- 2,4	- 3,5	+ 0,3	- 0,2	+ 0,8	- 0,1	+ 1,6	- 3,4	- 2,1	2,8	
Темпы роста по инвестициям, в %	+ 22,7	+ 9,8	- 16	+ 6,3	+ 10,8	+ 6,8	+ 0,8	- 1,5	- 10	- 0,2	+ 4,8	+ 4,3	+ 4,5	+ 1,4	+ 6	+ 2

Таблица 3. Динамика энергоёмкости в России за 2007–2021 гг.

Источник: Российский статистический ежегодник за соответствующие годы

нефтегазовых доходов в бюджете страны, всегда отрицательно отражалось на динамике энергоемкости.

Так, снижение мировой цены нефти в 2009 г. на 36,3 %, обусловившей сокращение нефтегазовых доходов в федеральный бюджет на 47 %, привело к росту энергоемкости на 5 % (таблица 3). В 2015–2016 гг. мировые цены нефти снизились более, чем в два раза, в результате чего энергоемкость, снижавшаяся до этого, пошла

и снижения мировых цен на них, а вместе с этим и доходов российского бюджета.

Фактор 2. Экономическая активность в виде инвестиционной деятельности и темпов роста ВВП. Инвестиции воздействуют на динамику энергоемкости через обновление основных фондов, и темпы роста ВВП, а последние через повышение жизненного уровня населения, которое путем приобретения более современного и благоустроенного жилья, современных автомобилей

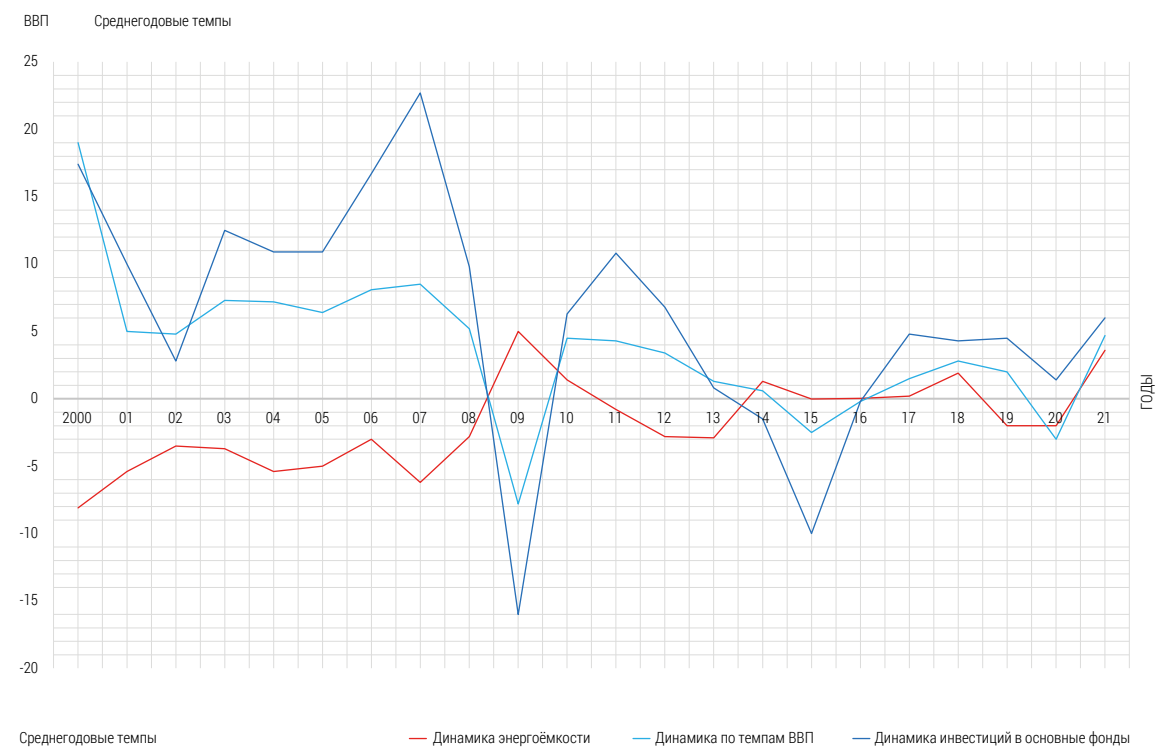


Рис. 2. Динамика годовых темпов энергоемкости, ВВП и инвестиций в основные фонды в России в период 2007–2021 гг.

в рост. Аналогичная ситуация произошла и в 2020 г., снижение цены нефти на 34,7 % привело к повышению энергоемкости в этом году на 3,6 %.

Такая реакция энергоемкости на колебания мировых цен на энергоресурсы свидетельствует, что России необходимо как можно быстрее перестраивать существующую структуру экономики в пользу высоко технологичных отраслей. При этом промедление с развитием этих отраслей может еще больше затормозить рост экономики и жизненного уровня населения, учитывая активную перестройку импортеров российских энергоресурсов в пользу возобновляемых источников энергии

и различного рода новой бытовой техники, активно способствуют снижению энергоемкости экономики. По нашему мнению инвестиции в основные фонды, учитывая, что они, как правило, связаны с внедрением в производство более прогрессивных и менее энергоемких видов машин, оборудования и технологий, выступают более интегрированным фактором, влияющим на энергоемкость по сравнению с технологическим фактором. Между тем, технологическим фактором оперирует целый ряд экономистов и Министерство экономического развития в своих докладах по энергосбережению, где вклад этого фактора в динамику энергоемкости рассчитывается

на основе 80 направлений использования энергоресурсов в секторах экономики.

Из представленной нами статистики годовых темпов роста инвестиций, ВВП и энергоемкости за 2000–2021 гг. четко видно, что чем выше были годовые темпы роста инвестиций в основные фонды, тем выше и темпы роста ВВП, тем быстрее снижалась энергоемкость и, наоборот, падение темпов роста инвестиций и темпов роста ВВП вело к росту энергоемкости. Данные зависимости хорошо прослеживаются на рис. 2 на протяжении всего исследуемого нами периода. На рисунке видно, что все пики по росту или снижению годовых темпов роста инвестиций и ВВП совпадают с соответствующими пиками по энергоемкости.

Более детальный анализ влияния инвестиционной деятельности и роста ВВП на уровень энергоемкости в России на основе стабильного периода ее снижения в 2000–2007 гг., позволил нам выявить прямую зависимость динамики энергоемкости от динамики инвестиций в основные фонды и роста ВВП и рассчитать коэффициенты этой зависимости.

Расчет этих коэффициентов, произведенный на базе среднегодовых темпов инвестиций, ВВП и энергоемкости, показал, что в 2000–2007 гг. среднегодовой темп роста инвестиций в России в основные фонды составлял 13 %, опережая темпы снижения энергоемкости в 2,5 раза (13 %:5,1 %), что говорит о том, что каждый процент снижения энергоемкости обеспечивался 2,5 % роста инвестиций, а по ВВП один процент снижения энергоемкости требовал его ежегодного роста в 1,3 % (6,9 %:5,1 %).

Могут ли полученные нами коэффициенты зависимости динамики энергоемкости в 2000–2007 гг. от темпов роста инвестиций и ВВП рассматриваться выявленной закономерностью? Проверка этих коэффициентов на основе статистики по темпам инвестиций и ВВП в период 2008–2021 гг. показала их справедливость.

Проверка справедливости этих коэффициентов для реальных показателей энергоемкости, сложившихся в 2008–2021 гг. путем деления среднегодового темпа по инвестициям и ВВП на данные коэффициенты, с небольшими погрешностями показала, что расчетный показатель по энергоемкости совпал с реальным ее значением в + 0,1 %, имевшим место в 2008–2021 гг.

Кроме того, полученные коэффициенты показали, каковы должны были быть темпы роста инвестиций и ВВП, когда в 2007 г. было запланировано снижение энергоемкости ВВП на 40 % на период 2008–2020 гг., с ежегодным снижением ее в 2,6 %. Такой расчет показал, что среднегодовые темпы роста инвестиций в основные фонды должны были составлять 6,5 %, а темпы роста ВВП в 3,5 %. В действительности в этот период среднегодовой темп по инвестициям составлял всего 2 %, а по ВВП 1,1 %.

Выявленная нами зависимость динамики энергоемкости свидетельствует о том, что если Минэкономразвития и Правительство РФ планируют в перспективе снижение энергоемкости, то одновременно с этим необходимо обязательно устанавливать задания и по темпам роста инвестиций в основные фонды и темпам

Подсветка Дворцовой площади в Санкт-Петербурге
Источник: deb-37 / depositphotos.com



роста ВВП. Если же темпы роста инвестиций не будут опережать запланированные темпы снижения энергоемкости в 2,5 раза, а темпы роста ВВП в 1,3 раза, то можно заранее сказать, что запланированное снижение энергоемкости экономики не будет достигнуто, как это произошло в 2008–2020 гг.

Фактор 3. Структурные сдвиги на уровне отраслей экономики. Чем интенсивнее перестраивается структура экономики в пользу отраслей с высокой добавленной стоимостью и низкой энергоемкостью, чем выше в ВВП доля обрабатывающих отраслей и услуг, тем выше темпы снижения энергоемкости. И, наоборот, если структура экономики трансформируются в сырьевую ее направленность, то это ведет к торможению снижения энергоемкости и ее росту. Именно это мы можем наблюдать в России. Если в 2007 г. в общей величине валовой добавленной стоимости, формирующей ВВП, на добывающие отрасли приходилось 32 %, то в 2018 г. она возросла до 43,3 %, а по обрабатывающим отраслям за эти же годы она уменьшилась с 58,4 до 46,5 % [4].

В основе такой трансформации лежит главная сила и двигатель любой экономики – это инвестиции в основные фонды. Если в 2007 г. инвестиции в обрабатывающих отраслях составляли 1,020 млрд руб. и на 20 млрд были больше инвестиций в основные фонды сырьевых отрас-

Поведенный расчет динамики темпов снижения энергоемкости России показал, что за 1999–2007 гг. среднегодовой темп снижения составил 8,5 %, за 2007–2016 гг. – 1,4 %, за 2016–2021 гг. – 3 %

лей, то к 2021 г., наоборот инвестиции в сырьевые отрасли стали опережать обрабатывающие на 1,121 млрд руб. То же самое произошло и с объемом основных фондов – в добывающих отраслях в 2020 г. они стали больше на 2,2 трлн руб. (таблица 5). Отрицательное влияние на энергоемкость изменения структуры экономики в пользу сырьевых отраслей обусловлено двумя причинами.

Первая связана с более высокой долей затрат на первичные энергоресурсы в сырьевых отраслях в сравнении с обрабатывающими. Так, в 2020 г. в сырьевых отраслях по стоимости она составляла 16,6 %, а по всем обрабатывающим отраслям – в 2,9 раза меньше или 5,8 %, в том числе при производстве машин и обору-

Источники: рассчитано на основе BP Statistics Review of World Energy и World Bank за соответствующие годы

Таблица 4. Динамика потребления первичных энергоресурсов и электроэнергии в мире и России*

Страны	Потребление первичных энергоресурсов							Потребление электроэнергии на душу населения кВт·ч/мес.	
	в млн т н. э.				Среднегодовые темпы прироста (+), снижения (–) потребления ТЭР в %				Потребление ТЭР на душу населения в т н. э.
	2000 г.	2007 г.	2017 г.	2021 г.	За 2000– 2007 гг.	За 2007– 2017 гг.	За 2017– 2021 гг.		
Мировое потребление	9293	11099	13511	14403	+ 2,6	+ 1,5	+ 1,6	1,8	361
ЕС	1710	1745	1689	1455	+ 0,3	- 0,8	- 3,6	3,3	648
Германия	330,5	311	335,1	305,8	- 0,9	+ 0,05	- 2,3	3,7	703
США	2310	2361	2235	2250	+ 0,3	- 0,3	+ 0,2	6,8	1327
Канада	300,9	321,7	348,7	337,3	+ 1	+ 0,8	- 0,8	8,8	1681
Япония	512,4	524,4	451	429,3	+0,3	- 1,5	- 1,2	3,4	813
Китай	967,3	1863	3132	3615	+ 9,8	+ 3,9	+ 5,1	2,7	604
Россия	635,2	692	698,3	757,5	+ 1,2	+ 0,4	+ 2,1	5,2	795

* – В первичные энергоресурсы входят уголь, нефть, природный газ, электроэнергия с АЭС, гидроэнергия, возобновляемые источники энергии в виде ветра, солнца, биомассы.

Вид экономической деятельности	Основные фонды в млрд руб.	Инвестиции в основные фонды в млрд руб.	Выручка в млрд руб.	Фондоотдача в руб.	Капиталоотдача в руб.
Добыча полезных ископаемых	31,295	3,301	14,593	0,56	4,4
в том числе:					
– добыча нефти и природного газа	19,498	2,218	8,844	0,45	4
– добыча угля	1,122	152	1,183	1,05	7,8
Обрабатывающие производства	24,655	2,945	45,640	1,9	15
Производство компьютеров и электронного оборудования	665,6	63,5	1,352	2	21,4
Производство электрооборудования	324,5	32,2	920	2,8	28,6
Производство машин и оборудования	539,8	60,8	1,319	2,4	21,7

Таблица 5. Отдача отраслей по выручке в расчете на основные фонды и инвестиции в них (по состоянию на 2020 г.)

Источники: Российский статистический ежегодник. М. 2021. С. 294, 310, 362.; Промышленное производство в России. М. Росстат. 2021. С. 88, 103, 206.

дования – 4,1 %, одежды – 1,8 %, компьютеров, электронных и оптических изделий 2,5 % [4, 6]. Необходимо отметить, что указанная доля в затратах на энергоресурсы в динамике, в сырьевых отраслях в связи с ухудшением условий разработки полезных ископаемых и опережающим ростом цен на них постоянно растет, а в обрабатывающих сокращается. Так в 2005 г. эта доля в добыче полезных ископаемых составляла в 2,7 раза меньше, всего 6,1 %.

Вторая причина отрицательного влияния российской структурной перестройки на энергоемкость связана с отдачей отраслей по фондам и инвестициям. По сырьевым отраслям она многократно меньше по сравнению с обрабатывающими отраслями, о чем свидетельствует следующая статистика. В 2020 г. отдача по выручке в обрабатывающих отраслях превышала

этот показатель в добывающих отраслях по фондам и инвестициям в 3,4 раза, в том числе по машинам и оборудованию по фондам в 5 раз, а по инвестициям в 6,5 раза. (таблица 5).

Следует задать себе вопрос, в чем же причины того, что Россия, несмотря на очевидные преимущества развития обрабатывающих отраслей по отношению к сырьевым и, несмотря на призывы экономистов и власти, никак не может побороть сырьевой тренд российской экономики? Исследование этой проблемы показывает, что это связано с высокой налоговой нагрузкой в обрабатывающих отраслях промышленности, которая оставляет им мизерные средства для расширенного воспроизводства, и наоборот, высокой прибыльностью сырьевых отраслей.

Так, среднегодовая рентабельность деятельности предприятий по отношению к затратам по всем обрабатывающим отраслям в 2018–2020 гг. составила 11,7 %, а по отношению к активам – 5,9 %, в том числе при производстве машин и оборудования 6,3 и 0,6 %, при производстве автотранспортных средств 1,8 и 2,7 %, при производстве нефтепродуктов 7,9 и 3,9 %, при среднегодовой инфляции в этот же период в 10 %.

Вряд ли при такой прибыльности и инфляции, при ставке по кредитам коммерческих банков на срок больше года в 13 %, российские обрабатывающие компании будут в состоянии заниматься расширен-

Среднегодовая рентабельность деятельности предприятий по отношению к затратам по всем обрабатывающим отраслям в 2018–2020 гг. составила 11,7 %, а по отношению к активам – 5,9 %

Практика показывает, что при повышении цены на энергоресурсы без стимулирования энергоэффективности, расходы производителей на энергоресурсы возрастают, а экономический рост тормозится

ным производством. В эти же годы рентабельность в добыче полезных ископаемых по отношению к затратам составляла 27,1 %, а по отношению к активам 12,5 %, в том числе в добыче металлических руд 66,4 и 23 % [4, 6].

Поэтому, если Россия хочет уйти от сырьевой направленности экономики, если страна ставит перед собой задачу по снижению энергоемкости своей экономики, то одним из важнейших мероприятий должно стать кардинальное снижение налоговой нагрузки по всем обрабатывающим отраслям, что позволит им нарастить инвестиционную деятельность и обогнать по этому показателю сырьевые отрасли.

Фактор 4. Ценовая политика на энергоресурсы. Анализ ценовой политики по странам показывает, что цены – очень опасное лекарство для экономики страны в целом и динамики ее энергоемкости. Высокие цены на энергоресурсы, если государство одновременно не осуществляет стимулирование снижения энергоемкости, снижают конкурентоспособность собственного производства обрабатывающих отраслей, сохраняя тем самым сырьевую направленность экономики, а низкие цены, если в результате их использования не растет технологический уровень экономики, способствуют расточительному использованию энергоресурсов и сокращают стимулы по их экономии.

В России в настоящее время официальная ценовая политика направлена на повышение внутренних цен на энергоресурсы до уровня мировых цен, в расчете на то, что это явится стимулом к экономии энергоресурсов. Однако мировая практика показывает, что если вы повышаете цены на энергоресурсы и при этом не стимулируете повышение энергоэффективности

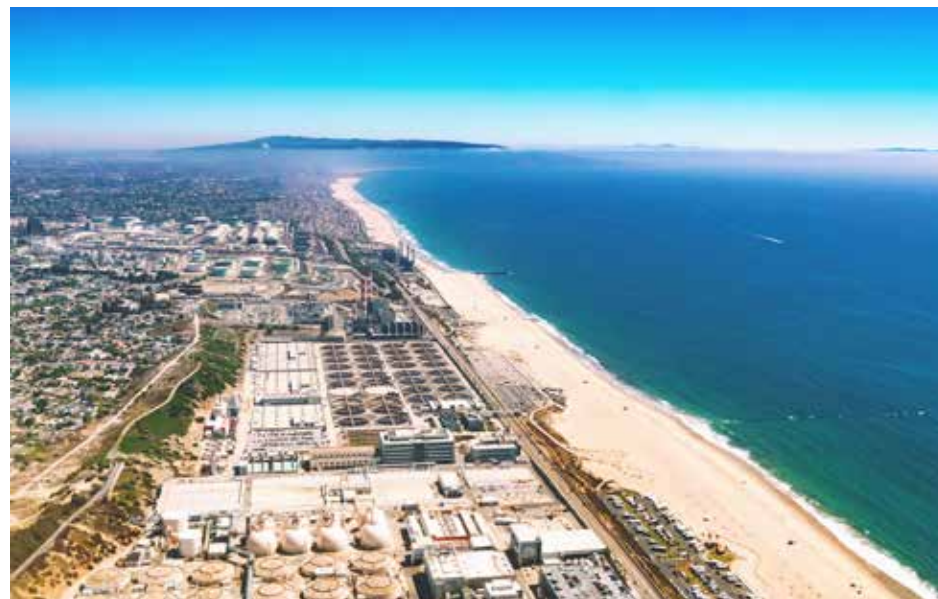
при их использовании, то расходы производителей на энергоресурсы будут возрастать, а экономический рост тормозиться. Именно такой процесс сегодня происходит в российской экономике, что ведет к снижению конкурентоспособности продукции российских обрабатывающих отраслей как на внутреннем, так и на внешних рынках и, в конечном итоге, через структурный фактор, сдерживает снижение энергоемкости.

Тактика опережающего роста цен на энергоресурсы тогда срабатывает, когда вместе с ней одновременно государство проводит активную политику по стимулированию энергосбережения и выделяет на эти цели солидные денежные средства. В России эта вторая обязательная составляющая политики энергосбережения в настоящее время отсутствует.

В качестве положительного примера комплексного подхода к энергосбережению можно привести энергетическую стратегию США, осуществляемую в стране в последнее десятилетие. Согласно этой стратегии, основные стимулы по снижению энергоемкости связаны не с ростом цен на энергоресурсы, а наоборот, с их снижением и с выделением ежегодно значительных денежных средств для производителей энергоресурсов и их потребителей. В частности, любой предприниматель может заключить с Министерством энергетики договор о сокращении энергопотребления

НПЗ в США

Источник: Melpomene / depositphotos.com



АЭС Бюже, Франция

Источник: wikiwand.com

на 2,5 % в год в обмен на получение солидного гранта и техническую помощь.

В результате такой политики, одновременно направленной на снижение цен на энергоресурсы и стимулирование энергосбережения, общие затраты в стоимостном выражении на минеральные энергоносители снизились в ВВП США до 1,5 %. Аналогичный показатель по России равен 11 %, т. е. в 7 раз выше.

США после 2009 г., в результате начала сланцевой революции в добыче нефти и природного газа, отказались по топливно-энергетическому комплексу от получения доходов в бюджет в виде «ресурсной ренты», когда цена реализации углеводородов потребителям существенно превышает издержки их производства и часть этого превышения государство забирает в виде налогов.

Уровень цены на углеводороды в США теперь стал формироваться на минимальном ее превышении над издержками, который позволяет хозяйствующему субъекту нормально развиваться и функционировать. За 2009–2020 гг. цена на газ на внутреннем рынке США снизилась в 4,5 раза, с 319 до 71,6 долл./1000 м³, а цены на нефть в 2,6 раза, с 100,1 до 39,2 долл./барр. [8].

Такая новая политика США по отношению к ценам на первичные энергоресурсы свидетельствует, что страна, наращивая производство углеводородов, стала ориен-

тироваться, в первую очередь, не на увеличение доходов от нефтегазовых отраслей, а на удешевление продукции обрабатывающих отраслей и расширение ее реализации на внутреннем и международных рынках и, получения на этой основе возросших налоговых поступлений в бюджет страны.

Важным положительным моментом снижения внутренних цен на энергоносители в США, явился рост прибыльности энергоемких предприятий, использующих нефть и природный газ в качестве химического сырья, в результате чего произошло повышение конкурентоспособности их продукции на мировых рынках и возврат на родину из Китая и Мексики целого ряда химических предприятий, переведенных туда ранее.

В конце 2022 г. по инициативе Президента Франции Э. Макрона, тревогу подняли руководители стран ЕС, опасаясь переноса своих энергоемких производств в США после подписания Президентом Дж. Байденом климатического закона, основные положения которого направлены на дальнейшее удешевление производства энергоресурсов с выделением для этого 369 млрд долл. посредством сокращения для энергетических компаний налога на прибыль с действующей ставки в 21 до 15 %. Кроме того, климатический закон США ввел освобождение полностью от этого налога производителей, использующих ускоренную амортизацию для оплаты новых инвестиций в НИОКР, связанных с энергетикой [9]. Еще до вступления в силу этого закона, средняя цена за 10 прошедших месяцев 2022 г. на природный газ в США была в 7 раз ниже по сравнению с ценой на него в странах ЕС [10].

В целом можно констатировать, что, проводимая сегодня в России ценовая по-

России необходимо начать сокращать производство топливно-энергетических товаров за счет снижения их экспорта, расширять уровень их внутреннего потребления при опережающем росте ВВП

Страны	Потребление первичных энергоресурсов							Потребление электроэнергии на душу населения кВт·ч/мес.	
	в млн т н. э.				Среднегодовые темпы прироста (+), снижения (-) потребления ТЭР, в %				Потребление ТЭР на душу населения в т. н. э.
	2000 г.	2007 г.	2017 г.	2021 г.	За 2000– 2007 гг.	За 2007– 2017 гг.	За 2017– 2021 гг.		
Мировое потребление	9293	11099	13511	14403	+ 2,6	+ 1,5	+ 1,6	1,8	361
ЕС	1710	1745	1689	1455	+ 0,3	- 0,8	- 3,6	3,3	648
Германия	330,5	311	335,1	305,8	- 0,9	+ 0,05	- 2,3	3,7	703
США	2310	2361	2235	2250	+ 0,3	- 0,3	+ 0,2	6,8	1327
Канада	300,9	321,7	348,7	337,3	+ 1	+ 0,8	- 0,8	8,8	1681
Япония	512,4	524,4	451	429,3	+0,3	- 1,5	- 1,2	3,4	813
Китай	967,3	1863	3132	3615	+ 9,8	+ 3,9	+ 5,1	2,7	604
Россия	635,2	692	698,3	757,5	+ 1,2	+ 0,4	+ 2,1	5,2	795

Таблица 6. Динамика потребления первичных энергоресурсов и электроэнергии в мире и России*

Источники: рассчитано на основе BP Statistics Review of World Energy и World Bank за соответствующие годы

* – В первичные энергоресурсы входят уголь, нефть, природный газ, электроэнергия с АЭС, гидроэнергия, возобновляемые источники энергии в виде ветра, солнца, биомассы

Сегодня в России объем начисленных амортизационных отчислений по отношению к объему основных фондов составляет 2,2%, а в большинстве развитых стран этот показатель равняется 3,5-4%

литика, основанная на опережающем росте цен на продукцию естественных монополий по отношению к общему росту цен в экономике страны, оторванная от мероприятий по стимулированию энергоэффективности, с выделение на это денежных средств из федерального бюджета или предоставления налоговых льгот и более дешевых кредитов для потребителей энергоресурсов, приводит к удорожанию производства и негативно влияет на развитие экономики страны.

Фактор 5. Объем потребляемых энергоресурсов. В дополнение к рассмотренным нами макроэкономическим факторам, определяющих динамику энергоемкости,

следует отнести и еще один важный фактор – динамику объема потребления энергоресурсов.

В 2021 г. производство первичных энергоресурсов в России на душу населения составляло 9 т н. э., из которых 42 % уходило на экспорт, а остальные 58 % – 5,2 т н. э. шли на внутреннее потребление. Среди отраслей наибольший объем потребления приходился на электроэнергетику – 22 %, на обрабатывающую промышленность – 20 %, на жилищно-коммунальный сектор – 17 %.

В этом же 2021 г. в целом по миру потребление энергоресурсов на душу населения равнялось 1,8 т н. э., в странах ЕС – 3,3, в Германии – 3,7, в США – 6,8, в Канаде – 8,8, в Китае 2,7 т н. э. (таблица 6).

Наряду с высоким потреблением топливно-энергетических ресурсов, России в наследство от Советского Союза досталось и высокое душевое потребление электроэнергии. В 2021 г. оно составляло 795 кВт·ч/месяц при 703 кВт·ч/месяц в Германии, 1327 кВт·ч/месяц в США, 1681 кВт·ч/месяц в Канаде, 813 кВт·ч/месяц в Японии и 604 кВт·ч/месяц в Китае.

Большинство промышленно развитых стран достигнув высоких уровней потребления энергоресурсов, в последнее два десятилетия под влиянием ускорившихся темпов технического прогресса, позволяю-

щего существенно повысить энергоэффективность использования энергоресурсов, начали снижать объемы их потребления. В ЕС в последние пять лет среднегодовой темп снижения энергопотребления составил 3,6 %, в Германии 2,3 %, в США – 0,3 %, в Японии – 1,5 % (таблица 6, рис. 3).

В отличие от названных стран, в России наблюдается рост потребления энергоресурсов, причем нарастающим темпом с 1,2 % в 2000–2007 гг. до 2,1 % в 2017–2021 гг. Это свидетельствует, с одной стороны, о том, что страна явно недостаточно полно использует плоды технологического прогресса, с другой стороны, о более льготных условиях экономической деятельности сырьевых отраслей по сравнению с обрабатывающими отраслями.

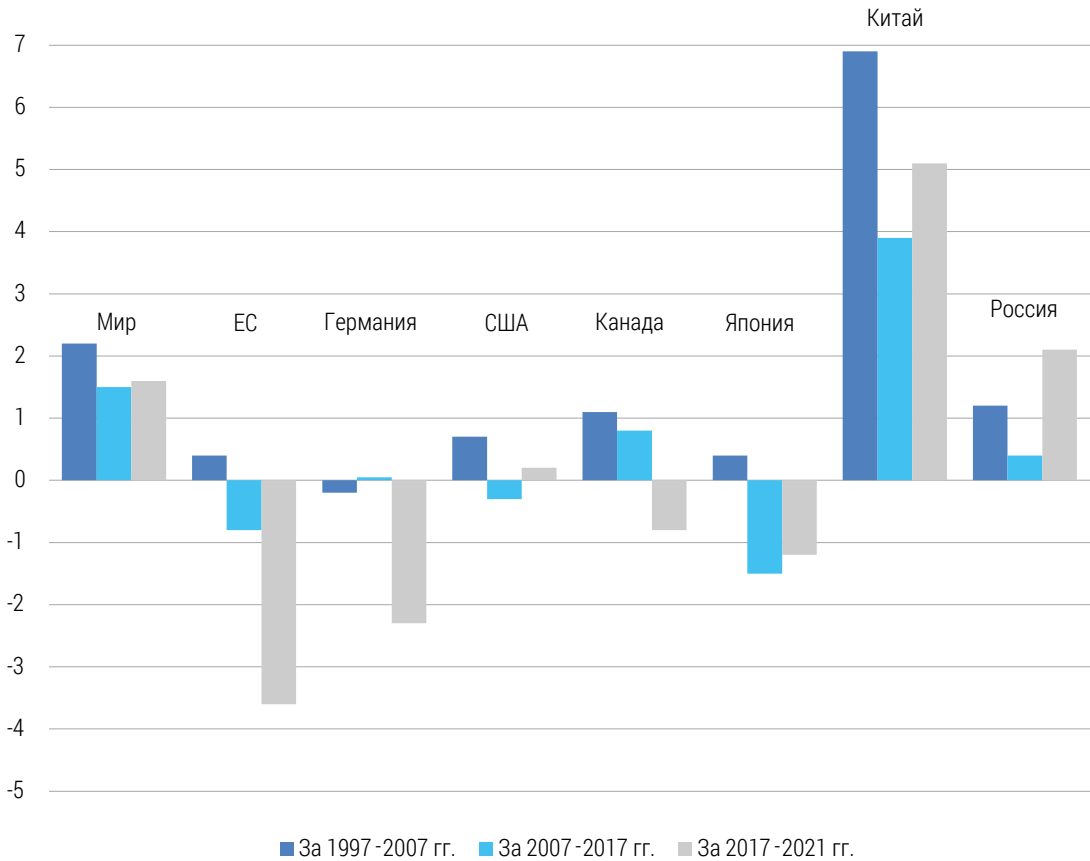
Необходимо отметить, что существует тесная зависимость динамики энергоемкости от темпов потребления энергоресурсов и темпов роста ВВП.

Если темпы роста ВВП опережают темпы роста потребления энергоресурсов, то энергоемкость в стране снижется, и наоборот. Это хорошо видно на приме-

Из 8 трлн руб., начисленной амортизации в 2020 г. в корпоративном секторе, около половины было потрачено не на инвестиции в основные фонды, а на пополнение оборотных средств

ре Китая, где, несмотря на высокие темпы роста потребления энергоресурсов, энергоемкость снижалась за счет более высоких темпов роста ВВП. В России это происходило в период 2000–2007 гг. темпы роста ВВП составляли 6,9 %, и опережали темпы потребления энергоресурсов (1,2 %) почти в 6 раз, что и обусловило в этот период снижение энергоемкости ежегодно на 5,1 %. Затем в 2007–2017 гг. опережение ВВП по темпам роста сократилось до 2,5

Рис. 3. Среднегодовые темпы потребления энергоресурсов в мире и России в период 1997–2021 гг.



В России решение задачи по снижению энергоемкости требует не только стимулирования энергоэффективности по отдельным отраслям, но и пересмотра политики на уровне макроэкономики

раза, что в сочетании с низкими темпами роста инвестиций и ВВП обусловило снижение темпов энергоемкости в эти годы всего на 0,1 %. В 2017–2021 гг. впервые за многие годы среднегодовой темп роста потребления энергоресурсов наоборот стал опережать в 1,4 раза соответствующий показатель по ВВП, что привело к стагнации уровня энергоемкости, а в отдельные годы к ее росту (таблицы 3 и 4).

Анализируя приведенную статистику, напрашивается вопрос, что делать с потреблением энергоресурсов в России – нужно ли его наращивать до уровня США и Канады или действовать как страны Западной Европы и Японии и снижать энергопотребление.

Конечно, в краткосрочном плане, в условиях драконовских санкций со стороны Европы и США, наложивших запрет

на импорт оборудования и технологий, в ближайшие годы необходимо поддерживать сложившийся уровень внутреннего потребления и экспорта энергоресурсов, учитывая насущную потребность в валютных средствах на параллельный импорт и проведение активной политики по импортозамещению.

Что касается более отдаленной перспективы, то России обязательно необходимо начать сокращать производство топливно-энергетических товаров за счет снижения их экспорта, расширяя при этом уровень их внутреннего потребления при одновременном опережающем росте ВВП. Такое развитие энергокомплекса в стране должно позволить высвободить существенные инвестиционные средства, идущие сегодня на развитие добывающих отраслей и перенаправить их на развитие обрабатывающих отраслей путем снижения налоговой нагрузки по их деятельности, что должно позволить не только компенсировать потери доходов от экспорта энергоресурсов, но и нарастить их за счет существенного расширения налоговой базы от предприятий производящих товары с высокой добавленной стоимостью.

Если же в перспективе внутреннее потребление энергоресурсов будет расти опережающими темпами по отношению к ВВП, как это происходило в последние 15 лет (см. таблицу 3), то это будет свидетельствовать о сохранении сырьевой направленности развития российской экономики.

Источник: tomsk.sib.fm / pixabay.com



Сжигание ПНГ



ЛЭП

Источник: woodbinelightandpower.org

Пути снижения энергоемкости в России

Анализ состояния энергоемкости в России и воздействие на нее различных факторов показал, что ее динамика не столько зависит от борьбы за снижение энергоемкости в привязке ее к потребителям энергоресурсов, сколько от состояния макроэкономической политики, направленной на стимулирование инвестиционной деятельности, обновления основных фондов, ценообразования, повышения жизненного уровня населения и структурной перестройки экономики в пользу обрабатывающих отраслей, производящих товары с высоко добавленной стоимостью. При этом, наиболее важным среди других факторов следует считать инвестиционную деятельность, потому что от нее напрямую зависят прочие факторы, воздействующие на энергоемкость.

Проделанный нами анализ динамики энергоемкости и факторов, влияющих на нее в России в период 2000–2021 гг., позволяет сделать вывод о том, что снижение энергоемкости и повышение энергоэффективности экономики в стране целесообразно проводить по двум основным направлениям.

Первое направление, призванное снизить энергоемкость экономики России, связано с инвестициями в основные фонды, которые выступают наиболее действенным рычагом в снижении уровня энергоемкости, посредством ускорения обновления основных фондов и повышения темпов роста экономики. При этом, как показывает мировая практика, самым эффективным методом стимулирования инвестиционной деятельности на сегодня выступают амортизационные отчисления, которые формируются за счет придания им целевой функции – они могут быть потрачены только на инвестиционные цели. Одни эко-

До тех пор, пока Россия не создаст благоприятный климат для наращивания инвестиций с ежегодным темпом их роста в 10 %, вряд ли следует ожидать снижения энергоемкости ее экономики

номисты характеризуют этот процесс как «метод пряника и кнута», другие называют «мягким принуждением» к инвестиционной деятельности.

Весьма характерно, что этот метод воздействия на динамику энергоемкости получил свое признание в России пока только в Государственной думе, где глава ее комитета по энергетике Павел Завальный жестко высказался о необходимости корректировки государственной политики в области энергоэффективности в пользу использования в ней метода «пряника и кнута» [11].

Огромными минусами действующей амортизационной политики в России являются наличие «пряника» при отсутствии «кнута» и низкие ставки по отчисляемой амортизации. Сегодня в стране нет контроля за целевым расходованием амортизационных отчислений¹ и отсутствует добротная статистика по ее начислению и использованию.

Необходимо сказать, что когда мы увеличиваем амортизационные отчисления, то вместе с этим сокращаем налоговые поступления в бюджет государства, но одновременно с этим создаем мультипликативный эффект для роста экономики, ибо сокращая поступления по налогу на прибыль, уходящей в амортизацию, в размере 20 %, одновременно с этим в 5 раз увеличиваем инвестиции по отношению к недобранному налогу по ней.

Сегодня в России объем начисленных амортизационных отчислений по отноше-

¹ На запрос Института экономики РАН в Росстат предоставить информацию о том, какая доля в инвестициях страны приходится на амортизацию, институту ответили, что «отсутствуют нормативные акты, предусматривающие учет использования амортизации, в том числе для приобретения новых основных средств, взамен изношенных и на другие цели. Начисленная амортизация используется по усмотрению организаций» (Письмо Росстата от 26.02.2019 г. за № 10-10-1/685-ДР).

Снижение энергоемкости в России должно быть связано с целенаправленным внедрением передовых технологий, таких как ПГУ и установки комбинированной выработки тепла и электричества



Современные энергоэффективные здания. Грозный, РФ
Источник: alendelong / depositphotos.com

нию к объему основных фондов составляет 2,2 %, а в большинстве развитых стран этот показатель равняется 3,5–4 %. Такое превосходство развитых стран позволяет им увеличить долю амортизационных отчислений в инвестициях корпоративного сектора в основные фонды до 65–70 %, сократить расходы в них на заемные средства до 15–20 %, а на собственную прибыль до 12–15 %. В России в 2020 г. доля в общих инвестициях на амортизацию, потраченную на инвестиции в основные фонды, составила всего 20 %, кредиты банков и др. организаций – 18,6 %, на собственную прибыль – 35,2 %, бюджетные средства – 19,1 %

По нашим оценкам из 8 трлн руб., начисленной амортизации в 2020 г. в корпоративном секторе, около половины было потрачено не на инвестиции в основные фонды, а на пополнение оборотных средств, на финансовые вложения на фондовых рынках и др. операции. В результате только за этот год страна недополучила инвестиций на 4 трлн руб. Кроме того, государство, освободив эту сумму от налога на прибыль, недобрало в бюджет страны 800 млрд руб. из них 720 млрд руб. – в бюджеты субъектов РФ.

Чтобы нарастить долю амортизационных средств в общих инвестициях страны необходимо предотвратить разбазаривание триллионных средств в виде начисленных амортизационных отчислений и направить их по своему прямому назначению,

а также, учитывая высокую степень износа основных фондов, которые определяют будущее страны и динамики энергоемкости, России сегодня настоятельно необходимо осуществить амортизационную реформу, которая позволила бы нарастить долю амортизационных отчислений в инвестициях в основные фонды с существующих 20 % до уровня развитых стран в 60–70 %.

В этих целях необходимо срочно разработать и принять закон об амортизационной политике, в котором необходимо предусмотреть: сокращение действующих сроков обновления основных фондов, в первую очередь в обрабатывающих отраслях. Кроме того, необходимо обязать Федеральную налоговую службу осуществлять жесткий контроль за целевым расходованием амортизационных отчислений. В случае нецелевого их использования, установить взимание с них налога на прибыль в увеличенном размере на 10 процентных пунктов к основной ставке в 20 %. Также требуется проведение регулярных всеобщих переоценок основных фондов и начисление амортизации, не с первоначальной, а с восстановительной их стоимости, ибо сегодня при замене изношенных фондов происходит не просто возврат им первоначальной стоимости, а возникает существенное ее увеличение. Необходимо поручить Росстату наладить статистику по использованию начисленных амортизационных отчислений, как по корпоративному секто-

ЖК River Park Towers Кутузовский
Источник: loft-arena.ru



Необходимо поручить Росстату наладить статистику по использованию начисленных амортизационных отчислений, как по корпоративному сектору, так и по малым и средним предприятиям

ру, так и по малым и средним предприятиям, на которые сегодня приходится 45,3 % от всех фондов страны.

По нашим расчетам внедрение данных мероприятий в практику первоначально приведет к сокращению налоговых поступлений по налогу на прибыль в объеме примерно 500 млрд руб. ежегодно в течение трех лет. Как правило, все страны в этих случаях для восполнения налоговых поступлений используют «печатный станок». Такой вброс дополнительных денег в экономику не ведет к инфляции, потому что они в этом случае тратятся не на увеличение доходов населения, а только на восполнение сокращения уже сложившегося их уровня. Вбрасывая, таким образом, относительно небольшие деньги в экономику и вводя контроль за целевым расходованием амортизационных отчислений, мы одновременно сокращаем налоговую нагрузку на бизнес, увеличиваем инвестиционную активность, ускоряем процесс обновления основных фондов, повышаем темпы роста ВВП и снижаем его энергоемкость.

Исходя из изложенного, мы полагаем, что в России решение задачи по снижению энергоемкости требует не только стимулирования энергоэффективности по отдельным отраслям, но и пересмотра политики на уровне макроэкономики. Если Россия поставит перед собой задачу по повышению доли амортизационных отчислений в инвестициях до 70 %, то одной амортизационной реформы для этого будет недостаточно. Решение этой задачи потребует обязательно нарастить сам объем валовой прибыли, из которой формируется амортизация. А для того, чтобы ее нарастить требуется снижение налоговой нагрузки на бизнес и прежде всего в обрабатывающих отраслях промышленности, кото-

России необходимо осуществить амортизационную реформу, которая позволила бы нарастить долю амортизационных отчислений в инвестициях в основные фонды с существующих 20 % до 60–70 %

рые призваны, с одной стороны, ускорить обновление основных фондов в российской экономике, с доведением коэффициента их обновления с существующих 3,9 до 10–12 %, а коэффициента выбытия с 0,4 до 5–8 %, с другой стороны, улучшить структуру российской экономики в пользу отраслей многократно превосходящих сырьевые отрасли по вновь созданной стоимости на единицу инвестиционных затрат и основных фондов.

Выявленная нами зависимость динамики энергоемкости от темпов роста инвестиций в основные фонды и валового внутреннего продукта свидетельствует о том, что снижение энергоемкости нельзя добиться простым выделением средств на ее стимулирование. Большая зависимость динамики энергоемкости от темпов роста инвестиционной деятельности свидетель-

ствует еще и о том, что стимулирование снижения энергоемкости только с помощью выделения на это средств из бюджета или с привлечением бизнеса, может выступать как дополнительный стимул. Главным стимулом, в силу его триллионных значений – 21,3 трлн руб. в 2021 г., остаются инвестиции в основные фонды.

Именно поэтому, если Россия хочет добиться снижения энергоемкости экономики, необходимо, в первую очередь, заботится о стимулировании всей инвестиционной деятельности в стране, для чего нужно обеспечить российский бизнес соответствующими денежными средствами путем роста амортизационных отчислений, снижения налогов на прибыль, снижение ставок страховых и социальных взносов с заработной платы, снижение процента по кредитам банков до уровня 2–3 %, активизации отечественного фондового рынка, как это имеет место в большинстве промышленно развитых стран.

До тех пор, пока Россия не создаст бизнесу благоприятный климат для наращивания инвестиционной деятельности с доведением ежегодных темпов ее роста минимум до 10 %, вряд ли следует ожидать снижения энергоемкости ее экономики.

Второе направление по снижению энергоемкости в России должно быть связано с более активным целенаправленным внедрением на российских предприятиях передовых технологий, таких как парогазовые установки и установки комбинированной

Электробус в Москве

Источник: «Энергетическая политика»



Парогазовый энергоблок ПГУ-115 Курской ТЭЦ
Источник: [sdelanounas.ru / turbine-diesel.ru](http://sdelanounas.ru/turbine-diesel.ru)

выработки тепла и электричества в электроэнергетике; двигателей работающих на электричестве, водороде и природном газе на транспорте; строительстве энергоэффективных зданий, внедрения энергоэффективного освещения, современных приборов учета потребления энергоресурсов, воды и тепла в жилищно-коммунальном секторе.

Однако для того, чтобы такие технологии быстрее входили в обиход, необходимо их сделать доступными по цене для потребителей. Если же в России производство каких-то технологий не налажено, то необходимо разработать программу по их освоению отечественным бизнесом. К сожалению, сегодня неясно, какая организация в стране должна готовить такие программы. В Советском Союзе та-

кую деятельность осуществлял Госплан, а в России, в связи с невозможностью сегодня в директивном порядке обязать бизнес выполнять решения государства, подготовка таких программ существенно усложнилась.

Красноречивым свидетельством того, что подготовкой таких программ с доведение их до логического конца, т. е. снижения энергоемкости экономики, в России сегодня заниматься некому, может служить последнее Постановление Правительства РФ от 11.02.2021 г. «Об утверждении требований к региональным и муниципальным проектам в области энергосбережения и повышения энергоэффективности». Данный документ создан в виде инструкции по составлению программ по энергоэффективности, но он ни к чему не обязывает муниципальные и региональные власти и не предусматривает на их осуществление каких-либо денежных средств, и налоговых и кредитных преференций.

Выполнение таких программ обязательно требует выделения со стороны государства денежных средств для ее осуществления на стимулирование, как производителей технологий, так и их потребителей путем предоставления льготных кредитов, снижения налоговых ставок по прибыли, проведение инвестиционных расходов за счет амортизационных отчислений.

Ситуация, сложившиеся сегодня в экономике России в связи с проведением военной операции на Украине и драконовскими санкционными мерами со стороны ЕС и США в отношении российского экспорта, резко ограничивают возможности бюджета по финансированию таких программ. Поэтому в ближайшей перспективе в России вряд ли следует ожидать, что энергоемкость ее экономики будет сокращаться.

Использованные источники

1. Махнула ли рукой Россия на энергосбережение? – URL: <https://sro150.ru/novosti/4258-24-11-2021-makhnula-li-rukoj-rossiya-na-energoberezenie-po-materialam-professionalnoj-konferentsii-novaya-rossiya-novaya-energetika-generatsiya-budush>
2. МЭА. Key World Statistics. 2020. – URL: <http://www.iea.org/reports/key-world-energy-statistics-2020>.
3. Башмаков И. А. Что происходит с энергоемкостью ВВП России? // Экологический вестник России. 2018. № 7. С. 18–29.
4. Промышленное производство в России. М. 2021. С. 29,103, 206, 222.
5. О состоянии энергосбережения и повышения энергетической эффективности в РФ // Государственный доклад. Министерство экономического развития РФ. М. 2020.
6. Российский статистический ежегодник. М. 2009. С. 230: М. 2021. С. 342, 344.
7. Кудрин А., Гурвич Е. Новая модель для роста российской экономики // Вопросы экономики. 2014. № 12. С. 4–36.
8. BP Statistics Review of World Energy. 2022. P. 24, 33. – URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp>
9. URL: <https://InternationalWealth.info/news-of-the-offshore/dzho-baiden-podpisal-klimaticheskij-zakon-desjatiletija/>
10. URL: <https://Usaprosto.ru/money/skolko-short-gaz.html>
11. О. Никифоров. Снижение энергоемкости ВВП кнутом и пряником. Независимая газета. 9.03.2020 г. – URL: https://ng.ru/energiya/2020-03-09_7812_strategy.



Льготное технологическое присоединение к электросетям объектов мощностью до 15 кВт для населения и бизнеса в 2022-2023 годах

Preferential technological connection of facilities with a capacity of up to 15 kW to the electricity networks for households and industrial consumers in 2022-2023

Илья ДОЛМАТОВ

Директор Института экономики и регулирования инфраструктурных отраслей НИУ ВШЭ, к. э. н.
E-mail: idolmatov@hse.ru

Артем КОВАЛЬ

Директор центра Института экономики и регулирования инфраструктурных отраслей НИУ ВШЭ
E-mail: akoval@hse.ru

Ирина СУХОЛИТКО

Эксперт Института экономики и регулирования инфраструктурных отраслей НИУ ВШЭ
E-mail: isukholitko@hse.ru

Джунаид ПАК

Аналитик Института экономики и регулирования инфраструктурных отраслей НИУ ВШЭ
E-mail: d.pak@hse.ru

Ilya DOLMATOV

Director of the Institute for Economics and Regulation of Infrastructure Industries, National Research University Higher School of Economics, Ph.D.
E-mail: idolmatov@hse.ru

Artem KOVAL

Director of the Center of the Institute for Economics and Regulation of Infrastructural Industries, NRU HSE
E-mail: akoval@hse.ru

Irina SUKHOLITKO

Expert of the Institute for Economics and Regulation of Infrastructure Industries, NRU HSE
E-mail: isukholitko@hse.ru

Djunaid PAK

Analyst at the Institute for Economics and Regulation of Infrastructure Industries, NRU HSE
E-mail: d.pak@hse.ru

Аннотация. С июля 2022 г. стоимость льготного подключения к электрическим сетям объектов мощностью до 15 кВт для населения увеличилась с 550 руб. как минимум в 82 раза, а в некоторых регионах в 240 раз и более, и продолжает расти – дважды увеличилась в 2023 г. Юридические лица и предприниматели утратили возможность подключения объектов до 15 кВт по льготной плате и перешли в категорию льготных заявителей до 150 кВт, условия присоединения по которой были ужесточены, а стоимость увеличена. В статье рассмотрена динамика изменения льготных ставок платы и стоимости подключения в 2022 и 2023 гг. по субъектам РФ и проведен анализ тарифных последствий.

Ключевые слова: технологическое присоединение, сетевые организации, льготное подключение, стоимость, ставки, тарифы на подключение, выпадающие доходы.

Abstract. Since July 2022, the cost of preferential connection of facilities with a capacity of up to 15 kW to electricity networks for households has increased to at least 82 times from 550 rubles. In some regions, the cost increased by 240 times or more, and has been growing at a significant rate. It increased 2 times in 2023. Legal entities and entrepreneurs have lost the ability to connect objects with a capacity up to 15 kW at a reduced fee and have moved into the category of preferential applicants with a capacity up to 150 kW, the terms of connection for which have been tightened and the cost increased. The article examines the dynamics of changes in preferential payment rates and the cost of technical connection for 2022 and 2023 by regions of the Russian Federation and analyzes tariff consequences.

Keywords: technological connection, electricity networks, preferential connection, rates, tariffs for connection, lost incomes.



Бесплатное льготное подключение в виде выпадающих доходов переходит в тарифы на электроэнергию, которые оплачивают все потребители

Введение

Базовой отраслью экономики любого государства является электроэнергетика, которая оказывает существенное влияние на его экономическое и социальное развитие. Одним из важных элементов социальной поддержки государством населения и предпринимателей является возможность льготного технологического присоединения к электрическим сетям, которая способствует созданию новых точек экономического роста, повышению уровня жизни и благосостояния граждан.

Начиная с 2009 г. по 1 июля 2022 г. стоимость льготного присоединения к электрическим сетям потребителей с максимальной мощностью до 15 кВт включительно устанавливалась региональными органами тарифного регулирования в размере 550 руб. с НДС.

К льготным заявителям максимальной мощностью, не превышающей 15 кВт включительно, относились заявители, удовлетворяющие следующим условиям:

- подключаемая мощность энергопринимающих устройств, с учетом ранее присоединенной мощности, не превышает 15 кВт;
- подключение проводится по третьей категории надежности;
- расстояние до ближайших объектов электрических сетей до 20 кВ необходимого заявителю напряжения не превышает 300 м в городских и 500 м в сельских населенных пунктах;
- заявитель не подключал объекты по льготной ставке 550 руб. в данном районе в предыдущие три года.

В соответствии с данными годовых отчетов¹ ПАО «Россети Московский реги-

¹ URL: https://rossetimr.ru/invest_news/raskritie/raskrytie-informatsii-454/god_otchet/
URL: <https://www.mrsk-1.ru/information/annual-reports/>
URL: <https://rosseti-sz.ru/infodisclosure/disclosureissuer/report/>

он», ПАО «Россети Центр» и ПАО «Россети Северо-Запад», входящих в Группу компаний «Россети», средняя доля исполненных договоров технологического присоединения с присоединяемой мощностью до 15 кВт, включающая в том числе договоры, не относящиеся к льготной категории, за 2019–2021 гг. составила в среднем 90 %.

Новые особенности определения размера и применения льготной платы

В 2022 г. в статью 23.2 Федерального закона «Об электроэнергетике» были внесены изменения в части льготного технологического присоединения к электрическим сетям², предусматривающие, что Правительство Российской Федерации должно пересмотреть особенности определения размера и применения льготной платы. Было принято постановление Правительства РФ от 30.06.2022 г. № 1178, которым внесены изменения в «Основы ценообразования в области регулируемых цен (тарифов) в электроэнергетике», утвержденные постановлением Правительства РФ от 29.12.2011 г. № 1178 (далее – «Основы ценообразования»).

К льготным заявителям максимальной мощностью, не превышающей 15 кВт включительно, теперь относятся заявители, являющиеся физическими лицами (ранее к льготным относились все заявители

² Изменения внесены Федеральным законом от 16.02.2022 № 12-ФЗ.

мощностью до 15 кВт) и удовлетворяющие вышеприведенным критериям: третья категория надежности, расстояние до существующих сетей не превышает 300 м в городской и 500 м в сельской местности, не подключались по льготной плате в предыдущие 3 года.

Для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей льготное присоединение теперь возможно только на общих основаниях с заявителями, присоединяющими максимальную мощность не более 150 кВт по третьей категории надежности, на уровне напряжения 0,4 кВ и ниже, при условии, что расстояние до существующих электрических сетей не более 200 м в городской и не более 300 м в сельской местности. При этом присоединение осуществляется не более одного раза в течение 3 лет.

Стоимость льготного присоединения объектов физических лиц мощностью до 15 кВт определяется как минимум из следующих значений:

- стоимости мероприятий, рассчитанной с применением стандартизированных тарифных ставок;
- стоимости мероприятий, рассчитанной с применением льготной ставки за 1 кВт запрашиваемой максимальной мощности.

Льготная ставка за 1 кВт запрашиваемой максимальной мощности должна устанавливаться региональными органами тарифного регулирования в соответствии с пунктом 87 «Основ ценообразования»

Рис. 1. Льготные ставки за 1 кВт запрашиваемой мощности, установленные с 01.07.2022 г., руб. за кВт с НДС

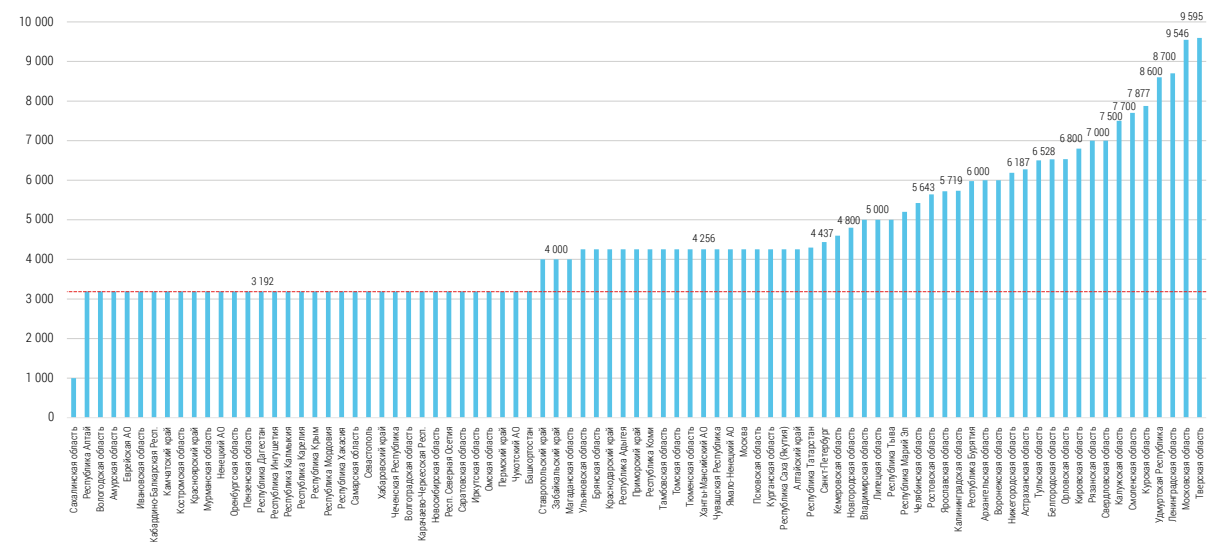
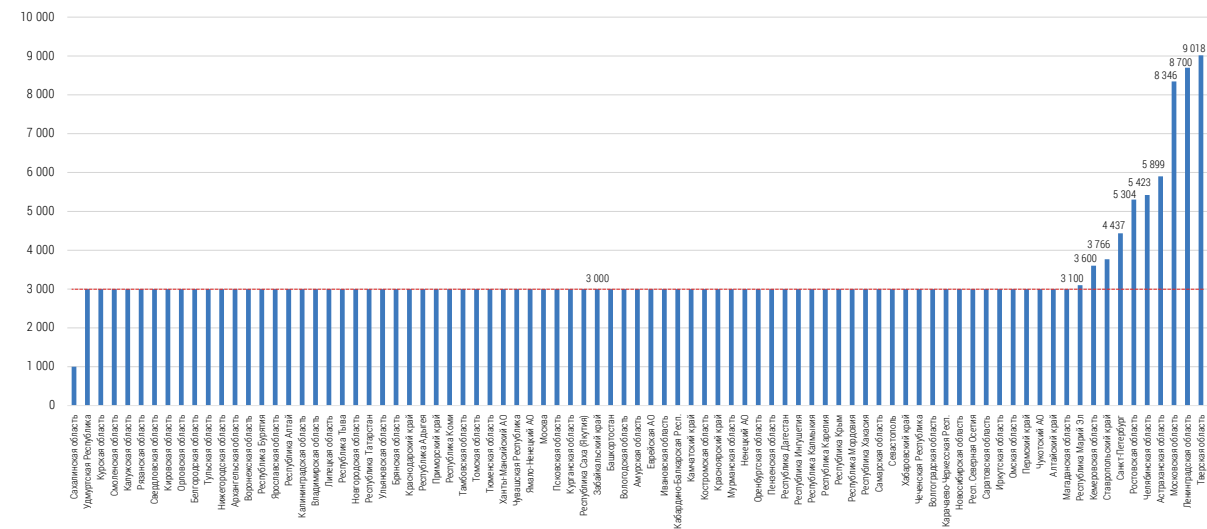


Рис. 2. Льготные ставки за 1 кВт запрашиваемой мощности, установленные с 01.01.2023 г., руб. за кВт с НДС

(в редакции от 30 июня 2022 г.) в рамках предельных размеров:

- не менее 3 000 рублей за кВт – с 1 июля 2022 г.;
- 4 000 рублей за кВт – с 1 июля 2023 г.;
- 5 000 рублей за кВт – с 1 июля 2024 г.;
- не более 10 000 рублей за кВт

Значения льготной ставки за 1 кВт запрашиваемой максимальной мощности ежегодно, начиная с 1 января 2023 г., индексируются с учетом совокупности индексов цен производителей по подразделу «Строительство» раздела «Капитальные вложения (инвестиции)», публикуемых Министерством экономического развития Российской Федерации в составе прогнозов социально-экономического развития.

Адресная поддержка

Отдельная ставка предусмотрена для членов малоимущих семей, ветеранов, инвалидов, лиц, подвергшихся радиационному воздействию, членов многодетных семей, для которых устанавливается «социальная» льготная ставка в размере 1000 руб. за 1 кВт запрашиваемой максимальной мощности. Значения «социальной» льготной ставки также ежегодно индексируются. С 1 июля 2022 г. «социальная» льготная ставка была установлена во всех регионах в размере 1000 руб. за 1 кВт, а с 1 января 2023 г. была проиндексирована на 6,4 % и установлена в размере

1 064 руб. за 1 кВт. В Сахалинской области «социальная» льготная ставка установлена с 1 июля 2022 г. по 31 декабря 2023 г. на уровне 500 руб.

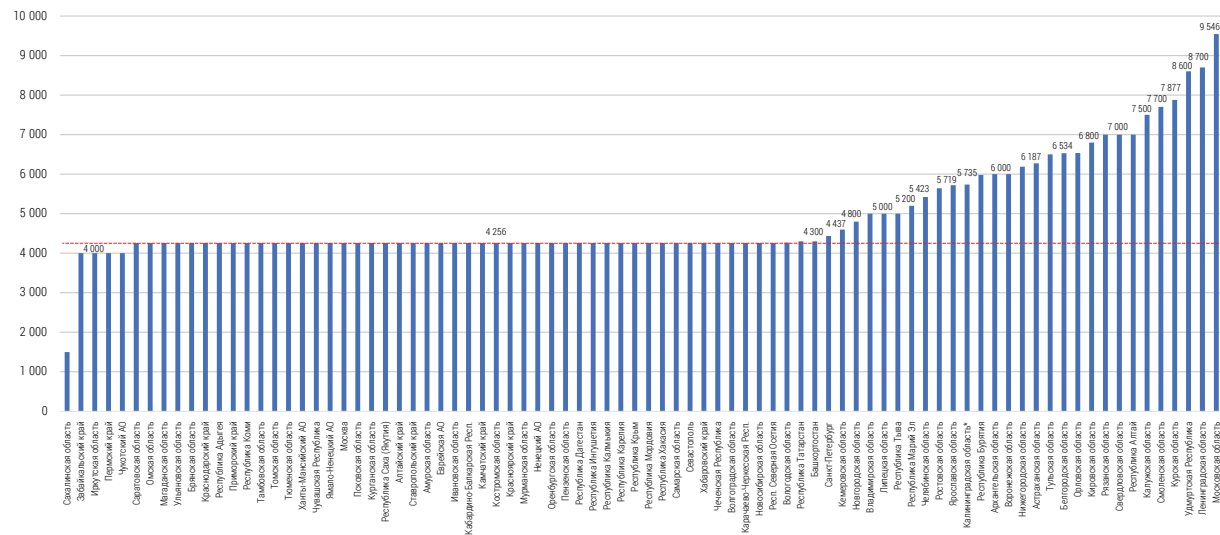
Стоимость присоединения при возможности применения «социальной» льготной ставки также определяется как минимум из стоимости, определенной по стандартизированным тарифным ставкам, и стоимости, определенной по «социальной» льготной ставке.

Таким образом, Правительство Российской Федерации перешло к адресной поддержке отдельных категорий заявителей.

Динамика льготных ставок

На рис. 1–3 представлены льготные ставки за 1 кВт запрашиваемой максимальной мощности по 85 субъектам Российской Федерации, установленные с 1 июля

Средняя доля исполненных договоров технологического присоединения с присоединяемой мощностью до 15 кВт, включающая договоры, не относящиеся к льготным, за 2019–2021 гг. составила 90 %



* По Калининградской области приведены утвержденные данные на период с 01.01.2023 по 30.06.2023

Рис. 3. Льготные ставки за 1 кВт запрашиваемой мощности, установленные с 01.07.2023 г., рублей за кВт с НДС

2022 г., с 1 января 2023 г. и с 1 июля 2023 г. с учетом налога на добавленную стоимость (далее – НДС).

С 1 января 2023 г. льготные ставки должны были быть проиндексированы на индекс цен производителей (рис. 2). Так, в 34 регионах минимальная ставка 3000 руб. была проиндексирована на 6,4 %, по 3 регионам ставка была установлена на минимальном предусмотренном с 1 июля 2023 г. уровне 4000 руб. за 1 кВт без индексации, по 17 регионам льготная

ставка установлена сразу на уровне минимума с 1 июля 2023 г. с индексацией – 4256 руб. за кВт. По 30 регионам ставка была установлена с превышением минимального уровня.

С 1 июля 2023 г. в 30 регионах регуляторы предусмотрели увеличение льготных ставок до минимально установленного уровня 4000 руб. за кВт с учетом индексации – 4256 руб. за кВт. По 4 регионам значение льготных ставок с 1 июля 2023 г. установлено на уровне 4000 руб. за кВт.

Рис. 4. Динамика льготных ставок за 1 кВт запрашиваемой мощности, установленных с 01.07.2022 г., с 01.01.2023 г., с 01.07.2023 г., руб. за кВт

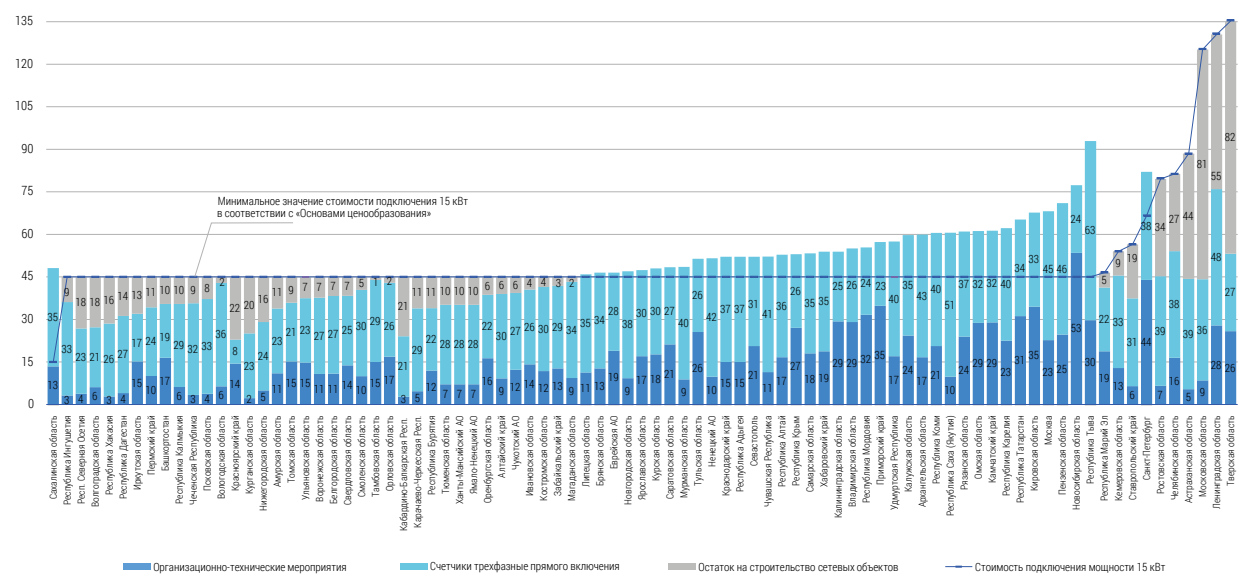
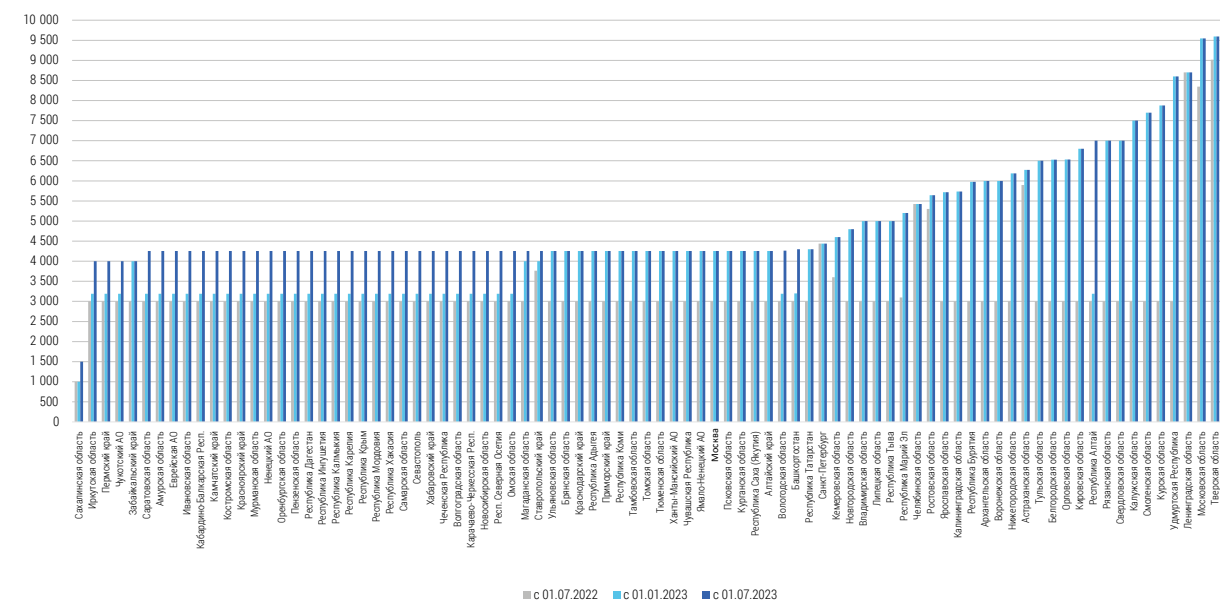


Рис. 5. Стоимость льготного подключения мощности 15 кВт с 1 июля 2022 г., тыс. руб. с НДС

Исключение составляет Сахалинская область, где правительство области снизило льготную ставку с 1 июля 2022 г. по 30 июня 2023 г. – до 1000 руб., с 1 июля 2023 г. по 31 декабря 2023 г. – до 1500 руб.

В динамике за 2022–2023 гг. установленные в регионах льготные ставки представлены на рис. 4.

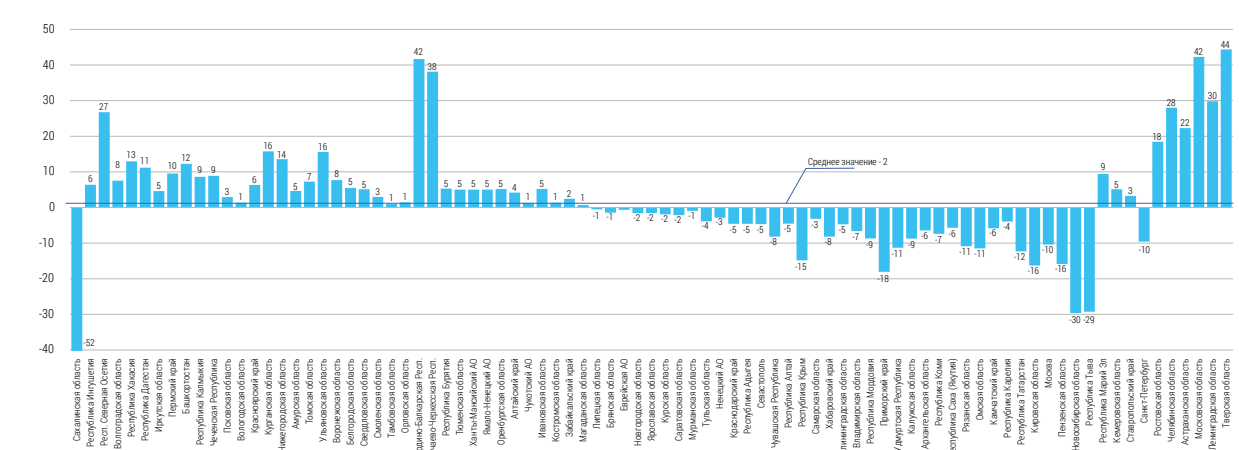
На представленных рисунках видно, что во многих регионах льготную ставку за 1 кВт устанавливают на минимально возможном уровне. Однако, есть регионы, в которых льготная плата установлена с 1 января 2023 г. в размере, близком к максимальному: 9 595,2 руб./кВт и 9 545,74 руб./кВт

с НДС, соответственно, в Тверской и Московской области.

Установление льготной платы за присоединение к электрическим сетям является примером реализации региональными органами регулирования стимулирующей тарифной политики с выбором между:

- максимальным сохранением возможности льготного технологического присоединения с компенсацией выпадающих расходов за счет тарифов на услуги по передаче электроэнергии;
- снижением нагрузки на существующих потребителей электрической

Рис. 6. Протяженность воздушной линии 0,4 кВ сечением до 50 мм², соответствующая остатку (со знаком «-» – дефициту) льготной платы за подключение, установленной с 1 июля 2022 г., м



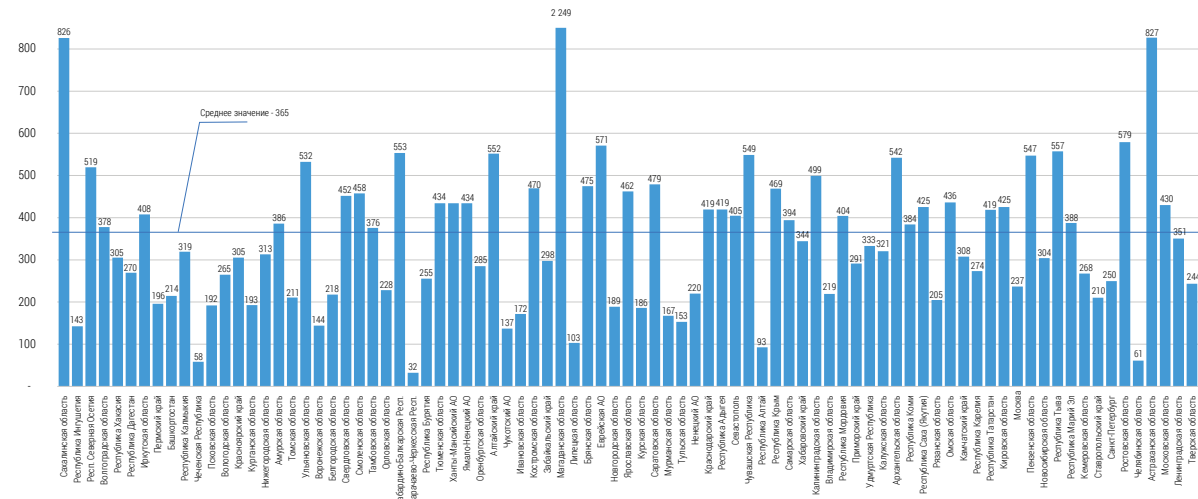


Рис. 7. Стоимость строительства однитрансформаторной подстанции столбового/мачтового типа мощностью до 25 кВА в 2022 г., тыс. руб. с НДС

энергии региона за счет уменьшения выпадающих расходов от льготного технологического присоединения и увеличения льготной платы за технологическое присоединение для новых потребителей.

Динамика стоимости льготного подключения

На рис. 5 представлена стоимость технологического присоединения заявленной мощности 15 кВт с 1 июля 2022 г., рассчитанная по установленным в соответствующем регионе льготным ставкам за 1 кВт, приведенным выше на рис. 1, в сравнении со стоимостью присоединения, рассчитанной по стандартизированным тарифным ставкам на организационно-технические мероприятия и установку приборов учета, с учетом НДС.

С 1 июля 2023 г. в 30 регионах регуляторы предусмотрели увеличение льготных ставок до минимально установленного уровня 4000 руб. за кВт с учетом индексации – 4256 руб. за кВт

Несмотря на рост льготной ставки за подключение минимум в 82 раза (с 550 руб. до 45 тыс. руб. с НДС при подключении 15 кВт), в 39 регионах из 85 льготная плата за подключение не компенсирует стоимость организационно-технических мероприятий (средняя стоимость – 15,8 тыс. руб. с НДС) и установки приборов учета (средняя стоимость – 31,2 тыс. руб. с НДС).

На рис. 5 серым цветом показан остаток средств на строительство сетевых объектов в 46 из 85 регионов, в которых льготная плата покрывает стоимость организационно-технических мероприятий и установки приборов учета.

Для иллюстрации материальности остатка и дефицита средств по стандартизированным тарифным ставкам, установленным в соответствующих регионах, рассчитано сколько м воздушной линии сечением до 50 мм² может быть построено за эти деньги (рис. 6). Со знаком «-» показана протяженность воздушной линии сечением до 50 мм², соответствующая дефициту средств по регионам, где льготная плата не компенсирует стоимость организационно-технических мероприятий и установки приборов учета.

Льготное присоединение предоставляется, если расстояние до существующих сетей не превышает 300 м в городской и 500 м в сельской местности. Соответственно рассчитанный выше остаток средств фактически не компенсирует стоимость работ по строительству воздушных или кабельных

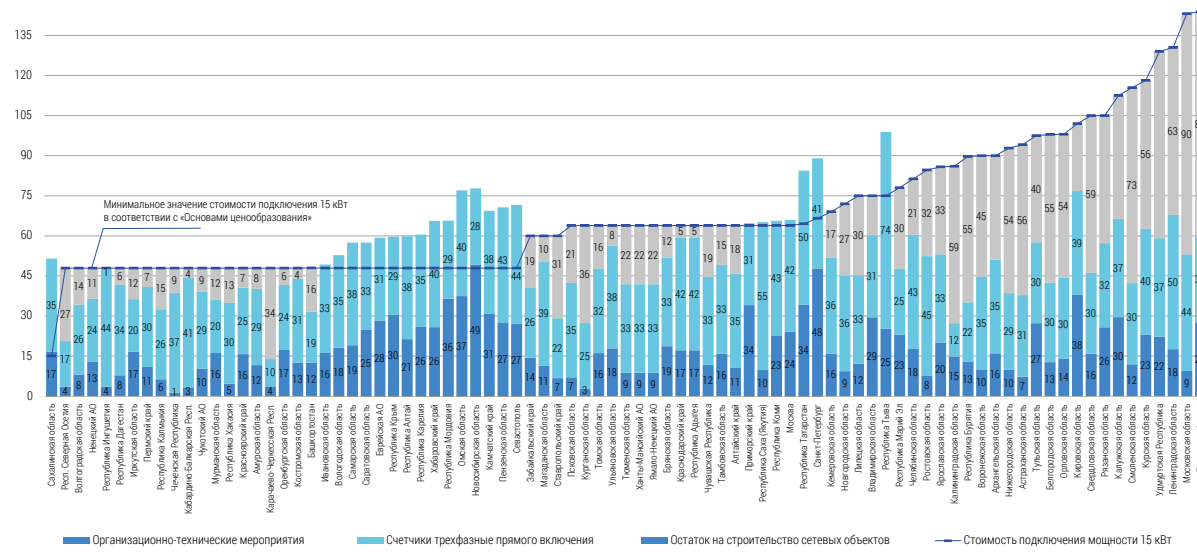


Рис. 8. Стоимость льготного подключения мощности 15 кВт с 1 января 2023 г., тыс. руб. с НДС

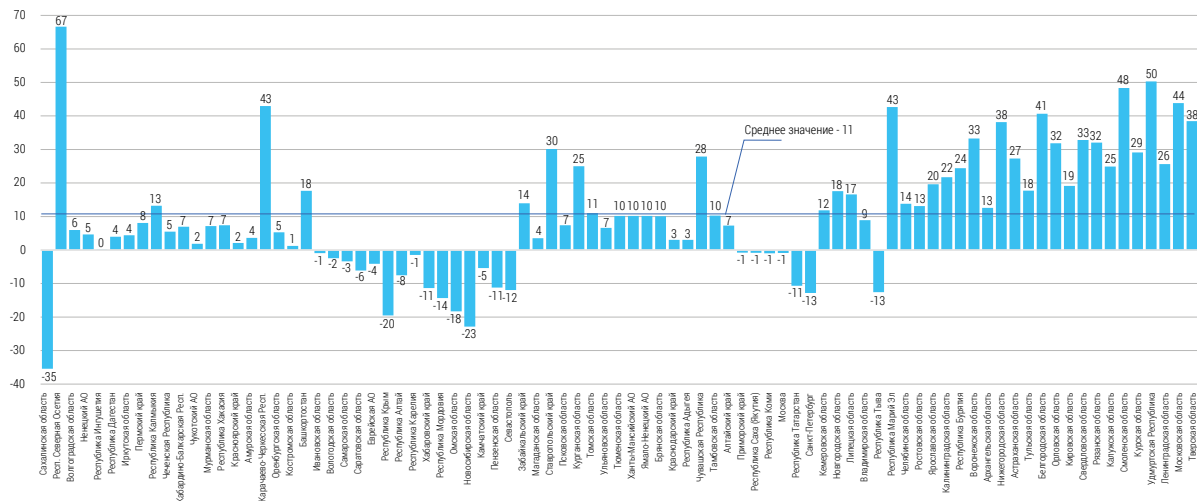
линий. Когда же для подключения необходима установка трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ, возникают дополнительные расходы, которые тем более не покрываются льготной платой. Средняя стоимость строительства однитрансформаторной подстанции столбового/мачтового типа мощностью до 25 кВА (СТП 1х25 кВА) составляет 365 тыс. руб. с НДС, стоимость строительства по регионам представлена на рис. 7.

С 1 января 2023 г. с учетом установленных льготных ставок, представленных на рис. 2, стоимость льготного подключения заявителей мощностью 15 кВт увеличилась. На рис. 8 она представлена

в сравнении со стоимостью присоединения, рассчитанной по установленным в соответствующих регионах с 1 января 2023 г. стандартизированным тарифным ставкам на организационно-технические мероприятия и установку приборов учета.

Средняя стоимость организационно-технических мероприятий с 1 января составила 14,6 тыс. руб. с НДС, а средняя стоимость установки приборов учета – 28,1 тыс. руб. с НДС. При этом количество регионов, по которым льготная плата компенсирует стоимость организационно-технических мероприятий и установки приборов учета, увеличилось с 46 до 62 из 85 регионов.

Рис. 9. Протяженность воздушной линии 0,4 кВ сечением до 50 мм², соответствующая остатку (со знаком «-» – дефициту) льготной платы за подключение, установленной с 1 января 2023 г., м



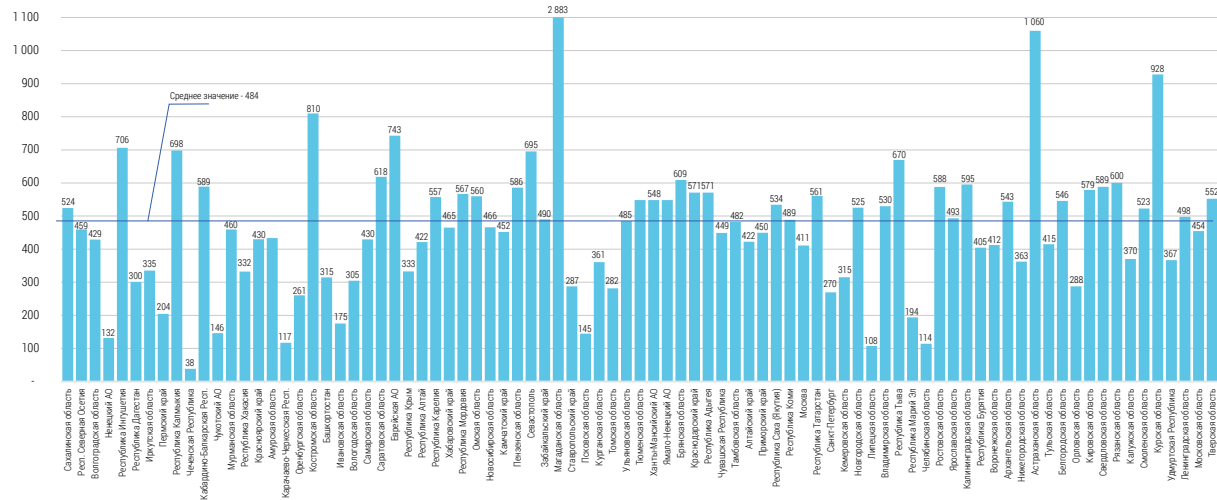


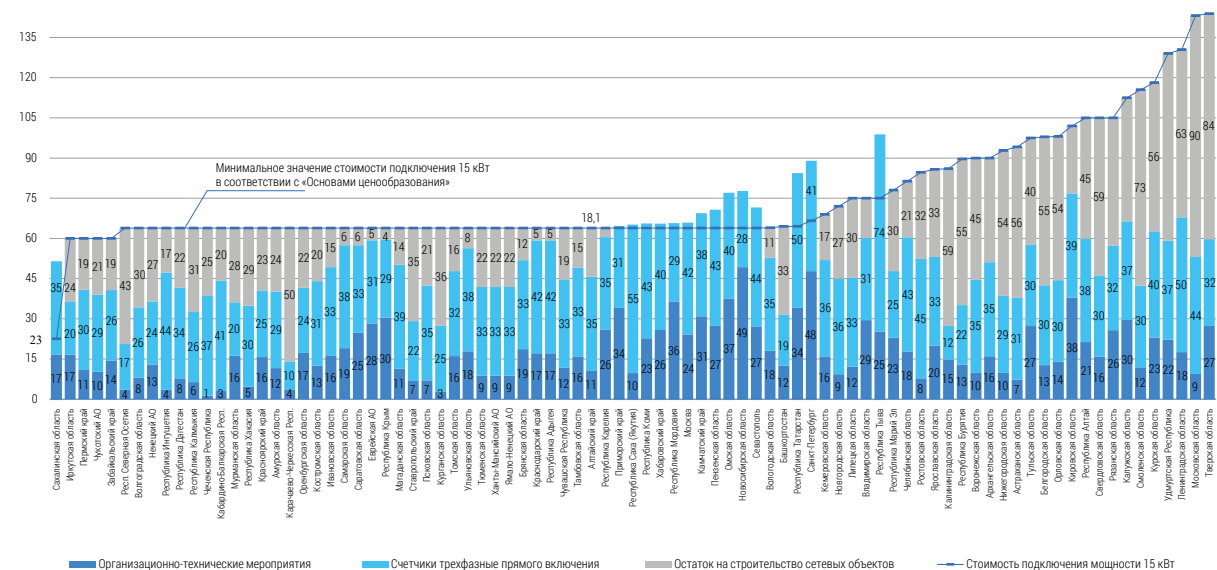
Рис. 10. Стоимость строительства однитрансформаторной подстанции столбового/мачтового типа мощностью до 25 кВА в 2023 г., тыс. руб. с НДС

Протяженность воздушной линии сечением до 50 мм², которая может быть построена за счет остатка или дефицита средств на строительство сетевых объектов, показанного на рис. 8, рассчитана в соответствии с установленными в регионах с 1 января 2023 г. стандартизированными ставками и приведена на рис. 9.

Средняя стоимость строительства однитрансформаторной подстанции столбового/мачтового типа мощностью до 25 кВА в 2023 г. значительно увеличилась и составила 484 тыс. руб. с НДС, рост по отношению к 2022 году – 32 %. Стоимость строительства СТП 1х25 кВА по регионам представлена на рис. 10.

С 1 июля 2023 г. с учетом установленными льготных ставок, представленных на рис. 3, стоимость льготного подключения заявителей мощностью 15 кВт по отдельным регионам дополнительно увеличилась. На рис. 11 стоимость льготного подключения представлена в сравнении со стоимостью присоединения, рассчитанной по установленным на 2023 г. ставкам на организационно-технические мероприятия и установку приборов учета. Так как стандартизированные ставки устанавливаются на год и не подлежат пересмотру с июля, стоимость организационно-технических мероприятий, установки приборов учета

Рис. 11. Стоимость льготного подключения мощности 15 кВт с 1 июля 2023 г., тыс. руб.



та и строительства воздушной линии сохраняются на уровне, установленном с 1 января 2023 г. Количество регионов, по которым льготная плата компенсирует стоимость организационно-технических мероприятий и установки приборов учета, составит 70 из 85.

Протяженность воздушной линии сечением до 50 мм², которая может быть построена за счет остатка или дефицита средств на строительство сетевых объектов, показанного на рис. 11, рассчитана в соответствии с установленными на 2023 г. стандартизированными ставками и приведена на рис. 12.

Повышение льготных ставок в 2023 г. привело к увеличению остатка средств

Выпадающие доходы от льготного присоединения

Расходы сетевых организаций на выполнение организационно-технических мероприятий, установку приборов учета, на строительство объектов электросетевого хозяйства, при реализации льготного технологического присоединения к электрическим сетям, не компенсируемые платой за технологическое присоединение, являются выпадающими доходами, связанными с осуществлением технологического присоединения к электрическим сетям. Выпадающие доходы включаются в тарифы на услуги по передаче электрической энергии. Таким образом, все потребители,

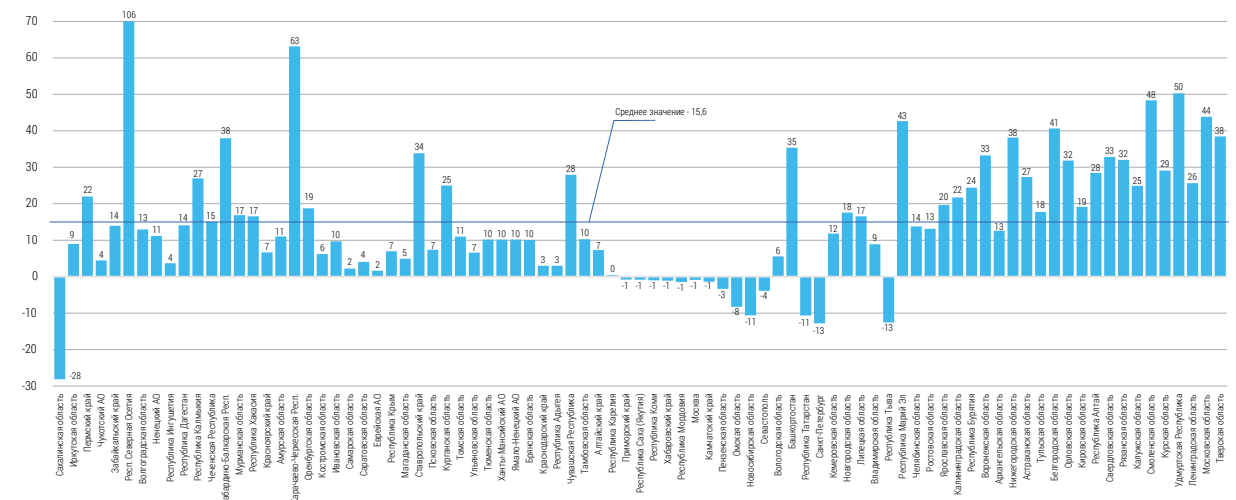


Рис. 12. Протяженность воздушной линии 0,4 кВ сечением до 50 мм², соответствующая остатку (со знаком «-» – дефициту) льготной платы за подключение, установленной с 1 июля 2023 г., м

на строительство сетевых объектов. Средняя протяженность воздушной линии 0,4 кВ сечением до 50 мм², которая может быть построена за счет этого остатка, увеличилась с 2 м с 1 июля 2022 г. до 11 м с 1 января 2023 г. (рис. 9), и до 15,6 м с 1 июля 2023 г. (рис. 12). Но это далеко до предельных протяженностей, при которых предоставляется льготное технологическое присоединение – 300 м в городских и 500 м в сельских населенных пунктах, и льготное подключение по-прежнему будет приводить к возникновению выпадающих доходов, тем более в случаях, когда необходимо строительство трансформаторных подстанций.

оплачивая счета за электрическую энергию, платят и за льготное присоединение новых потребителей.

В пояснительной записке к проекту Федерального закона «О внесении изменений в статью 23.2 Федерального закона «Об электроэнергетике» (письмо Правительства РФ от 22.11.2021 г. № 12284п-П51) было указано, что некомпенсированные затраты, формирующие выпадающие доходы, с 2009 г. составили 54,7 млрд руб., а в перспективе с учетом ограничения роста тарифов на услуги по передаче электрической энергии могут составлять до 10 млрд руб. ежегодно. При этом затраты сетевых компаний на присоединение льготных категорий заявителей в 2009–2019 гг. составили 166 млрд руб.

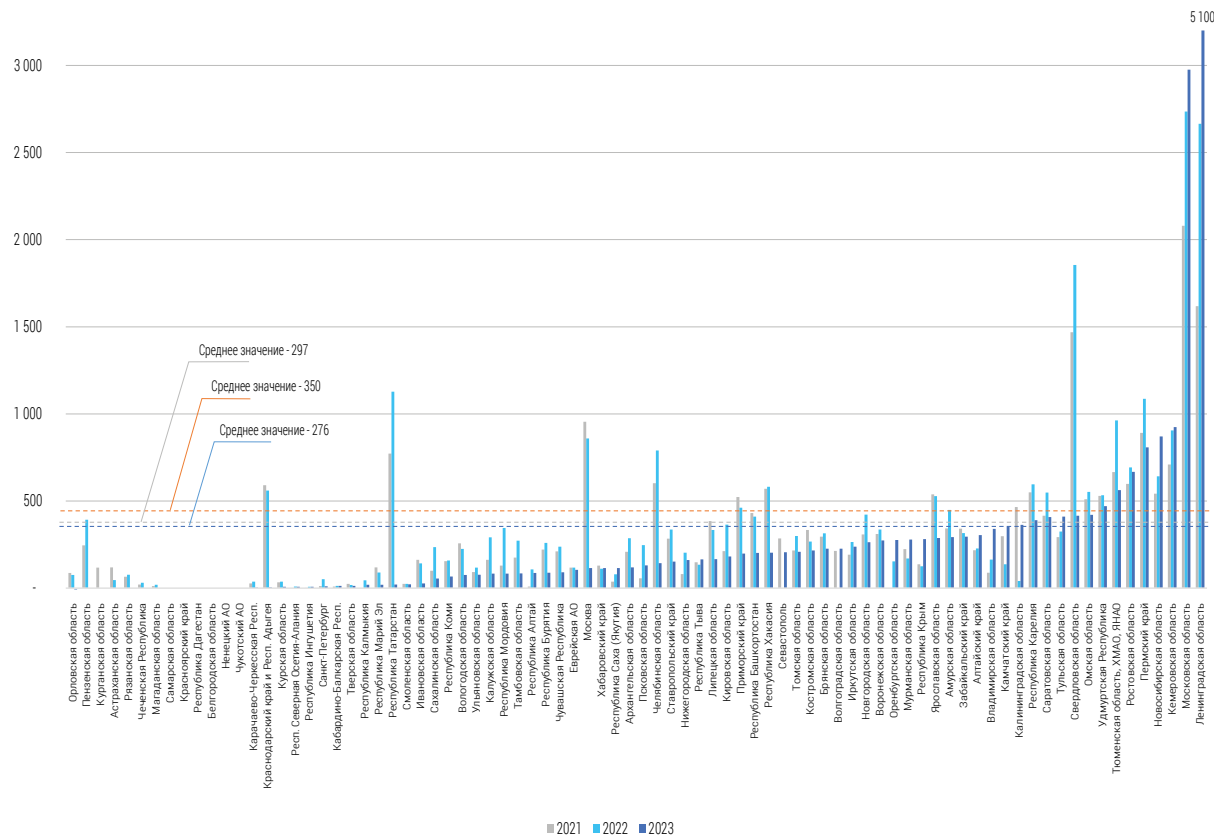


Рис. 13. Выпадающие доходы сетевых организаций, связанные с осуществлением технологического присоединения к электрическим сетям, за 2021–2023 гг., тыс. руб.

На рис. 13 представлены выпадающие доходы сетевых организаций, связанные с осуществлением технологического присоединения к электрическим сетям, по субъектам Российской Федерации за период 2021–2023 гг.

Наибольший объем выпадающих доходов, учтенных в тарифах на услуги по передаче электрической энергии в 2021–2023 гг., в абсолютном выражении приходится на Московскую и Ленинградскую

области. Связано это напрямую с тем, что эти регионы граничат с Москвой и Санкт-Петербургом, являющимися главными центрами экономической активности и притяжения населения в Российской Федерации. Соответственно, наибольший объем дачного и индивидуального жилищного строительства осуществляется на территории прилегающих областей.

Приведенные выпадающие доходы включают также и компенсацию льготного присоединения объектов малого и среднего бизнеса мощностью до 150 кВт, которые до 2023 г. не оплачивали стоимость мероприятий по строительству электросетевых объектов, необходимых для их присоединения. Многие региональные органы тарифного регулирования не раскрывают в своих решениях объемы выпадающих доходов по отдельным льготным категориям, указывая только общую сумму.

Для оценки распределения выпадающих доходов по льготным категориям до 15 кВт и до 150 кВт были собраны данные тарифных решений на 2021–2023 гг. по Московской области, Ленинградской

области, Свердловской области, Республике Татарстан, Пермскому краю, Кемеровской области, Удмуртской Республике, Волгоградской области, Владимирской области, Ярославской области, Воронежской области, Брянской области, Республике Башкортостан и Иркутской области. Средняя за 2021–2023 гг. доля выпадающих доходов от присоединения энергопринимающих устройств максимальной мощностью, не превышающей 15 кВт, составила по указанным регионам 59 %, доля выпадающих доходов от присоединения энергопринимающих устройств максимальной мощностью до 150 кВт составила 41 %.

Более показательна для сравнения регионов по уровню выпадающих доходов относительная оценка – доля выпадающих доходов от льготного технологического присоединения в необходимой валовой выручке (НВВ) на услуги по передаче электрической энергии на содержание электрических сетей, которая представлена на рис. 14. (регионы выстроены по возрастанию средней доли выпадающих доходов за период 2021–2023 гг.).

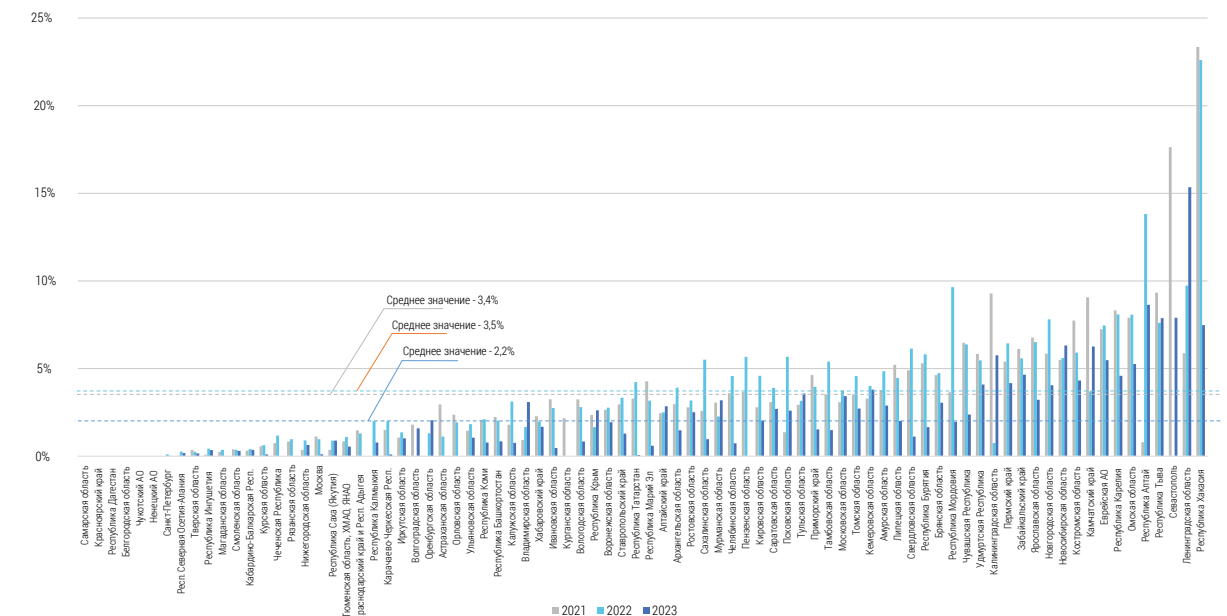
Логично ожидать, что в регионах, где наблюдается большая доля выпадающих доходов, было бы целесообразно установить льготную ставку на ТП в размерах, близких к максимальным значениям, предусмотренным «Основами ценообра-

Наибольший объем выпадающих доходов, учтенных в тарифах на услуги по передаче электрической энергии в 2021–2023 гг., в абсолютном выражении приходится на Московскую и Ленинградскую области

зования». На основании данных по установленным льготным ставкам, приведенным на рис. 2–3, для десяти регионов с наибольшей средней долей выпадающих доходов в таблице 1 приведены установленные в 2023 г. значения льготной ставки.

Как видно из таблицы 1, только три региона из десяти, имеющих наибольшую долю выпадающих доходов, установили льготные ставки выше минимальных значений. Таким образом, органы тарифного регулирования регионов, испытывающих наибольшее влияние выпадающих доходов на тарифы на услуги по передаче электрической энергии, пока мало используют возможность управления спросом на льготное технологическое присоединение через величину льготной ставки.

Рис. 14. Доля выпадающих доходов от льготного ТП в составе НВВ на услуги по передаче электрической энергии на содержание электрических сетей за 2021–2023 гг., %



В ряде регионов льготная плата установлена с 2023 г. в размере, близком к максимальному: 9 595,2 руб./кВт и 9 545,74 руб./кВт с НДС, соответственно, в Тверской и Московской области

Заключение

Необходимо признать, что пересмотр величины платы за льготное технологическое присоединение к электрическим сетям давно назрел.

Установленная с 2009 г. и не пересматривавшаяся до 2022 г. стоимость присоединения в размере 550 руб., по сути, давала возможность бесплатного подключения объектов мощностью до 15 кВт для физических и юридических лиц. Этой возможностью активно пользовались и население, и бизнес, и девелоперы.

Население подключало по максимуму все 15 кВт мощности, не задумываясь нужна ли такая мощность в действительности. Девелоперы делили землю на участки и подключали их к электрическим сетям по льготной плате, увеличивая тем самым продажную стоимость этих участков. Операторы связи присоединяли коммутационное оборудование в жилых домах, обеспечивая зачастую бесплатное подключение телекоммуникационных услуг новым абонентам.

Не стоит ожидать, что повышение льготной платы приведет к снижению тарифов на услуги по передаче и потребители получат какой-то ощутимый эффект от снижения выпадающих доходов

Доступность присоединения к электрическим сетям, конечно, важна, но бесплатное льготное подключение в виде выпадающих доходов переходит в тарифы на электроэнергию, которые оплачивают все потребители, в том числе население, бюджетные организации, малый и средний бизнес, промышленность. Кроме того, бесплатное льготное присоединение новых потребителей приводит к возникновению больших объемов невостребованной

Таблица 1. Льготные ставки за 1 кВт запрашиваемой мощности, установленные в 2023 г. в субъектах Российской Федерации с наибольшей долей выпадающих доходов за 2021–2023 гг.

Субъект РФ	Средняя доля выпадающих доходов в НВВ на содержание за 2021–2023 гг., %	Льготная ставка с 01.01.2023 г., руб./кВт	Льготная ставка с 01.07.2023 г., руб./кВт	Примечание
1 Республика Хакасия	17,5	3192	4256	Минимальные значения льготной ставки
2 Ленинградская область	10,7	8700	8700	82 % от максимального значения льготной ставки ³
3 Севастополь	8,5	3192	4256	Минимальные значения льготной ставки
4 Республика Тыва	8,2	5000	5000	50 % от максимального значения льготной ставки
5 Республика Алтай	7	3192	7000	С 1 января 2023 г. – минимальное значение, с 1 июля – 66 % от максимального значения льготной ставки
6 Омская область	7	3192	4256	Минимальные значения льготной ставки
7 Республика Карелия	6,8	3192	4256	Минимальные значения льготной ставки
8 Еврейская АО	6,7	3192	4256	Минимальные значения льготной ставки
9 Камчатский край	6,2	3192	4256	Минимальные значения льготной ставки
10 Костромская область	5,9	3192	4256	Минимальные значения льготной ставки

³ Максимальная величина льготной платы в соответствии с пунктом 87 «Основ ценообразования» (10 000 руб./кВт), с учетом индексации на 2023 г. – 10 640 руб./кВт.



Деревенская ЛЭП

Источник: DmitrySedakov / depositphotos.com

сетевой мощности, содержание которой требует дополнительного увеличения тарифов на услуги по передаче электрической энергии, и также ложится на плечи существующих потребителей.

Рост льготной платы и ставка, теперь устанавливаемая в рублях за кВт присоединяемой мощности, должна заставить подключающихся потребителей задуматься какие электроприборы планируется использовать и какой размер электрической мощности действительно необходим.

Переход к адресной поддержке малоимущих, ветеранов, инвалидов, лиц, подвергшихся радиационному воздействию, членов многодетных семей, для которых предусмотрено установление «социальной» льготной ставки, позволит обеспечить доступность подключения к электрическим сетям для этих категорий населения при снижении общей величины выпадающих доходов.

С другой стороны, к сожалению, не стоит ожидать, что повышение льготной платы приведет к снижению тарифов на услуги по передаче и потребители получат какой-то ощутимый эффект от снижения выпадающих доходов. Сетевые компании, рост тарифов которых ограничивается предельным уровнем роста, устанавливаемым ФАС России, наверняка заместят снижением выпадающих доходов другими расходами. И хорошо, если это будут расходы на ре-

монты, эксплуатацию и обслуживание электросетевого оборудования, учитывая его высокую изношенность, о которой говорит отраслевое сообщество.

При этом сетевые компании продолжают наступление на льготное технологическое присоединение. В перечне поручений⁴ по итогам состоявшегося 19 апреля 2023 г. совещания⁵ Президента с членами Правительства Российской Федерации содержится поручение рассмотреть вопрос о возможности предоставления льготного подключения только при условии расположения энергопринимающих устройств в поставленном на кадастровый учет домовладении, не используемом для осуществления предпринимательской деятельности. То есть, предлагается лишить возможности льготного присоединения физических лиц, объекты которых расположены на участках, не поставленных на кадастровый учет, или на участках, где по данным кадастрового учета возможна предпринимательская деятельность.

Данная инициатива возможно получит негативную оценку в обществе, но ее следует рассматривать в контексте увеличения адресности предоставления льготного присоединения, снижения выпадающих доходов и тарифной нагрузки на потребителей электрической энергии.

⁴ URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/71298>

⁵ URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/70956>

Влияние энергосбережения и перехода на НДТ на электроёмкость ВВП

Impact of energy saving and transition to BAT on the electricity intensity of GDP

Евгений ГАШО
Профессор НИУ МЭИ, д. т. н.
E-mail: anna.gorshik@yandex.ru

Evgeni GASHO
Professor NRU MPEI, Doctor of Technical Sciences
E-mail: anna.gorshik@yandex.ru

Сергей БЕЛОБОРОДОВ
НП «Энергоэффективный город», к. т. н.
E-mail: anna.gorshik@yandex.ru

Sergey BELOBORODOV
NP «Energy Efficient City», Ph.D.
E-mail: anna.gorshik@yandex.ru

Очаги энергопотребления в России, вид из космоса

Источник: kartinkin.net



Аннотация. Программы энергосбережения, реализуемые в странах-импортёрах и странах-экспортёрах энергетических ресурсов, оказывают разное влияние на изменение стоимости электроэнергии для потребителей. В Российской Федерации снижение потребления электрической энергии (мощности) в результате внедрения программ энергосбережения не приводит автоматически к снижению платежей существующих потребителей. Следовательно, не влияет на энергоёмкость ВВП. Реализация программ целесообразна в случае возможности подключения новых потребителей к существующей энергосистеме. Выбор наилучших доступных технологий необходимо проводить с учётом фактических режимов загрузки оборудования, климатических факторов.

Ключевые слова: энергоёмкость ВВП, электроёмкость ВВП, энергосбережение, НДТ.

Abstract. Energy saving programs implemented in importing and exporting countries of energy resources have a different impact on the change in the cost of electricity for consumers. In the Russian Federation, a reduction in the consumption of electrical energy (capacity) as a result of the implementation of energy saving programs does not automatically lead to a reduction in payments by existing consumers. Therefore, it does not affect the energy intensity of GDP. The implementation of programs is expedient if it is possible to connect new consumers to the existing energy system. The choice of the best available technologies must be carried out taking into account the actual modes of equipment loading, climatic factors.

Keywords: energy intensity of GDP, electricity intensity of GDP, energy saving, BAT.



Годовой ввод в промышленную эксплуатацию ветровых и солнечных электростанций в ЕС составляет менее 10 % от необходимого объёма

Снижение выбросов парниковых газов с целью борьбы с изменением климата на планете является ключевым фактором, определяющим текущее развитие мировой энергетики. Российская Федерация является одним из мировых лидеров по снижению выбросов парниковых газов. За период с 1990 по 2020 гг. совокупный антропогенный выброс парниковых газов в стране с учётом сектора землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ) снизился на 52 %, а без учёта ЗИЗЛХ – на 35,1 % [1].

Удельные выбросы CO₂ на выработку электрической энергии (гCO₂/кВт·ч) в целом по энергосистеме РФ на 26 % ниже, чем в США; на 30 % ниже, чем в Германии; в два раза ниже, чем в Китае; на 41 % ниже среднемировых значений, и соответствуют уровню Италии, Дании и ЕС (27) в целом [2,3].

В соответствии с Рамочной конвенцией ООН об изменении климата каждая страна проводит национальную политику с целью ограничения выбросов парниковых газов в атмосферу, в том числе за счёт энергосбережения, повышения энергетической эффективности, развития ВИЭ [4] и комбинированной выработки электрической энергии и тепла [5,6], изменения структуры топливного баланса, применения наилучших доступных технологий (НДТ). Приоритетом для Европейского союза является развитие возобновляемых источников водорода, производимых с использованием главным образом энергии ветра и солнца [7]. Необходимо отметить, что основным фактором снижения выбросов парниковых газов в энергосистемах США и Европейского союза с начала 2000-х гг. являлось замещение в топливном балансе бурого и каменного угля на природный газ [2].

Важным аспектом реализации водородной стратегии Европейского союза



Красноярский алюминиевый завод

Источник: *tehnovar.ru*

является намерение распространить её действие на внешних торговых партнёров с помощью экономических связей и дипломатии, в том числе за счёт инвестиций «в международное сотрудничество в области климата, торговли и исследовательской деятельности» [8].

В настоящее время цели, объявленные Европейским союзом в рамках водородной стратегии, носят в большей степени декларативный характер в виду отсутствия требуемых ресурсов и технологий, а также не подкреплены фактическими действиями [9,10]. Так, годовой ввод в промышленную эксплуатацию ветровых и солнечных электростанций в ЕС составляет менее 10 %

Цели, объявленные ЕС в рамках водородной стратегии, носят в большей степени декларативный характер в виду отсутствия ресурсов и технологий, при этом они подкреплены фактическими действиями

от необходимого объёма [9]. В 2022 г. наблюдалось не снижение, а рост доли угля, в том числе бурого, в энергетическом балансе Европейского союза.

Реализация мероприятий, направленных на борьбу с изменением климата, должна проводиться с учётом национальных особенностей, в том числе: климатических, экономических и социальных. В государственном докладе о состоянии энергосбережения [11] отмечено, что в рамках реализации программы энергоёмкость ВВП РФ была снижена, но целевые показатели не были достигнуты. Независимые оценки, выполненные на основе методических подходов, принятых в мировой практике для сравнения энергоёмкости ВВП разных стран, показали не снижение, а рост показателя энергоёмкости российской экономики за рассматриваемый период [12]. Таким образом, анализ применимости зарубежного опыта снижения энергоёмкости ВВП при формировании и реализации программ повышения энергоэффективности в Российской Федерации является актуальной задачей.

Снижение энергоёмкости ВВП

Конкурентоспособность экономики Российской Федерации как на внешних,

так и на внутренних рынках с учётом климатических особенностей во многом определяется энергетическими затратами в конечной продукции.

Повышение энергетической эффективности экономики является приоритетной задачей государства. Энергоёмкость ВВП определяется коэффициентом отношения затрат на энергию и топливо к величине ВВП. Указом Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» была определена цель – снизить к 2020 г. энергоёмкость ВВП не менее, чем на 40 % от уровня 2007 г. Для достижения указанных целей был принят Федеральный закон № 261-ФЗ и государственная программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 г.» (далее программа) [13].

В соответствии с программой снижение энергоёмкости ВВП должно было быть достигнуто за счёт комбинации следующих факторов:

- структурные сдвиги в экономике;
- сдвиги в продуктовой структуре промышленности;
- рост цен на энергоносители;

ПМУ Уралхим

Источник: *vteks.ru*



Конкурентоспособность экономики России как на внешних, так и на внутренних рынках с учётом климатических особенностей во многом определяется энергетическими затратами в конечной продукции

- автономный технический прогресс (естественное повышение энергетической эффективности в процессе нового строительства и постепенной замены старого оборудования новым).

Программа не рассматривала возможность снижения цен на энергоносители или приведения цен в соответствие с принципом паритета покупательной способности национальной валюты. Сравнение энергоёмкости (электроёмкости) ВВП разных стран проводилось без учёта структуры ВВП, места РФ в международном разделении труда.

Снижение энергоёмкости ВВП в результате реализации программ энергосбережения и энергоэффективности в странах – импортёрах энергоресурсов отличается от результатов в странах-экспортёрах

На рис. 1 представлены данные о доле секторов «сервис» и «производство» в ВВП разных стран.

Российская Федерация в соответствии с данными Всемирного банка (WB) занимает 97 место в мире по доле сектора «сервис» в ВВП, и 55 место по доле сектора «производство» [14]. Рассмотрим влияние снижения объёма полезного отпуска на стоимость электрической энергии (мощности). Для анализа используем общепринятый подход разнесения затрат на условно-постоянные и условно-переменные.

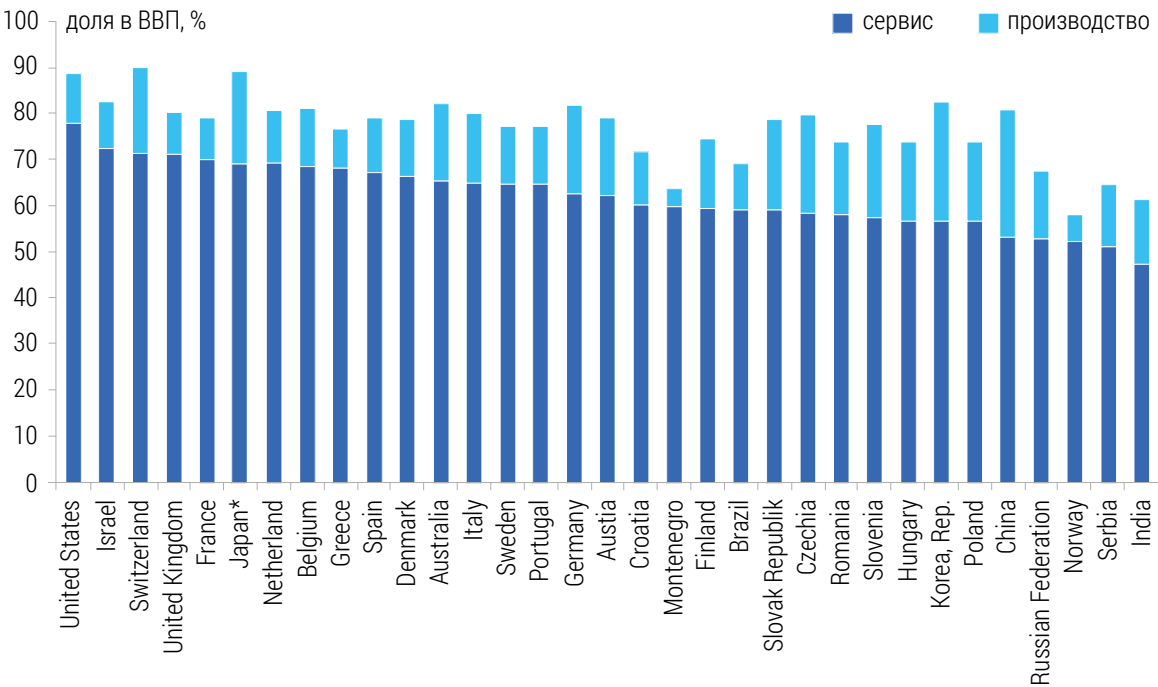
Условно-постоянные затраты не зависят от объёма отпуска (производства)

продукции (услуг). Электроснабжение потребления включает производство, передачу и сбыт электрической энергии. Снижение потребления электрической энергии в результате внедрения программ энергоэффективности не приводит к изменению количества потребителей в энергосистеме. Следовательно, количество электрических проводов, трансформаторов останется неизменным, снизится только объём электрической энергии поставляемой потребителям.

Передача электрической энергии по сетям является регулируемым видом деятельности. Стоимость передачи формируется на базе двухставочного тарифа. Ставка за электрическую мощность покрывает условно-постоянные затраты и часть нормативной прибыли, а ставка за электрическую энергию покрывает условно-переменные затраты и другую часть нормативной прибыли сетевой компании. Условно-переменные затраты в основном связаны с оплатой сетевыми компаниями потерь электрической энергии в электрических сетях и трансформаторах.

В отличие от производства электроэнергии, где существует возможность выведения из эксплуатации части оборудования электростанций, в сетевом комплексе отсутствует возможность уменьшения

Рис. 1. Доля производства и сервиса в ВВП



Электроподстанция

Источник: wastesoul / depositphotos.com

сечения уже существующих сетей, мощности существующих трансформаторов. Производство электрической энергии на электрических станциях не регулируется государством. Условно-переменные затраты в основном связаны с оплатой топлива генерирующими компаниями.

Стоимость топлива формируется стоимостью добычи, передачи и распределения. Условно-переменными затратами при добыче природного газа является налог на добычу полезных ископаемых (НДПИ). Снижение потребления топлива приведёт к росту его стоимости за счёт неизменности условно-постоянных затрат предприятий газовой отрасли. Государственному регулированию подлежит только деятельность сбытовых компаний, имеющих статус гарантирующих поставщиков. Затраты сбытовых компаний зависят от количества потребителей и не зависят от объёма потребления электроэнергии. Затраты сбытовых компаний являются по сути условно-постоянными.

К инфраструктурным организациям рынка электроэнергии и мощности в Российской Федерации относятся системный оператор ЕЭС России (СО ЕЭС), администратор торговой системы (АТС), центр финансовых расчётов (ЦФР). Участники оптового рынка покрывают бюджеты данных организаций за счёт дополнительных платежей на оптовом рынке, устанавливаемых государством. Затраты и нормативная прибыль инфраструктурных организаций можно отнести к условно-постоянным,

независящим от объёма отпуска электрической энергии (мощности) потребителям.

Таким образом, снижение расходов потребителей на электрическую энергию (мощность) возможно на величину потенциального снижения поступлений от НДПИ государству. Сравним снижение стоимости электроэнергии в результате реализации программы повышения энергоэффективности в странах – экспортёрах и импортёрах энергоресурсов.

Страны – импортёры энергоресурсов

Для стран – импортёров энергоресурсов снижение потребления электрической энергии приводит к снижению объёмов закупаемого топлива. Отношение стоимости электроэнергии в энергосистеме до и по-

Повышение эффективности энергетической системы Российской Федерации в целом, и отдельных энергетических компаний в частности, автоматически приводит к снижению энергоёмкости ВВП

сле реализации программ повышения энергоэффективности может быть представлено следующим образом (1):

$$\frac{C_{i\text{имп}}}{C_{0\text{имп}}} \cong 1 - \frac{P_0 \times \Delta B + \Delta P \times B_i}{C_{0\text{имп}}} \quad (1)$$

где: $C_{0\text{имп}}$ и $C_{i\text{имп}}$ – стоимость электроэнергии в энергосистеме до и после реализации программ; P_0 – цена топлива до реализации программ; B_i – потребление топлива после реализации программ; ΔB и ΔP – изменение объёма и цены топлива до и после реализации программ.

При условии, что цена топлива не изменилась ($\Delta P = 0$) получим (2):

$$\frac{C_{i\text{имп}}}{C_{0\text{имп}}} \cong 1 - \frac{P_0 \times \Delta B}{C_{0\text{имп}}} \quad (2)$$

В соответствии с классической экономической теорией цена топлива на рынке зависит от баланса спроса и предложения (если не принимать во внимание различные спекуляции). При снижении спроса и сохранении предложения цена топлива должна снизиться. Однако, страны-экспортёры могут снизить предложение топлива на рынке для сохранения (роста) цены.

Страны – экспортёры энергоресурсов

Для стран – экспортёров энергоресурсов снижение потребления электрической энергии также приводит к снижению объёмов закупаемого топлива. Однако, необходимость компенсировать условно-постоянные затраты, связанные с добычей, транспортировкой и распределением приведут к росту цены топлива.

Отношение стоимости электроэнергии в энергосистеме до и после реализации программ повышения энергоэффективности может быть представлено следующим образом (3):

$$\frac{C_{i\text{эк}}}{C_{0\text{эк}}} \cong 1 - \frac{T_0 \times \Delta B + \Delta T \times B_i}{C_{0\text{эк}}} \quad (3)$$

где: $C_{0\text{эк}}$ и $C_{i\text{эк}}$ – стоимость электроэнергии в энергосистеме до и после реализации программ; T_0 – ставка НДС до реализации программ; ΔT – изменение ставки НДС до и после реализации программ.

При условии, что ставка НДС не изменилась ($\Delta T = 0$) получим (4):

$$\frac{C_{i\text{эк}}}{C_{0\text{эк}}} \cong 1 - \frac{T_0 \times \Delta B}{C_{0\text{эк}}} \quad (4)$$



Газотурбинная ТЭС
Источник: avoelectrica.ru

Следовательно, снижение энергоёмкости ВВП соответствует величине снижения НДС. В случае роста ставки НДС с целью компенсации выпадающих доходов бюджета, при условии $T_0 \times B_0 = T_i \times B_i$ получим, что (5):

$$\frac{C_{i\text{эк}}}{C_{0\text{эк}}} \cong 1 \quad (5)$$

Таким образом, в стране – экспортёре энергоресурсов снижение потребления электрической энергии (мощности) в результате внедрения программ энергоэффективности не приводит к снижению платежей существующих потребителей. Следовательно, это не влияет на энергоёмкость (электроёмкость) ВВП, возможно только перераспределение расходов между существующими потребителями.

Реализация программ энергоэффективности существующих потребителей целесообразна в случае возможности подключения новых потребителей к существующей энергосистеме. В этом случае общие затраты на электроснабжение не снижаются, но происходит перераспределение части финансовой нагрузки на нового потребителя, что уменьшает затраты существующих пользователей. Снижение энергоёмкости (электроёмкости) ВВП достигается за счёт роста ВВП в результате экономической деятельности нового потребителя.

Необходимо отметить, что повышение эффективности энергосистемы Российской Федерации в целом, и отдельных энергетических компаний в частности, автоматически приводит к снижению энергоёмкости ВВП. Однако, снижение энергоёмкости ВВП в соответствии с программой предполагается за счёт «естественного повышения

энергетической эффективности в процессе нового строительства и постепенной замены старого оборудования новым». Экономические стимулы повышения эффективности в виде роста цен на энергоносители направлены исключительно на потребителей. Таким образом, снижение энергоёмкости ВВП в результате реализации программ энергосбережения и энергоэффективности в странах – импортёрах энергетических ресурсов отличается от результатов в странах-экспортёрах.

Внедрение наилучших доступных технологий

Дальнейшее развитие российской экономики предполагает использование наилучших доступных технологий¹ (НДТ) [15]. Правительством РФ определён «комплекс мер, направленных на отказ от использования устаревших и неэффективных технологий, переход на принципы наилучших доступных технологий и внедрение современных технологий» [16–18]. Ключевыми изменениями в государственном регулировании в природоохранной сфере является введение новой системы нормирования воздействия на окружающую среду, предусматривающая внедрение технологических нормативов, устанавливаемых с применением технологических показателей, не превышающих аналогичных показателей НДТ.

Однако, сравнение технологий происходит на базе идеальных режимов загрузки оборудования, которые могут не иметь места при реальной эксплуатации. В справочниках НДТ не учитывается зависимость выбросов от режимов загрузки генерирующего оборудования электростанций: базовый, полупиковый, пиковый, резерв

¹ Наилучшая доступная технология – технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения.

Таблица 1. Диапазон изменения КПД газовых турбин

№	Газовая турбина	Электрический КПД	
		минимальный	максимальный
1.	GE 9001H (330MBт)	30 %	42 %
2.	Mitsubishi 701G (334MBт)	26 %	42 %
3.	Siemens SGT5200EV942 (157MBт)	25 %	36 %
4.	Solar Titan130 (15MBт)	22 %	37 %

Отечественные ПСУ-ТЭЦ при работе в режиме комбинированной выработки являются конкурентоспособными по сравнению с НДТ отдельного производства одновременно на рынках электроэнергии и тепла

электрической и тепловой мощности для покрытия сезонного максимума потребления в случае аномально холодных зим, источник автономного электроснабжения, комбинированная выработка электрической энергии и тепла. Не принимаются во внимание климатические особенности разных стран.

Для примера, в таблице 1 представлены данные о минимальном и максимальном КПД ряда газовых турбин в зависимости от температуры наружного воздуха и нагрузки.

Важность и возможность учёта режимов загрузки оборудования можно показать на примере экологических требований Гетеборгского протокола к Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния ЕЭК ООН [19]. Так, предельные значения выбросов NO_x установленными на суше турбинами внутреннего сгорания (включая ПГУ):

- не распространяются на газовые турбины, предназначенные для использования в чрезвычайных ситуациях, которые эксплуатируются менее 500 часов в год;
- зависят от общей эффективности (превышающей 75 %) газовых турбин, используемых в системах для комбинированного производства электроэнергии и тепла;

- зависят от ежегодного среднего полного КПД (более 55 %) газовых турбин, используемых на установках комбинированного цикла;
- зависят от продолжительности эксплуатации установки (менее 1500 часов в год).

Таким образом, при установлении нормативов выбросов NOx учитываются режимы загрузки оборудования, а для парниковых газов нет.

Несмотря на значительные различия в климате, структуре экономики, структуре энергетики (экспортёр и импортёр энергоресурсов), изменения российского законодательства в отношении НДТ



Абаканская ТЭЦ
Источник: suek.ru

ориентированы на нормы европейского права. На базе директив Европейского парламента и совета Европейского союза 2008–2010 гг. [20–22] были разработаны в том числе: ГОСТ Р 56828.14–2016 «Наилучшие доступные технологии. Структура информационно-технического справочника»; ГОСТ Р 56828.15–2016 «Наилучшие доступные технологии. Термины и определения»; ГОСТ Р 56828.37–2018 «Нормирование. Термины и определения»; ГОСТ Р 56828.38–2018 «Наилучшие доступные технологии. Окружающая среда. Термины и определения»; ГОСТ Р 56828.19–2017 «Наилучшие доступные технологии. Энергосбережение. Методология идентификации показателей энергоэффективности»;

ГОСТ Р 56828.16–2017 «Наилучшие доступные технологии. Энергосбережение. Методология планирования показателей (индикаторов) энергоэффективности»; ГОСТ Р 56828.24–2017 «Наилучшие доступные технологии. Энергосбережение. Руководство по применению наилучших доступных технологий для повышения энергоэффективности».

Комбинированная выработка ТЭЦ

Конкурентоспособность отечественных ПСУ-ТЭЦ с НДТ раздельного производства электрической энергии и тепла в значительной степени зависит от режимов загрузки генерирующего оборудования.

Удельный расход топлива. Для оценки конкурентоспособности комбинированной выработки с НДТ раздельного производства электрической энергии и тепла применим методический подход, представленный в работе [23].

На рис. 2 представлены графики разнесения расхода топлива между производством электрической энергии и тепла для работы генерирующего оборудования ПСУ-ТЭЦ в режиме с объёмом комбинированной выработки электроэнергии 100 % (режим 1) и в режиме с объёмом конденсационной выработкой электроэнергии 33 % (режим 2). Электрический КПД паровой турбины ПСУ принят равным 30 %.

Для обеспечения конкурентоспособности, отнесение расхода топлива на производство или отпуск электрической энергии и тепла необходимо выбирать точки, лежащие на отрезках, внутри «прямоугольника конкурентоспособности» [23]. На рис. 2 отрезок 1 пересекает «прямоугольник конкурентоспособности», следовательно, ПСУ-ТЭЦ при работе в режиме 1 является конкурентоспособной по сравнению с НДТ раздельного производства (ПГУ с КПД_э 63 % и котельной с КПД_т 94 %) одновременно на рынках электроэнергии и тепла.

Отрезок 2 лежит выше «прямоугольника конкурентоспособности», следовательно, можно предположить, что ПСУ-ТЭЦ при работе в режиме 2 неконкурентоспособна по сравнению с НДТ раздельного производства.

Однако, необходимо учитывать, что ПГУ с КПД_э 63 % разработана для работы в базовой части суточного графика нагрузок

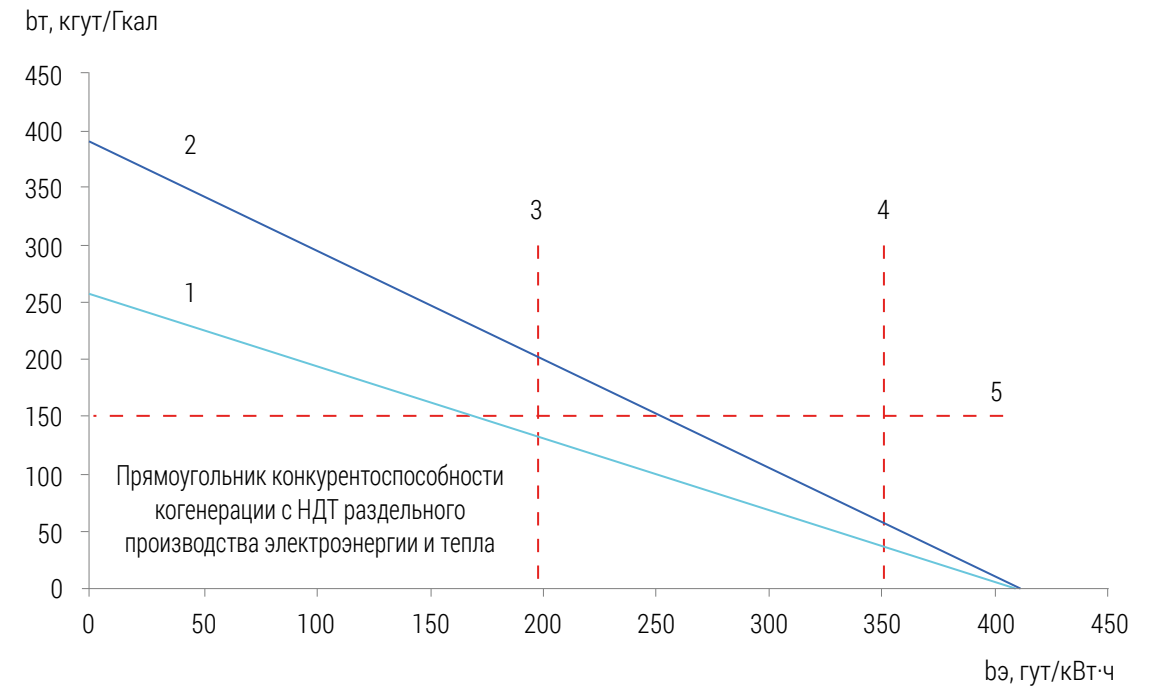


Рис. 2. Разнесение расхода топлива между производством (отпуском) электроэнергии и тепла

Примечание: 1. – УРУТ режим 1; 2. – УРУТ режим 2; 3. – УРУТ ПГУ; 4. – УРУТ ПСУ; 5. – УРУТ котельная

и не может длительно эксплуатироваться в полупиковой и пиковой частях. Следовательно, для сравнения необходимо в справочнике НДТ выбирать технологии раздельного производства электрической энергии и тепла, предназначенные для работы в полупиковом и пиковом режимах.

Удельные выбросы CO₂. В рамках климатической повестки необходимо сравнить выбросы парниковых газов ПСУ-ТЭЦ и НДТ раздельного производства электрической энергии и тепла.

Для оценки удельных выбросов углекислого газа были рассмотрены ПГУ с электрическим КПД 50 и 63 %, что соответствует удельному расходу топлива на выработку электрической энергии 245,66 и 194,97 гут/кВт·ч соответственно, ГТУ с электрическим КПД 30 и 35 %, что соответствует удельному расходу топлива 409,43 и 350,94 гут/кВт·ч соответственно, и ПСУ-ТЭЦ, работающие в теплофикационном режиме.

Разнесение расхода топлива между производством электрической энергии и тепла осуществлялось с учётом конкурентоспособности ПСУ-ТЭЦ одновременно на рынках электрической энергии и тепла. Удельный расход топлива на выработку тепла принят равным 142,86 кгут/Гкал, а удельный расход топлива на выработку

электроэнергии – 175,47 гут/кВт. На рис. 3 представлены результаты оценки удельных выбросов углекислого газа при производстве электрической энергии тепловыми электростанциями разного типа [24].

Удельные выбросы ПГУ (НДТ раздельного производства электрической энергии) превосходят аналогичные показатели теплофикационной выработки ПСУ-ТЭЦ для природного газа (таблица 2). Выбросы угольной ПСУ-ТЭЦ, работающей в режиме комбинированной выработки, меньше, чем у газовых ГТУ.

Таким образом, отечественные так называемые «морально устаревшие» ПСУ-ТЭЦ имеют лучшие показатели топливной

Необходимо учитывать, что ПГУ с КПД_э 63 % разработана для работы в базовой части суточного графика нагрузок и не может длительно эксплуатироваться в полупиковой и пиковой частях

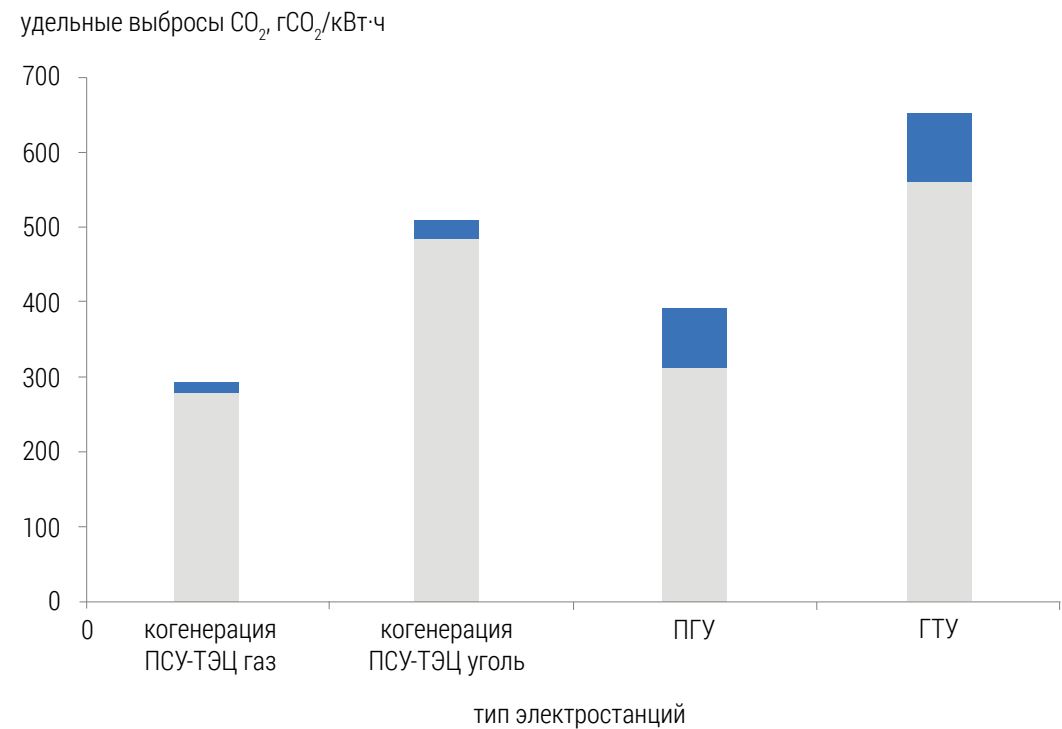


Рис. 3. Диапазон удельных выбросов углекислого газа при производстве электрической энергии электростанциями разного типа

Использованные источники

1. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2020 гг. Часть 1 // Романовская А. А., Нахутин А. И., Гинзбург В. А. и др. – Москва, 2022.

2. Белобородов С. С. Снижение эмиссии CO2: развитие когенерации или строительство ВИЭ? // Энергосовет. 2018. № 1 (51). С. 16–25.

3. Staffell, M. Jansen, A. Chase, E. Cotton and C. Lewis (2018). Energy Revolution: Global Outlook. Drax: Selby. <https://www.drax.com/wp-content/uploads/2018/12/Energy-Revolution-Global-Outlook-Report-Final-Dec-2018-COP24.pdf>.

4. Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата [Электронный ресурс]. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/kyoto.shtml URL: <https://planetcalc.ru/2167/>(Дата обращения 11.09.2019).

5. Directive 2004/8/EC of the European parliament and of the Council of 11 February 2004 on the promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market and amending Directive 92/42/EEC.

6. Growth and responsibility in the world economy// Summit Declaration, G-8, 7 June 2007.

7. A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe

// Communication from commission to the European parliament, The Council, The European economic and social committee and the committee of the regions, Brussels, 8.7.2020.

8. A New Industrial Strategy for Europe // Communication from commission to the European parliament, The Council, The European economic and social committee and the committee of the regions, Brussels, 10.3.2020.

9. Белобородов С. С., Гашо Е. Г., Ненашев А. В. Переход ЕС к водородной энергетике: потребность в ресурсах // Промышленная энергетика. 2021. № 6. С. 36–47.

10. Белобородов С. С., Гашо Е. Г., Ненашев А. В. Оценки «углеродоемкости» и углеродной «нейтральности» экономики ЕС и РФ // Промышленная энергетика. 2021. № 11. С. 38–47.

11. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации в 2016 г. // Минэнерго России. – Москва, 2017.

12. Башмаков И. А. Что происходит с энергоёмкостью ВВП России? // Экологический вестник России. 2018. № 7. С. 18–29.

13. Государственная программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. № 2446-р.

14. Электронные ресурсы: <https://data.worldbank.org/indicator/>

№	Тип электростанции	Топливо	Удельные выбросы CO ₂ , гCO ₂ /кВт·ч	
			макс.	мин.
1.	Когенерация ПСУ-ТЭЦ	газ	294	280
2.	Когенерация ПСУ-ТЭЦ	уголь	508	484
3.	ПГУ	газ	392	311
4.	ГТУ	газ	653	559

Таблица 2. Минимальные и максимальные значения удельных выбросов CO₂

и экологической эффективности, чем импортные НДТ раздельного производства. При этом рост теплофикационной выработки электрической энергии и тепла ПСУ-ТЭЦ гарантированно приводит к снижению выбросов парниковых газов в энергосистеме.

Выводы

Снижение энергоёмкости ВВП в результате реализации программ энергосбережения и энергоэффективности в странах – импортерах энергетических ресурсов отличается от результатов в странах-экспортерах. В Российской Федерации снижение потребления электрической энергии (мощности) в результате внедрения программ энергоэффективности не приводит автоматически к снижению платежей существующих потребителей. Следовательно, это не влияет на энергоёмкость (электроёмкость) ВВП,

возможно только перераспределение расходов между существующими потребителями.

Реализация программ энергоэффективности существующих потребителей целесообразна в случае возможности подключения новых потребителей к существующей энергосистеме. Повышение эффективности энергосистемы Российской Федерации в целом, и отдельных энергетических компаний в частности, автоматически приводит к снижению энергоёмкости ВВП.

Отечественные ПСУ-ТЭЦ при работе в режиме комбинированной выработки являются конкурентоспособными по сравнению с НДТ раздельного производства (ПГУ с КПД_э 63 % и котельной с КПД_т 94 %) одновременно на рынках электроэнергетики и тепла. В соответствующих справочниках НДТ эффективность технологий должна быть представлена с учётом режимов загрузки оборудования, влияния климатических факторов.

ном предупреждении и контроле загрязнений». Directive 2008/1/EC of the European Parliament and of the Council of 15 January 2008 concerning integrated pollution prevention and control. – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32008L0001>

21. Директива Европейского парламента и совета Европейского союза 2010/75/EC от 24 ноября 2010 г. О промышленных эмиссиях (комплексное предупреждение и контроль). Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control). – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32010L0075>

22. European Commission. Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency. 2009. – URL: https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/ENE_Adopted_02-2009.pdf

23. Белобородов С. С., Дудолин А. А. Анализ конкурентоспособности теплоэлектроцентралей на рынке электроэнергетики и тепла // Вестник МЭИ. 2018. № 2. С. 21–29.

24. Белобородов С. С. «Зелёные сертификаты»: сравнение выбросов углекислого газа при производстве электроэнергии ТЭС, ВЭС, СЭС и ГЭС // Электрические станции. 2023. № 1. С. 2–8.

Электроэнергетика юга Африки: проблемы и тенденции развития

Southern African Power Industry: Problems and Development Trends

Алексей МАСТЕПАНОВ
Главный научный сотрудник ИПНГ
РАН, профессор РГУ нефти и газа
им. И. М. Губкина, академик РАН, д. э. н.
E-mail: amastepanov@mail.ru

Андрей СУМИН
Ведущий научный
сотрудник ИПНГ РАН, к. ю. н.
E-mail: andrey-sumin@rambler.ru

Борис ЧИГАРЕВ
Ведущий инженер по научно-технической
информации ИПНГ РАН, к. ф.-м. н.
E-mail: bchigarev@ipng.ru

Alexey MASTEPANOV
Chief Researcher of the Oil and Gas Research Institute of the
Russian Academy of Sciences (OGRI RAS), Dr. of economic sci.,
professor of the National University of Oil and Gas («Gubkin Univer-
sity»), Academician of the Russian Academy of Natural Sciences
E-mail: amastepanov@mail.ru

Andrey SUMIN
Leading researcher of the Oil and Gas Research Institute of
the Russian Academy of Sciences (OGRI RAS), PhD in law
E-mail: andrey-sumin@rambler.ru

Boris CHIGAREV
Leading engineer for scientific and technical information at
the Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy
of Sciences (OGRI RAS), PhD in physics and mathematics
E-mail: bchigarev@ipng.ru

Нефтяные танкеры в порту Кейптаун

Источник: petertt / depositphotos.com



Аннотация. В статье анализируются роль и место электроэнергетики в экономическом и социальном развитии Африки. Рассмотрена динамика развития электроэнергетики на континенте в эпоху энергетического перехода. Показаны особенности электроэнергетической отрасли в отдельных регионах Африки. Отдельно дана характеристика электроэнергетическому сектору Южно-Африканской Республики, выделены его особенности, проблемы и тенденции развития. Сделан акцент на усилиях, предпринимаемых южноафриканскими властями для разрешения энергетического кризиса в стране. Освещены общеафриканские энергетические проблемы, в решении которых могла бы оказать содействие Россия. Оценен потенциал взаимодействия России с государствами Африки в сфере электроэнергетики для реализации российских геополитических и геоэкономических интересов.

Ключевые слова: Африка, юг Африки, ЮАР, Россия, электроэнергетика, электроэнергия, энергетическая бедность, энергия, энергетический пул, электрогенерация, энергетика, энергетические сети, закон, монополия, энергетический кризис, энергетическая безопасность, веерные отключения.

Abstract. The article analyzes the role and place of the electric power industry in the economic and social development of Africa. The dynamics of the development of the electric power industry on the continent in the era of the energy transition is considered. The features of the electric power industry in certain regions of Africa are shown. Separately, a characteristic is given to the electric power sector of the Republic of South Africa, its features, problems and development trends are highlighted. Emphasis is placed on the efforts made by the South African authorities to resolve the energy crisis in the country. All-African energy problems are highlighted, to the solution of which Russia could contribute. The potential of Russia's cooperation with the states of Africa in the field of electric power industry for the implementation of Russian geopolitical and geo-economic interests has been assessed.

Keywords: Africa, South African Region, South Africa, Russia, power production industry, electricity, energy poverty, energy, energy pool, power generation, energy branch, energy networks, law, monopoly, energy crisis, energy security, loadshedding.

//

**Африка – наименее
электрифицированный
континент мира: в 2021 г.
43 % его населения или
600 млн человек не имели
доступа к электричеству**

Опережающее развитие электроэнергетики и электрификация всех секторов потребления являются одним из основных направлений будущего развития экономики и энергетики. Для Африки эти процессы имеют особое значение, ибо она – наименее электрифицированный континент мира: в 2021 г. 43 % его населения, то есть около 600 млн человек, по-прежнему не имели доступа к электричеству. Кроме того, более 970 млн африканцев – почти три четверти всего населения – не имели доступа к чистым средствам приготовления пищи. Причём, основная часть этого обездоленного населения проживает в странах Африки к югу от Сахары (рис. 1 и таблица 1).

Быстрый рост населения в Африке уже многие годы опережал усилия по расширению его доступа к чистым средствам приготовления пищи. По данным МЭА, в период с 2010 по 2019 гг. количество людей, не имеющих такого доступа, увеличилось в среднем на 17 млн человек, или

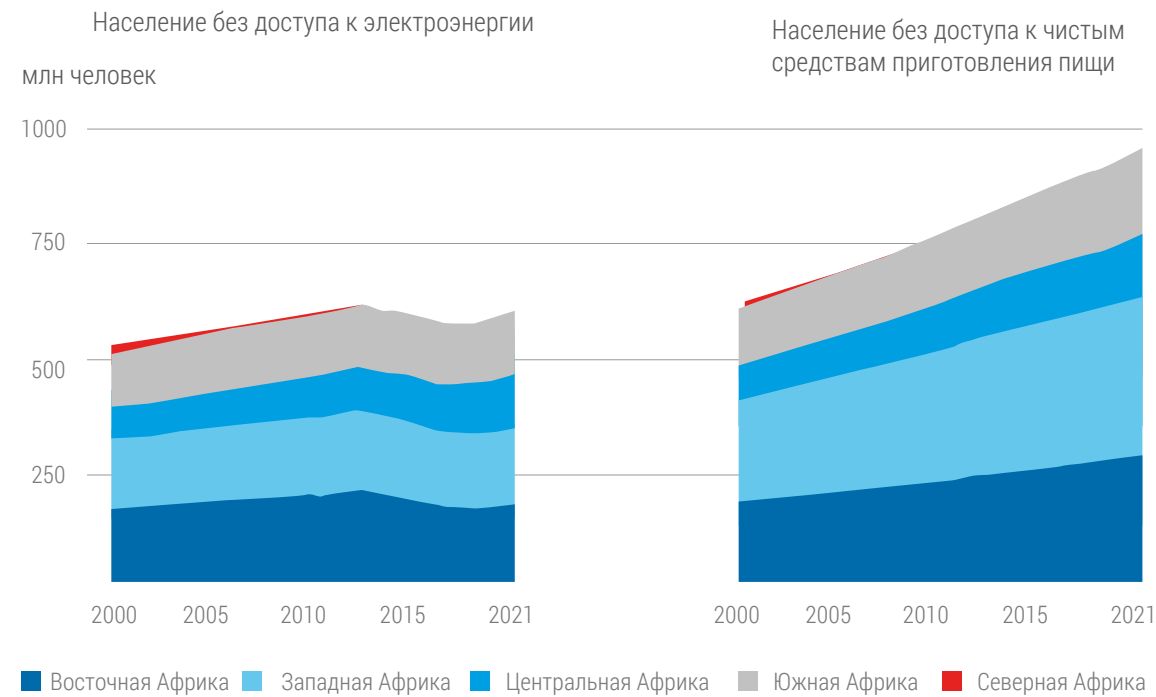


Рис. 1. Население, не имеющее доступа к современным энергетическим услугам в Африке

Источник: [1]

на 2 % в год, а пандемия COVID-19 еще больше ускорила эту тенденцию. По оценкам МЭА, число людей, не имеющих доступа к экологически чистому топливу и современным технологиям для приготовления пищи, в 2020 и 2021 гг. ежегодно увеличивалось примерно на 20 млн человек, или на 2,5 % [1].

Пандемия COVID-19 замедлила и темпы как новых подключений к электросетям, так и подключений к автономным источникам электроэнергии [1]. Она же ввергла в долговой кризис более 20 африканских стран, а резкое повышение цен на энергоносители, вызванное энергетическим кри-

зисом, охватившим в 2021 г. вначале Европу, а затем и ряд других регионов мира, усугубило как энергетическую бедность, так и бедность в целом в большинстве африканских стран.

О бедности как таковой необходимо сказать особо, ибо она в настоящее время является основным тормозом как экономического развития континента, так и его энергетического сектора. По оценкам Всемирного банка, к концу 2022 г. общее число африканцев, проживающих в условиях крайней нищеты, определяемой как получающих менее 1,9 долл. в день, составит порядка 460–465 млн человек [3].

Таблица 1. Объём потребления электроэнергии в Африке в 2020 г. и численность населения, не имеющего доступа к электроэнергии

Источник: по данным Африканского энергетического портала (AEP) [2]

	Объём конечного потребления электроэнергии		Доступ населения к электроэнергии	
	всего, трлн кВт·ч	на душу населения, кВт·ч	имеют доступ, в% к общей численности населения	не имеют доступа, млн человек
Африка, всего	719,89	532,9	55,8	597,6
в т. ч. – Северная	305,9	1480	97,8	4,6
Западная	64,5	162,1	53,2	186,2
Центральная	21,21	145,1	29	103,8
Восточная	52,57	128	47,8	214,6
Южная	275,71	1455,9	53,3	88,4
из неё – ЮАР	207,86	3539,8	84,4	9,2

Согласно прогнозам Всемирного банка, крайняя бедность станет почти исключительно африканским явлением. К 2030 г. 90 % населения планеты, живущее в нищете, будет представлено жителями Африки

А вскоре, согласно прогнозам Всемирного банка, опубликованным ещё до пандемии COVID-19, крайняя бедность станет почти исключительно африканским явлением. Уже к 2030 г. 90 % населения нашей планеты, живущее в нищете, будет представлено жителями Африки (в то время как этот показатель в 2015 г. составлял 55 %) [4].

Слабое развитие электроэнергетических хозяйств многих африканских государств и низкий уровень доступа населения к электроэнергии существенно тормозят социально-экономическое развитие континента и препятствуют раскрытию имеющегося у него мощнейшего экономического, ресурсного, демографического, политического потенциала [5]. В свою очередь, отсутствие развитой энергетической инфраструктуры является одной из проблем электроэнергетического сектора африканской экономики, хотя для решения её ещё в 2015 г. Африканским банком развития был подписан новый курс энергетической политики континента (New Deal on Energy for Africa). Как отмечают специалисты Всемирного банка (The World Bank), расширение и модернизация транспортной системы Африки (включая дороги, аэропорты и порты), расширение доступа к надёжному и недорогому электроснабжению

и повышение эффективности использования существующей инфраструктуры являются ключевыми факторами для ускорения экономической интеграции в регионе [6].

В целом же, по оценкам авторов совместного доклада Российского совета по международным делам и Союза «Африканская деловая инициатива», африканский континент вошел в XXI век с большим багажом достижений и проблем, которые не могут не влиять на дальнейшую конфигурацию не только континентальной, но и глобальной картины. Решение африканских проблем – это, прежде всего, задача народов и лидеров самих африканских

Трущобы Йоханнесбурга

Источник: RichTphoto / depositphotos.com



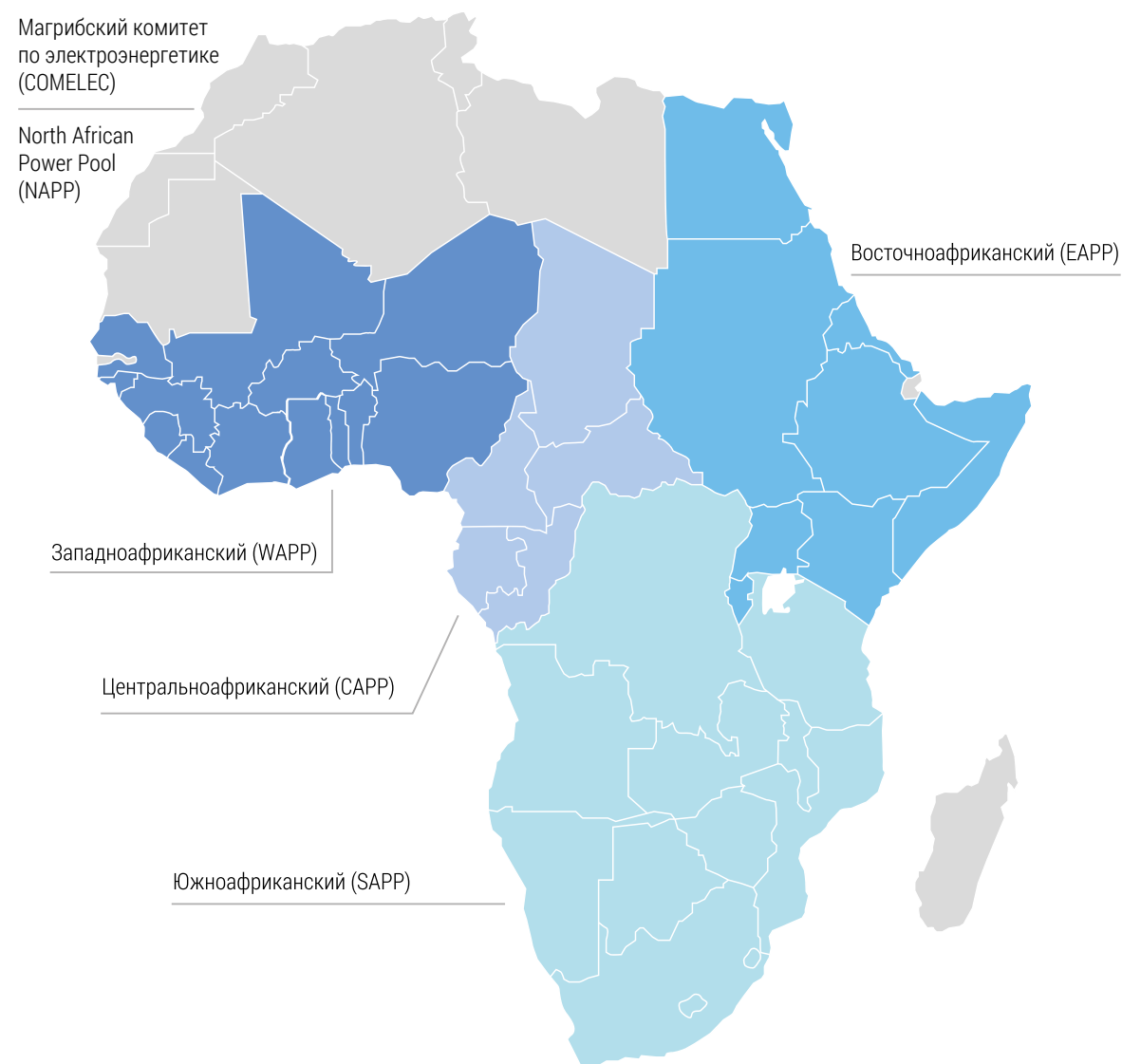
стран, но Россия вполне способна внести свой уникальный вклад в поиски этих решений [7]. Отсюда вытекает и официальная позиция России по вопросам сотрудничества с африканскими странами: «Задача, стоящая перед Россией, – укрепление суверенитета стран Африки в политической, экономической и технологической сферах. В отличие от западных стран мы выступаем за создание в Африке собственных мощностей не только по добыче энергетических ресурсов, но и их переработке и дальнейшему использованию. На континенте катастрофически не хватает нефтеперерабатывающих заводов, ГЭС, объектов возобновляемой энергетики и другой критической инфраструктуры. Россия видит приоритетным именно создание этих

и других мощностей, необходимых для обеспечения энергетической безопасности африканских стран», – заявил в октябре 2022 г. на Международном форуме «Российская энергетическая неделя» (РЭН-2022) посол по особым поручениям МИД России, руководитель секретариата Форума партнерства «Россия – Африка» О. Б. Озеров [8]. В настоящее время на Африканском континенте функционирует пять прототипов региональных энергетических систем, созданных в 1995–2005 гг. (рис. 2). Это четыре так называемых «энергетических пула»:

- Восточноафриканский (Eastern Africa Power Pool, EAPP);
- Центральноеафриканский (Central African Power Pool, CAPP);

Рис. 2. Африканские энергетические пулы

Источники: по данным [9] и [10]



	Всего	в том числе:							
		ТЭС*	АЭС	ВИЭ	из них:				Прочие
					ГЭС	ВЭС	СЭС	прочие	
Африка, всего	240,6	180,2	1,9	55,2	34,2	7,3	11,2	2,5	3,3
в т. ч. – Северная	114,7	103,4	-	11	4,4	3,4	3,1	0,1	0,3
Западная	26,4	19,4	-	6,9	6	0,2	0,7	-	0,1
Центральная	6,6	2,3	-	4,3	4,2	-	0	0	-
Восточная	17,9	6,3	-	11,6	8,4	0,8	0,6	1,8	-
Южная	75	48,8	1,9	21,4	11,2	3	6,7	0,5	2,9
из неё – ЮАР	58	43,1	1,9	10,2	0,8	3	6,2	0,2	2,8

* – на ископаемом топливе

Таблица 2. Установленная мощность электростанций в Африке в 2021 г., ГВт

Источник: по данным Африканского энергетического портала (AEP) [2]

- Южноафриканский (Southern African Power Pool, SAPP¹);
- Западноафриканский (West African Power Pool, WAPP);
- Магрибский комитет по электроэнергетике (Comité Maghrébin de l'Electricité, COMELEC) – он же Энергетический пул Северной Африки (North African Power Pool, NAPP).

Энергетическая характеристика этих объединений представлена в таблицах 2 и 3.

Однако созданные в Африке энергетические пулы не функционируют как полноценные рынки электроэнергии и почти не оказывают положительного влияния на процесс преодоления энергетической отсталости континента [11].

¹ Южноафриканский энергетический пул (SAPP) был создан в 1995 г. и стал первым энергетическим пулом в Африке. В настоящее время SAPP является наиболее развитым региональным энергетическим объединением на континенте, членами которого являются 17 энергетических компаний и учреждений из 12 государств: Ботсваны, Мозамбика, Малави, Анголы, ЮАР, Лесото, Намибии, ДРК, Эсватини, Танзании, Замбии и Зимбабве [11].

Неразвитость электрических сетей, магистральных и распределительных линий электропередач как внутри стран, так и в пределах энергетических пулов, наряду с общей нехваткой генерирующих мощностей и устарелостью оборудования, обуславливает слабое развитие межгосударственных перетоков электроэнергии. Так, по данным [5], в 2018 г. экспортно-импортные перетоки электроэнергии внутри энергетических пулов оставались крайне незначительными – от 0,6 и 0,7 %, соответственно, в Восточноафриканском пуле, до 9,6 и 11,9 % в Южноафриканском. По мнению А. Ю. Шаровой, эта проблема может еще больше обостриться с вводом в эксплуатацию реализуемых и готовящихся к реализации проектов в области электрогенерации: «с высокой долей вероятности может сложиться ситуация, при которой построенные мощности будут не востребованы из-за отсутствия возможности доставки вырабатываемой электроэнергии потребителям» [5].

Кроме того, даже в SAPP – в наиболее развитом региональном энергетическом

Таблица 3. Объем и структура производства электроэнергии в Африке в 2020 г., трлн кВт·ч

Источник: по данным Африканского энергетического портала (AEP) [2]

	Всего	в том числе:					
		ТЭС*	АЭС	ВИЭ	из них:		Прочие
					ГЭС	ВЭС, СЭС и прочие	
Африка, всего	901,62	712,56	15,81	173,24	145,89	27,35	0,1
в т. ч. – Северная	389,26	364,26	-	25	16,38	8,62	0
Западная	74,67	55,21	-	19,46	18,69	0,77	0
Центральная	27,98	7,82	-	20,16	20,01	0,15	-
Восточная	66,93	22,6	-	44,33	36,13	8,2	-
Южная	342,79	262,68	15,81	64,3	54,67	9,63	0
из неё – ЮАР	278,14	247,3	15,81	15,03	5,9	9,13	0

* – на ископаемом топливе

объединении на континенте, существует целый ряд серьезных проблем, таких как [12]:

- недостаток инфраструктуры для снабжения электроэнергией;
- недостаток технического обслуживания инфраструктуры;
- ограниченные фонды для финансирования новых инвестиций;
- недостаточная генерация – уже к 2007 г. были исчерпаны избыточные мощности;
- значительные потери электроэнергии в сетях.

Решение этих проблем открывает широкие перспективы для иностранного бизнеса/капитала, в том числе и российского. Россия может и должна в решении этих проблем принимать самое активное участие. И начало такого участия руководством страны и российским бизнесом уже положено:

- в 2019 г. в г. Сочи состоялся первый в истории саммит «Россия – Африка», в работе которого приняли участие Президент РФ В. В. Путин и министр энергетики России А. В. Новак;
- в 2020 г. учреждены форум партнёрства «Россия – Африка» и его секретариат;
- в июне 2020 г. началась работа АЭС-СА – Ассоциации экономического сотрудничества со странами Африки;
- идёт активная подготовка ко второму саммиту «Россия – Африка».

К этому саммиту, как сообщил глава Департамента международного сотрудничества Минэнерго РФ Д. Семенов 12 октября 2022 г. на полях «Российской энергетической недели», Россия готовит 30 проектов для Африки в сфере энергетики.

Анализ соответствующих результатов исследований, выполненных авторами

Созданные в Африке энергетические пулы не функционируют как полноценные рынки электроэнергии и почти не оказывают положительного влияния на процесс преодоления энергетической отсталости



Солнечные панели на крыше африканской хижины
Источник: michaklootwijk / depositphotos.com

статьи и другими специалистами², показывает, что в области электроэнергетики наибольшие перспективы имеют такие сферы сотрудничества России с африканскими странами, как:

- атомная энергетика;
- новые технологии и материалы для возобновляемой энергетики;
- способы и технологии накопления и хранения энергии;
- энергоэффективность и энергоэффективные технологии;
- передающие и распределительные сети;
- возобновляемая энергетика и гидрогенерация;
- распределенная энергетика.

Многие российские компании имеют опыт и компетенции в сферах, а само подобное сотрудничество позволит одновременно и диверсифицировать источники формирования государственного бюджета России, и открыть для её обрабатывающей промышленности новые рынки сбыта. Как отметил в этой связи посол по особым поручениям МИД России, руководитель секретариата Форума партнёрства «Россия – Африка» О. Б. Озеров, выступая на РЭН-2022, «в течение последних десятилетий внешняя политика России была сфокусирована на развитии отношений с западными странами. В новых условиях миропорядка ситуация

² См., напр., [5,13].

кардинально изменилась. Сегодня наша страна придает особое значение формированию новых политических и экономических альянсов, среди которых одним из наиболее значимых является африканский регион. Большинство стран континента видят в нашей стране союзника, борющегося с неокOLONиальным господством Запада, а также альтернативные рынки сбыта» [14].

Проблемы и возможности африканской электроэнергетики рассмотрим подробнее на примере Южноафриканского энергетического пула и ЮАР – одной из крупнейших экономик континента.

Несмотря на наблюдающиеся в последние годы системные проблемы в электроснабжении, ЮАР является страной с одной из самых высоких степеней доступности электроэнергии в масштабах Африки. Электроэнергия широко используется в промышленно-торговом и жилищно-коммунальном секторах.

Правовой основой функционирования электроэнергетической отрасли в стране в настоящее время является закон Южно-Африканской Республики о регулировании электроэнергетики 2006 г. (англ. – Electricity Regulation Act) [15]. С принятием данного закона были внесены изменения

ЛЭП в ЮАР



Источник: alistairjcotton / depositphotos.com

Несмотря на наблюдающиеся в последние годы системные проблемы в электроснабжении, ЮАР является страной с одной из самых высоких степеней доступности электроэнергии в масштабах Африки

в ранее принятые отраслевые нормативно-правовые акты. По замыслу законодателя, закон о регулировании электроэнергетики призван:

- служить нормативной базой для функционирования национальной электроэнергетической отрасли;
- наделить Национальный энергетический регулятор (англ. – National Energy Regulator) полномочиями по контролю за соблюдением правовых норм в области электроэнергетики;
- внедрить систему лицензирования в сферах производства, передачи,

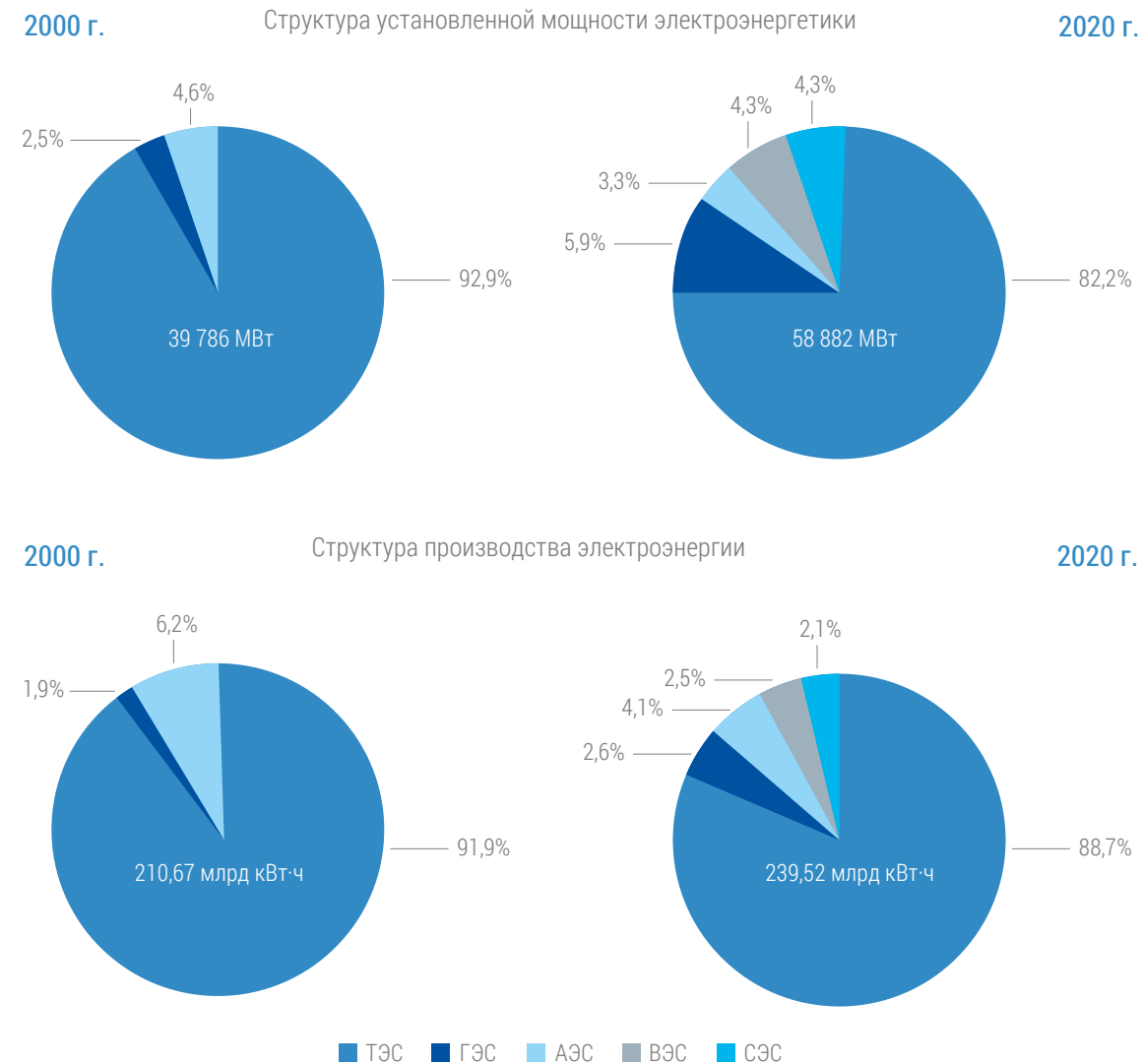


Рис. 3. Электроэнергетика ЮАР: структура установленной мощности электростанций и валового производства электроэнергии³

Источник: составлено и рассчитано авторами по данным UNdata 2023, March

поставки, торговли, экспорта и импорта электроэнергии.

Основной объем электроэнергии в ЮАР традиционно производится в угольной генерации (рис. 3 и 4). Данный факт легко объясним: Южно-Африканская Республика является седьмым по важности угледобывающим государством в мире [16].

Более того, крупные угольные месторождения являются стовым хребтом южноафриканской экономики на протяжении

более ста лет. Правда, в последние годы наметилась тенденция к постепенному истощению наиболее важных месторождений, легкодоступных для разработки и транспортировки угля с логистической точки зрения и позволяющих вести угледобычу наименее затратно. По состоянию на 2018 г. южноафриканский ТЭК располагал действующими угольными электростанциями совокупной мощностью в 42 ГВт, что ставило страну на седьмое место в мире по данному показателю. Кроме того, в стадии строительства находились угольные электростанции нового поколения общей мощностью в 6 ГВт. Ещё несколько угольных электростанций общей мощностью в 3 ГВт пребывали в стадии проектирования [16].

³ Отметим, что в силу низкого качества национальной статистики в африканских странах в различных справочниках и базах данных информация об основных энергетических показателях зачастую приводится на базе оценок и существенно расходится. Так, по данным ВР, удельный вес АЭС в валовом производстве электроэнергии в ЮАР в 2020 г. составлял 6,5 %, ГЭС – 0,2 %, а ТЭС – 86 % [17].

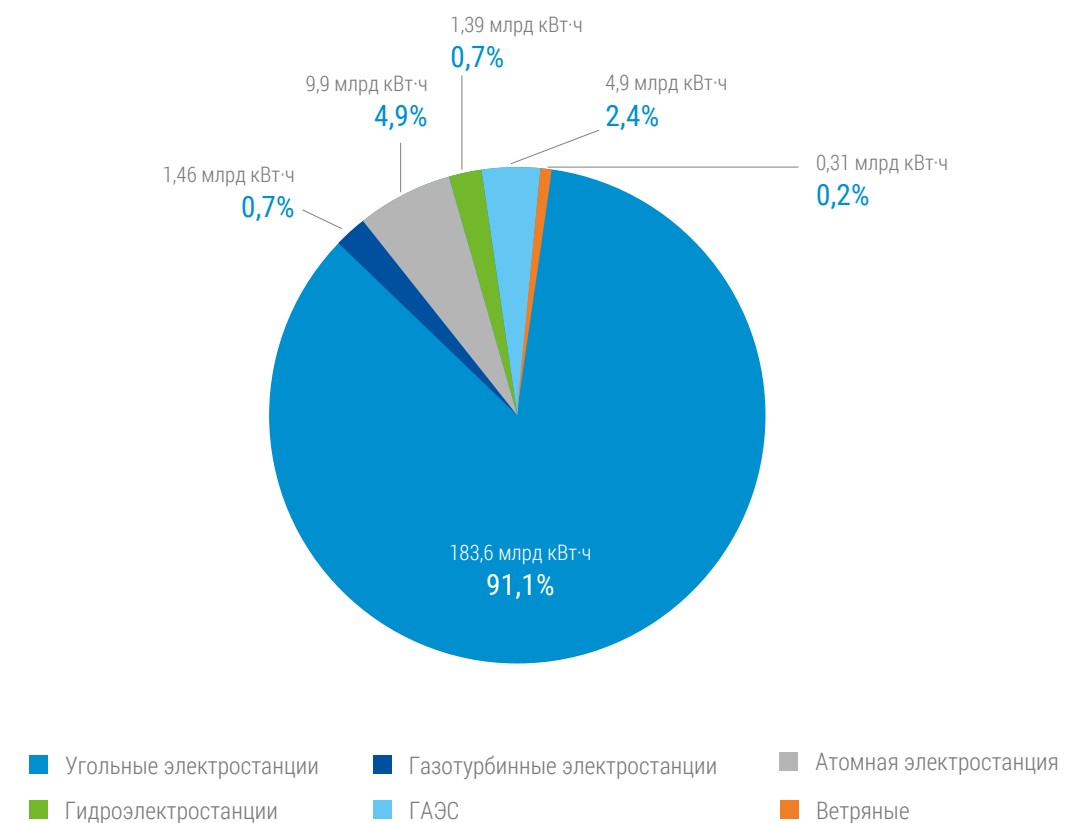
Именно угольная генерация в ее нынешнем состоянии считается одной из причин разразившегося недавно в стране энергетического кризиса. В течение длительного времени отрасль страдает от недостатка инвестиций в расширение производственных мощностей и обновление основных фондов. Увеличение энергопотребления ведёт к ускоренному износу оборудования, которое не успевает обновляться из-за недостаточного финансирования. Недостаток финансирования сказался и на реализации новых проектов. В частности, затянувшееся строительство двух крупных угольных электростанций Medupi и Kusile (производительностью в 4,8 ГВт каждая) существенно превысило проектные сроки, а фактические расходы давно вышли за рамки первоначальных смет. Наряду с перечисленными проблемами, в последние годы угольная генерация привлекает критическое внимание общественности и в свете вреда для экологии и здоровья человека, возникающего в результате выбросов от сжигания в окружающую среду.

Перечисленные проблемы тесно связаны с ещё одной первопричиной плачевного

состояния южноафриканской электроэнергетики, а именно с высокой степенью ее монополизации. Особенностью электроэнергетического сектора ЮАР является то обстоятельство, что он изначально был задуман как централизованно контролируемая структура. В 1922 г. центральное правительство Южно-Африканского Союза (предшественника нынешней Южно-Африканской Республики) разработало закон об электроэнергии (англ. – Electricity Act). Во исполнение этого закона в 1923 г. была учреждена такая публично-правовая компания, как Комиссия по электроснабжению (ESCOM), известная также под своим африканским названием Elektrisiteitsvoorsieningskommissie (EVKOM), которая с самого начала была юридически наделена монопольным статусом на всей территории страны. В 1987 г. компания изменила своё название, объединив два акронима в своём предыдущем названии (ESCOM и EVKOM), и стала известна как Eskom. В настоящий момент Eskom является крупнейшим производителем электроэнергии на Африканском континенте. На внутреннем рынке ЮАР на долю монополии приходится свы-

Рис. 4. Структура производства электроэнергии-нетто на электростанциях Eskom за 2021 финансовый год

Источник: составлено авторами на основе [18]



Для электроэнергетики ЮАР характерны высокие потери электроэнергии в сетях, которые в 2020 г. достигли 11,98 % от общей поставки электроэнергии, и низкий уровень технологического развития

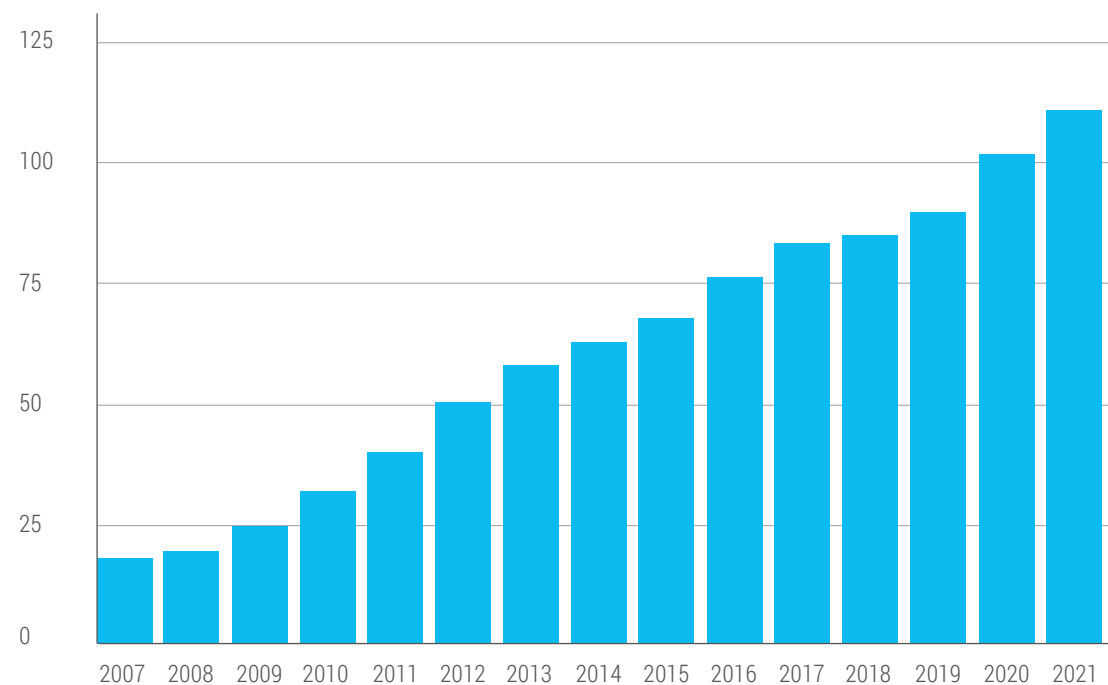
ше 90 % всей поставляемой конечным потребителям электроэнергии. Eskom также является оператором национальной электропередающей инфраструктуры и собственником гидро-, газовых, единственной атомной и большинства угольных электростанций в стране. Более того, Eskom является компанией не только национального, но и регионального масштаба, поскольку занимается поставками электроэнергии по всем государствам Сообщества развития юга Африки (англ. – Southern African Development Community). Этот

региональный союз располагает единой интегрированной системой электропередающих сетей (англ. – Southern African Power Pool, сокр. – SAPP), включающей сетевую инфраструктуру Ботсваны, Эсватини, Лесото, Мозамбика, Замбии, Зимбабве и собственно ЮАР. Основным оператором SAPP является опять же ESCOM. Южноафриканская монополия импортирует в свою страну электроэнергию из Лесото, Мозамбика, Зимбабве и Замбии, а экспортирует в Ботсвану, Эсватини, Намибию и (как ни парадоксально) – также в Лесото, Замбию, Зимбабве и Мозамбик. Почти вся производимая в ЮАР электроэнергия (91 %) потребляется на внутреннем рынке, еще 4 % импортируется из-за рубежа, а 5 %, напротив, отправляется на экспорт [19, с. 16].

Монопольный статус Eskom в конечном итоге породил целый комплекс проблем в южноафриканской электроэнергетике. Зафиксированный законодательно ровно век назад монопольный статус публично-правовой компании, изначально нацеленный на закрепление роли государства в энергетике в качестве гарантии национальной энергетической безопасности, со временем превратился в препятствие

Рис. 5. Средняя цена на электроэнергию, 2007–2021 финансовый год, рэнд/100 (центов рэнда⁴) за кВт·ч

Источник: [18]



⁴ По состоянию на 16 мая 2023 г. 1 USD равен 19,11 южноафриканским рэндам (ZAR).

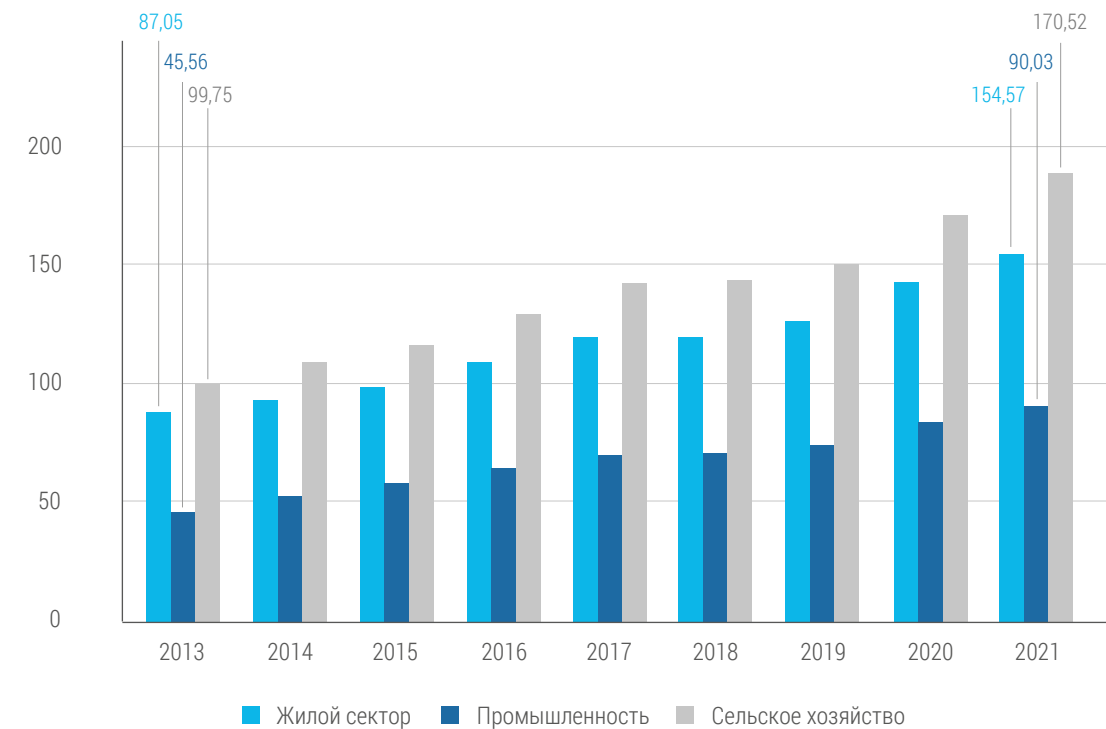


Рис. 6. Средние расчетные цены (по данным годовых отчетов Eskom) на электроэнергию по отдельным секторам, 2007–2021 финансовый год, Рэнд/100 (центов рэнда) за кВт·ч

Источник: [18]

для развития не только ТЭК, но и всей экономики страны. Архаичные структура управления и принятия решений в Eskom, некомпетентность и коррупция [20] на всех уровнях спровоцировали крупные просчеты в оценке перспектив и объемов роста энергопотребления в национальном и региональных масштабах. В свое время Министерство минеральных ресурсов и энергетики ЮАР (англ. – Department of Mineral Resources and Energy, далее – Минэнерго) и Eskom не сумели предугадать резкое повышение спроса на электроэнергию в общенациональном масштабе как следствие ускоренного экономического роста в мире в начале первого десятилетия XXI века. Ситуация усугубилась проблемами, порожденными сломом системы апартеида и переходом к демократической форме правления в начале 1990-х гг. [21]. Хроническое недофинансирование привело, как уже было отмечено выше, к износу основных фондов и, как следствие, к росту производственных издержек.

Данные факторы вкупе с упомянутым выше удорожанием угледобычи привели к тому, что, Eskom оказался вынужден постоянно повышать тарифы на отпущаемую потребителям электроэнергию. В частности, по состоянию на 2018 г. рост

тарифов на электроэнергию за два предшествующих десятилетия составил ни много ни мало 300 %. В последующие годы рост тарифов продолжался (рис. 5).

При этом, в 2013–2021 гг. наиболее быстро росли средние расчетные цены на электроэнергию для населения (рис. 6).

В конце 2022 – начале 2023 гг. власти оказались вынуждены повысить тарифы на электроэнергию еще на 18,65 % [21]. Повышение тарифов было одобрено Южноафриканским национальным энергетическим регулятором (англ. – National Energy Regulator of South Africa, сокр. – NERSA).

В ЮАР с 2014 г. массовый характер приобрели веерные отключения электроэнергии при повышенном потреблении в пиковые часы, которые в 2019 г. обошлись экономике потерями в 7 млрд долл.

Рост тарифов власти обосновали необходимость обеспечить Eskom дополнительной денежной ликвидностью для сохранения его финансовой устойчивости и для гарантии осуществления им текущей эксплуатации сетевой инфраструктуры.

Повышение тарифов вкупе с замедлением деловой активности вследствие разразившегося в 2008 г. мирового финансового кризиса привело к стагнации потребления электроэнергии в последующие годы. В упомянутом 2018 г. спрос на электроэнергию сохранялся на уровне 2007 г., что оказалось на треть меньше правительственного прогноза [16].

Наконец, ситуация усугубляется ещё двумя, типичными именно для ЮАР факторами – воровством электроэнергии путём несанкционированного подключения к энергосетям и массовыми неплатежами со стороны потребителей⁵ [21]. Финансовые трудности, в которых оказалась монополия в последние годы, носят настолько серьёзный характер, что южноафриканское Министерство финансов даже охарактеризовало их как единственный системный риск для экономики страны [16].

Кроме того, для электроэнергетики ЮАР характерны высокие потери электроэнергии в сетях, которые в 2020 г. достигли 11,98 % от общей поставки электроэнергии, и низкий уровень технологического развития отрасли (в 2020 г. – всего 29,86 %) [18].

Первые скоординированные шаги по преодолению энергетического кризиса правительство предприняло лишь в июле 2022 г. В срочном порядке был запущен в реализацию энергетический план действий

⁵ По данным портала atominfo.ru, слабый менеджмент и низкая культура обслуживания имеющегося оборудования привели к тому, что Eskom не может надёжно обеспечить собственное население электроэнергией. При этом задолженность электрохолдинга составляет 450 млрд рэндов, или более 30,4 млрд долл. Как пишет FT, в последние месяцы 2023 г. потребители в ЮАР вынуждены до десяти часов в день сидеть без электричества: на эти меры Eskom пошла из-за стареющего оборудования ТЭС и проблем с обслуживанием имеющихся мощностей. Власти оценили потери для экономики в 57 млн долл. США в сутки. Кроме того, по их оценке, в этом году рост ВВП составит 0,3 % по сравнению с прошлыми годами 2,5 % [24].



Сеть ЛЭП в ЮАР

Источник: wirestock_creators / depositphotos.com

Совокупность перечисленных явлений и предопределила энергетический кризис национального масштаба, который длится в стране с разной степенью интенсивности еще с 2007 г.

В частности, в стране с 2014 г. массовый характер приобрели веерные отключения электроэнергии при повышенном потреблении её в пиковые часы или при выходе из строя элементов энергетической инфраструктуры (англ. – loadshedding). Веерные отключения электричества в домах и на предприятиях только в 2019 г. обошлись экономике ЮАР совокупными потерями в размере 7 млрд долл. США [11].

Первые скоординированные шаги по преодолению энергетического кризиса южноафриканское правительство предприняло лишь в июле 2022 г. Именно тогда в срочном порядке был разработан и начал реализовываться на практике энергетический план действий (англ. – Energy Action Plan) [22]. Первые результаты реализации этих мер начали появляться к началу 2023 г. В феврале 2023 г. была обнародована правительственная программа действий в энергетике на 2023 г. (англ. – Programme of Action, сокр. PoA), на реализацию которой были выделены средства в рамках утвержденного недель позже государственного бюджета [23].

Мондли Гунгубеле (англ. – Mondli Gungubele), министр без портфеля

в правительстве ЮАР, заявил в августе 2022 г., что в целях преодоления охватившего страну энергетического кризиса правительство приняло решение модернизировать принадлежащие Eskom электростанции и дополнительно создать как можно больше новых генерирующих мощностей. Учрежденный летом 2022 г. по решению Президента ЮАР Сирила Рамафосы специально для борьбы с энергетическим кризисом Национальный комитет по энергетическому кризису (англ. – National Energy Crisis Committee, сокр. – NECOM) состоит из представителей Eskom и руководителей нескольких министерств. Помимо борьбы с собственно энергетическим кризисом, NECOM уполномочен разрабатывать и принимать меры по укреплению национальной энергетической безопасности на длительную перспективу. Первоочередной задачей NECOM является стабилизация энергетической системы страны и прекращение практики веерных отключений [25].

Южноафриканские власти предпринимают следующие меры для стабилизации энергоснабжения [25]:

- наделение органов местного самоуправления полномочиями по созданию новых генерирующих мощностей для удовлетворения потребностей в энергии на местах;
- создание новых генерирующих мощностей солнечной и ветроэ-

Рабочий на электростанции Eskom

Источник: SunshineSeeds / depositphotos.com



В августе 2022 г. в целях преодоления энергетического кризиса правительство приняло решение модернизировать принадлежащие Eskom электростанции и создать новые генерирующие мощности

нергетики совокупной мощностью 6800 МВт в соответствии с чрезвычайным планом Минэнерго страны. Электроэнергия с данных объектов должна поступить в сети уже к концу 2023 г. Кроме того, запланировано строительство объектов газовой генерации общей мощностью в 3000 МВт;

- в 2021 г. критерий для подлежащих государственному лицензированию вновь создаваемых объектов энергетики был увеличен с 1 МВт до 100 МВт. Указанная мера дала практически мгновенный позитивный эффект: частные инвесторы приняли решение о реализации свыше 80 проектов совокупной мощностью свыше 6000 МВт, причем строительство некоторых началось уже в 2022 г.;
- Eskom в течение 2021–2022 гг. учредил отдельное, формально независимое юридическое лицо и передал ему свои функции по управлению передающими сетями. В конце 2022 г. также началась передача формально независимым друг от друга структурам функций по генерации и поставке потребителям электроэнергии.

Указанные меры принимаются на основании пяти задач по реформированию национального энергетического сектора, поставленных Президентом Республики Рамафосой [26]:

- реструктуризация Eskom и повышение ее эффективности;
- привлечение частных инвестиций в энергетический сектор страны, ускорение реализации инвестиционных проектов;

- ускорение строительства новых мощностей в газовой генерации и на ВИЭ, создание аккумуляторных станций для хранения резервной электроэнергии;
- стимулирование частных компаний и домохозяйств к установке солнечных панелей на принадлежащих им зданиях;
- общее реформирование электроэнергетической отрасли с целью долгосрочного укрепления национальной энергетической безопасности.

В своем обращении к населению «О положении нации» по случаю наступления 2023 г. Президент Рамафоса обязался сделать повышение надежности энергоснабжения в стране одним из приоритетов в работе правительства в 2023 г.

Констатируя участвовавший характер веерных отключений электроэнергии и подчеркнув их разрушительный эффект для экономики и социального сектора страны, Президент объявил о введении чрезвычайного положения в энергетическом секторе. Режим чрезвычайного положения призван наделить правительство полномочиями для практических, быстрых и жестких мер, прежде всего, по борьбе с веерными отключениями. Среди указанных мер особенно важным был запрет на отключение электричества на объектах критической инфраструктуры (медицин-

ские учреждения, водоочистные предприятия). В рамках полученных чрезвычайных полномочий центральное правительство уменьшило перечень критериев для одобрения новых энергетических проектов, сократило перечень разного рода ограничительных мер в энергетике (исключением стали лишь природоохранные нормы) и упростило большое число технических стандартов в энергетике. Был даже учрежден пост министра без портфеля в составе правительства, ответственный исключительно за преодоление разразившегося общенационального энергетического кризиса [23].

Во исполнение поставленных Президентом Рамафосой задач NECOM сформировал восемь рабочих групп из правительственных экспертов и представителей частного сектора. Указанные рабочие группы занимаются реформированием энергетического сектора согласно энергетическому плану действий с долгосрочной целью организовать надежное и достаточное предложение энергии по всей стране как залога обеспечения национальной энергетической безопасности [22]. Энергетический план действий предусматривает целый спектр мер по десяти направлениям с целью подготовки персонала, технического переоснащения энергетического сектора и совершенствования технологических процессов [9]. По мнению правительственных

экспертов, данные меры позволят увеличить генерацию электроэнергии на 70 % уже к 2025 г. При этом признается, что по состоянию на текущий момент не существует быстрого решения проблемы [20]. Со своей стороны монополист Eskom тоже разработал отдельную программу по предотвращению веерных отключений [27], которая, впрочем, пока не возымела решающего успеха. К примеру, и в мае 2023 г. Eskom [28] и крупнейшее муниципальное образование страны – г. Йоханнесбург [29] – как ни в чем не бывало продолжали публиковать графики предстоящих веерных отключений.

В заключение отметим, немного перефразируя сказанное семь лет назад [13]. Для решения затронутых в статье проблем, обеспечения инновационно-технологического сотрудничества России в сфере электроэнергетики с африканскими странами российской экономике необходимо, прежде всего, создать эффективные условия привлечения финансовых ресурсов к реализации инновационных проектов в самой России.

Бизнесом России, представителями академической и отраслевой науки неоднократно предлагались рецепты решения этой задачи, предлагалось незамедлительно отказаться от «остаточного принципа» государственного финансирования науки, придав ей статус защищенной строки

бюджета. Необходимо также разработать и реализовать механизмы поддержки организаций, аккумулирующих и направляющих финансовые ресурсы в высокорисковые инновационные проекты, начиная с ранних стадий разработки.

Сможем это сделать – и сотрудничество со странами Африки «заиграет» со всем в других «оттенках», придав новые импульсы развитию как углеводородной и атомной энергетике, так и возобновляемым источников энергии, обеспечив надежное снабжение национальных экономик топливом и энергией и их энергетическую безопасность.

Статья подготовлена по результатам работ, выполненных в рамках госзадания ИПНГ РАН (тема № FMME-2022-0004 – «Фундаментальный базис энергоэффективных, ресурсосберегающих и экологически безопасных, инновационных и цифровых технологий поиска, разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений, исследование, добыча и освоение традиционных и нетрадиционных запасов и ресурсов нефти и газа; разработка рекомендаций по реализации продукции нефтегазового комплекса в условиях энергоперехода и политики ЕС по декарбонизации энергетики (фундаментальные, поисковые, прикладные, экономические и междисциплинарные исследования)». Рег. номер учёта в РОСПИД:122022800270-0.

Использованные источники

1. Africa Energy Outlook 2022. IEA. World Energy Outlook Special Report. – URL: <https://www.iea.org/reports/africa-energy-outlook-2022>
2. AEP. Database. – URL: <https://africa-energy-portal.org/database>
3. Pandemic, prices, and poverty – URL: <https://blogs.worldbank.org/opendata/pandemic-prices-and-poverty>
4. World Bank: 90 percent of world's poor will live in Africa by 2030. October 9, 2019. – URL: <https://eturbonews.com/world-bank-90-percent-of-worlds-poor-will-live-in-africa-by-2030/>
5. Шарова А. Ю. Электроэнергетические проекты в Африке // Ученые записки Института Африки РАН № 2(59), 2022. С. 17–34. DOI: 10.31132/2412–5717–2022–59–2–17–34
6. Leveraging Resource Wealth During the Low Carbon Transition. Africa's Pulse, No. 27 (April). World Bank. 2023. – URL: <https://reliefweb.int/report/angola/africas-pulse-no-27-april-2023-leveraging-resource-wealth-during-low-carbon-transition>
7. Африка – Россия+: достижения, проблемы, перспективы: совместный доклад Российского совета по международным делам (РСМД) и СОЮЗА «Африканская деловая инициатива» (АДИ) Доклад № 53/2020 / А. В. Кортунов, Н. Г. Цайзер, Е. В. Харитонов, Г. А. Кочофа, Д. П. Ежов, Л. Е. Чкония; Рос-

- сийский совет по международным делам (РСМД). – М.: НП РСМД, 2020. – 60 с.
8. Россия – Африка: устойчивое энергетическое развитие. – URL: <https://roscongress.org/sessions/rew-rossiya-afrika-ustoychivoe-energeticheskoe-razvitie/participants/#>
9. Powering Up: the Urgent Need to Close Africa's Energy Gap. – URL: <https://www.mcc.gov/resources/story/story-kin-apt-2015-powering-up-the-urgent-need-to-close-africas-energy-gap>
10. Южноафриканский энергетический пул. – URL: <https://ru.zahn-info-portal.de/wiki/CentralAfricanPowerPool>
11. Шарова А. Ю. Электроэнергетические рынки Африки: современное состояние и проблемы развития// Экономические отношения. Том 10. № 4. Октябрь–декабрь 2020. С. 1157–1174.
12. Electricity. Department: Energy. Republic of South Africa – URL: https://www.energy.gov.za/files/esources/electricity/electricity_powerpool.html
13. Мастепанов А. М. Сотрудничество стран БРИКС в энергетической сфере как фактор прогнозирования мирового энергопотребления// Бурение и нефть. 2016, № 1. С. 3–9.
14. Россия – Африка: устойчивое энергетическое развитие // Ведомости. 12 октября 2022.

15. Electricity Regulation Act 4 of 2006. – URL: <https://www.gov.za/documents/electricity-regulation-act>
16. The Carbon Brief Profile: South Africa. – URL: <https://www.carbonbrief.org/the-carbon-brief-profile-south-africa/>
17. bp Statistical Review of World Energy 2021 | 70st edition. – URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/statistical-review/bp-statistical-review-of-world-energy-2021.pdf>
18. Энергетический профиль Южной Африки. – URL: <https://www.eeseaec.org/energeticeskij-profil-uznoj-afriki>
19. The South African Energy Sector Report 2021 // Department of Mineral Resources and Energy, Republic of South Africa – URL: <https://www.energy.gov.za/files/media/explained/2021-South-African-Energy-Sector-Report.pdf>
20. Government takes urgent steps to implement Energy Action Plan. – URL: <https://www.sanews.gov.za/south-africa/government-takes-urgent-steps-implement-energy-action-plan>
21. President Ramaphosa calls for cooperation in energy crisis. – URL: <https://www.sanews.gov.za/south-africa/president-ramaphosa-calls-cooperation-energy-crisis>
22. Update on energy Action Plan, January 2023. – URL: <https://www.thepresidency.gov.za/content/update-energy-action-plan-january-2023>
23. Government reiterates commitment to increase energy supply. –

- URL: <https://www.sanews.gov.za/south-africa/government-reiterates-commitment-increase-energy-supply>
24. ЮАР объявила режим национального бедствия из-за энергетического кризиса. – URL: <https://www.rbc.ru/politics/10/02/2023/63e5a4df9a79476384b62a80?ysclid=ihuyllh9pn674292748>
25. National Energy Crisis Committee of Ministers briefs media on National Energy Crisis. – URL: <https://www.gov.za/speeches/media-briefing-national-energy-crisis-committee-ministers-1-aug-2022-0000>
26. Confronting the energy crisis: an action plan to end load shedding. – URL: <https://www.gov.za/sites/default/files/gcis-document/202207/confronting-energy-crisisan-action-plan-end-load-shedding.pdf>
27. Energy Action Plan. Update: December 2022. – URL: https://www.stateofthenation.gov.za/assets/downloads/Update_on_energy_action_plan_DEC22.pdf
28. Municipal loadshedding schedules. ESCOM Distribution. – URL: <https://www.eskom.co.za/distribution/customer-service/outages/municipal-loadshedding-schedules/>
29. Load Shedding Blocks and Suburbs Information. Load Shedding Updates. – URL: https://www.citypower.co.za/customers/Pages/Load_Shedding_Downloads.aspx



ВСЕРОССИЙСКАЯ
НЕДЕЛЯ
ОХРАНЫ
ТРУДА

RUSSIAN
LABOUR
SAFETY
WEEK



Минтруд
России



РОСКОНГРЕСС
Пространство доверия

ВСЕРОССИЙСКАЯ НЕДЕЛЯ ОХРАНЫ ТРУДА

26-29
СЕНТЯБРЯ
2023
📍 ФТ СИРИУС



+7 (495) 640 7827
PARTNER@RUSAFETYWEEK.COM

РЕКЛАМА 16+

10 ОКТЯБРЯ 2023

ОРГАНИЗАТОР
РЭА
МИНЭНЕРГО РОССИИ



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ



ТЕРРИТОРИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ДИАЛОГА

МЕРОПРИЯТИЕ ПРОВОДИТСЯ
В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО
ФОРУМА «РОССИЙСКАЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ НЕДЕЛЯ»



Российская
Энергетическая
Неделя 2023

РОСКОНГРЕСС
Пространство доверия

tedconf.ru





ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА



Оформить подписку на журнал «Энергетическая политика» на 2023 год можно через филиалы агентства «Урал-пресс», либо в ФГБУ «РЭА» Минэнерго России. По вопросам подписки звонить по телефону +7-910-463-53-57. Стоимость подписки на полугодие (6 номеров) составит 13 200 рублей. В каждом номере – аналитические обзоры, авторские колонки, материалы научного и научно-прикладного характера. Будь в курсе основных направлений развития ТЭК!

energypolicy.ru

НАШИ ПАРТНЕРЫ



Российская
Энергетическая
Неделя 2023



РОСКОНГРЕСС
Пространство доверия



СТРЕМИМСЯ
К БОЛЬШЕМУ!



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЗАРУБЕЖНЕФТЬ

ЛУКОЙЛ



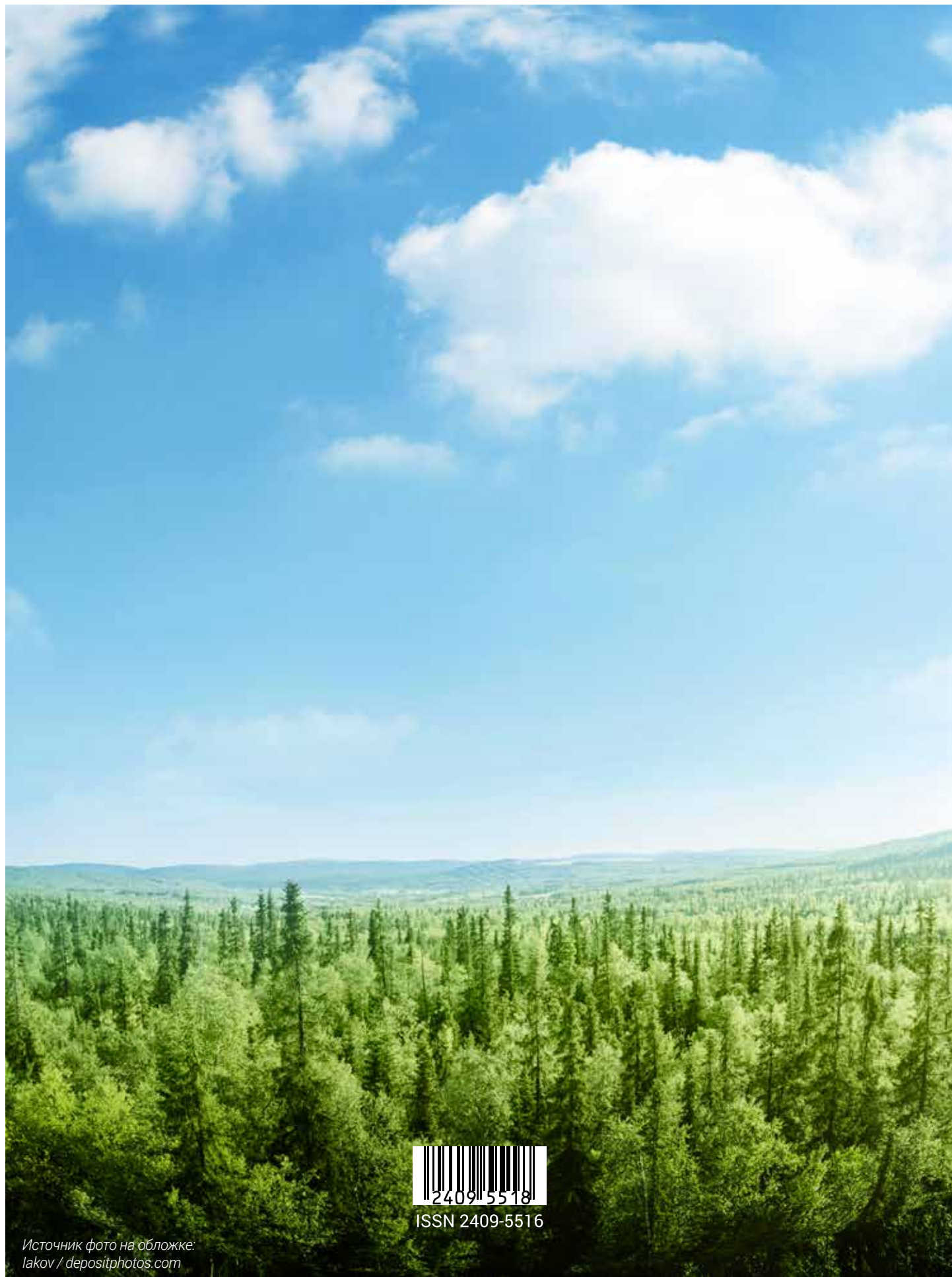
ГАЗПРОМБАНК



БЛАГОТВОРИТЕЛЬНЫЙ ФОНД
TATNEFT'



РОССЕТИ



ISSN 2409-5516

Источник фото на обложке:
Iakov / depositphotos.com