
ПРОБЛЕМЫ СТРАН И РЕГИОНОВ

УДК 620.92(470+571)(045)
DOI 10.31249/espr/2025.01.04

А.С. Терентьева, М.С. Гайворонская*

ПЕРСПЕКТИВЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ЭНЕРГОПЕРЕХОДА

Аннотация. В статье рассматриваются особенности и перспективы энергоснабжения российских регионов. Подчеркивается, что в различных субъектах РФ сложились свои топливно-энергетические балансы и специфические системы энерго- и топливоснабжения. Посредством их анализа совместно с планами по газификации территорий, программами развития и модернизации объектов энергетики и теплоснабжения, и с учетом климатических изменений, физической и стоимостной доступности различных видов топлива и систем энергоснабжения сформирована пространственная картина энергоснабжения на текущий момент и перспективу, а также определены соответствующие объемы выбросов вредных веществ в атмосферу. Исследования проведены на основе данных по Брянской и Свердловской областям, Краснодарскому, Красноярскому и Хабаровскому краям. Результатом является прогноз структуры энергопотребления и организации системы энергоснабжения регионов и их оценка с точки зрения оптимальности и адекватности целям устойчивого развития.

Ключевые слова: Россия; энергоснабжение регионов; газификация; централизованное теплоснабжение; топливно-энергетические балансы; выбросы вредных веществ.

*** Терентьева Александра Станиславовна**, канд. экон. наук, научный сотрудник Лаборатории прогнозирования топливно-энергетического комплекса Института народнохозяйственного прогнозирования РАН (Москва, Россия); as.terentyeva@yandex.ru

Terentyeva Aleksandra Stanislavovna, PhD, Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, researcher; as.terentyeva@yandex.ru

Гайворонская Мария Станиславовна, канд. экон. наук, научный сотрудник Лаборатории прогнозирования топливно-энергетического комплекса Института народнохозяйственного прогнозирования РАН (Москва, Россия); ms.gayvoronskaya@yandex.ru

Gaivoronskaya Maria Stanislavovna, PhD, Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, researcher; ms.gayvoronskaya@yandex.ru

Для цитирования: Терентьева А.С., Гайворонская М.С. Перспективы энергоснабжения регионов России в условиях реализации климатической политики и энергоперехода // Экономические и социальные проблемы России. – 2025. – № 1. – С. 65–80.

A.S. Terenteva, M.S. Gaivoronskaya
Prospects for energy supply of Russian regions in the context
of implementation of climate policy and energy transition

Abstract. The article considers the features and prospects of energy supply of Russian regions. It is emphasized that different subjects of the Russian Federation have developed their own fuel and energy balances and specific systems of energy and fuel supply. By analyzing them together with plans for gasification of territories, programs for development and modernization of energy and heat supply facilities, and taking into account climate change, physical and cost availability of various types of fuel and energy supply systems, a spatial picture of energy supply for the current moment and prospects has been formed, and the corresponding volumes of emissions of harmful substances into the atmosphere have been determined. The study was conducted on the basis of data for the Bryansk and Sverdlovsk regions, Krasnodar, Krasnoyarsk and Khabarovsk territories. The result is a forecast of the structure of energy consumption and organization of the energy supply system of the regions and their assessment in terms of optimality and adequacy to the goals of sustainable development.

Keywords: Russia; regional energy supply; gasification; centralized heating; fuel and energy balances; emissions of harmful substances.

For citation: Terenteva A.S., Gaivoronskaya M.S. Prospects for energy supply of Russian regions in the context of implementation of climate policy and energy transition // Economic and Social Problems of Russia. – 2025. – N 1. – P. 65–80.

Введение

Одной из глобальных целей устойчивого развития ООН является обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии [Цель 7: Обеспечение...]. В России энергоснабжению традиционно и закономерно уделяется большое внимание (примером может служить план ГОЭЛРО). В соответствии с целями устойчивого развития ООН и национальными интересами к настоящему времени в стране принято несколько стратегических документов, среди которых следует отметить Стратегию социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г. [Распоряжение Правительства РФ ... , 2021].

Стратегические цели государства должны учитывать потребности регионов и служить ориентиром для пространственного развития страны.

В свою очередь, прогнозирование будущей организации энергоснабжения и масштабов спроса на энергию на уровне регионов необходимо для определения перспектив развития энергетики страны наряду с различными отраслевыми стратегиями и национальными целями.

В различных субъектах РФ сложились свои топливно-энергетические балансы (ТЭБ) и специфические системы энерго- и топливоснабжения. В рамках принятой в 2021 г. Дорожной карты развития газификации в регионах РФ [Правительство утвердило ... , 2021] предусматривается формирование фактических и прогнозных ТЭБ всех субъектов, что является довольно непростой задачей для региональных властей [Топливо-энергетический баланс, 2020; Мешалкин, Михайлов, Дли, 2011]. В то же время наличие ТЭБ субъектов РФ в оцифрованном виде открывает большие возможности для исследователей [Спиридонова, 2006; Минин, 2012; Топливо-энергетический баланс как ... , 2010; Бурый, 2022].

Региональные энергобалансы создавались в советское время в отраслевых институтах, но их данные были закрыты для широкого научного дискурса. После распада СССР этому направлению стало уделяться меньше внимания. Как подчеркивают специалисты, построение региональных энергобалансов выполнялось отдельными учеными более 10 лет назад [Башмаков, 2013; Отчет о научно-исследовательской работе ... , 2007]. В связи с этим не только составление, но и анализ ТЭБ регионов является актуальной задачей.

В настоящей статье проведен анализ ТЭБ ряда регионов совместно с планами по их газификации, программами развития и модернизации объектов энергетики и теплоснабжения. Полученные результаты и учет климатических изменений, физической и стоимостной доступности различных видов топлива и систем энергоснабжения на отдельных территориях позволили сформировать пространственную картину энергоснабжения на текущий момент и в прогнозном периоде, а также оценить ее с экологической точки зрения.

Методика исследования

В теоретическом плане исследование основывается на положении, что структура потребления топлива, уровень газификации и централизации энергоснабжения отражают организацию энергоснабжения в регионе, формируя пространственную картину энерго- и топливоснабжения. Соответственно, их анализ на основе определенных критериев позволяет прогнозировать и оценивать ТЭБ регионов в разных ракурсах.

Информационной базой работы служит отечественная статистика, прежде всего:

- данные ТЭБ субъектов РФ;
- показатели благоустройства жилого фонда (Росстат);
- опросы об обеспеченности природным газом (Росстат);
- данные о ценах на различные виды энергоресурсов;
- климатические характеристики территории субъектов РФ.

В качестве объектов изучения выступают ряд российских регионов, характеризующихся различными условиями энергоснабжения, в том числе: Свердловская область, Краснодарский край, Хабаровский край, Красноярский край, Брянская область. Методика исследования включает несколько этапов.

1. На первом этапе изучаются фактические и прогнозные ТЭБ регионов, проводится сравнительный анализ стоимости топлива и отопления на различных видах топлива (нефтепродукты, сетевой природный газ, сжиженный газ, уголь, электроэнергия, тепловая энергия) [Приказ Министерства энергетики РФ ... , 2024].

Структура потребления энергоресурсов в энергетике показывает доступность и конкурентоспособность их различных видов в регионе, а также указывает на наличие разрабатываемых месторождений ископаемых видов топлива или возобновляемых ресурсов (водные ресурсы, солнце, ветер и др.), развитие сетевой инфраструктуры. Сравнительный анализ стоимости топлива и отопления на различных видах топлива для отдельных регионов представлен в работе [Семикашев, Гайворонская, 2020]. На основе ее результатов и данных ТЭБ регионов можно сделать следующие выводы. Для автономного и децентрализованного теплоснабжения зданий наиболее дешевыми видами топлива являются уголь и природный газ, далее следуют нефтепродукты. При этом перспективы использования различных видов топлива определяются не столько его стоимостью, сколько доступностью, что отражается в актуальной структуре потребления ТЭБ регионов. Если есть доступ к сетевому природному газу, то потребители выбирают его в качестве основного вида топлива. Если сетевого и сжиженного газа нет, но есть доступ к углю (обычно в этом случае достаточно близко расположено месторождение угля, поэтому его стоимость относительно низкая), то используется преимущественно уголь. Если нет доступа ни к углю, ни к природному газу, то основным видом топлива становятся нефтепродукты. При этом считается, что централизованное энергоснабжение (газо- и теплоснабжение) является наиболее выгодным для потребителя.

На следующих этапах исследования фактические ТЭБ регионов рассматриваются с позиции предлагаемых авторами критериев, что позволяет детализировать прогнозную картину пространственного развития энергоснабжения.

2. Так, на втором этапе основное внимание уделяется фактору доступности топлива. Обычно этот фактор уже опосредованно учтен в ценах на различные виды топлива. Однако в данном случае он рассматривается отдельно с целью детализации организационной схемы энергоснабжения.

Для каждого региона формируется оценка фактической (2020 г.) и прогнозной (2030 г.) доступности различных видов топлива. Исходя из проведенного анализа, приоритетность основных ископаемых видов топлива одинакова как для сегмента зданий (агрегированный показатель, который включает использование топлива населением, сферой услуг и прочими по методике ТЭБ [Приказ Министерства энергетики РФ ... , 2024]), так и для

энергетики (производство электрической и тепловой энергии по методике ТЭБ). В большинстве своем первый сегмент относится к децентрализованной, а второй – к централизованной системе энергоснабжения. В дальнейшем прогнозирование структуры потребления первичной энергии производится на основе стоимости и доступности различных видов топлива.

3. На третьем этапе рассматриваются показатели газификации и централизации/децентрализации теплоснабжения. Централизованный и децентрализованный сегменты теплоснабжения рассматриваются отдельно, поскольку их развитие определяют различные факторы.

Доступность природного газа в регионе и возможность его использования, прежде всего, населением (в качестве топлива для домохозяйств) определяет уровень газификации территории. В качестве его показателя используется удельный вес жилой площади, обеспеченной (оборудованной) газом. Прогнозные показатели газификации строятся на основе фактических данных о доле жилой площади, оборудованной газом (текущий уровень газификации), а также опросов Росстата об обеспеченности газом (потребность в газификации) и региональных программ развития газификации и газоснабжения. При этом, исходя из опыта реализации программ газификации, предполагается, что сначала происходит газификация котельных, коммунально-бытового сектора и домохозяйств, а затем постепенно на газ переходит энергетика и другие отрасли экономики. Следует отметить, что, несмотря на активное воплощение в жизнь программ газификации, в большинстве регионов эффект перехода на газ энергетики и других отраслей будет замечен уже после 2030 г. Поэтому в рассматриваемый период газификация вносит относительно небольшой вклад в трансформацию энергоснабжения регионов.

Централизованное теплоснабжение (измеряемое показателем доли жилой площади, оборудованной централизованным отоплением и горячим водоснабжением) представляет собой одну из важнейших составляющих централизованного энергоснабжения и зависит, прежде всего, от развития энергетической инфраструктуры. Изменение доли централизованного теплоснабжения также обусловлено преимуществами разных систем. Одним из критериев определения этого приоритета служат погодные/климатические условия региона. При среднемесячной многолетней температуре атмосферного воздуха по территории выше 1 °С целесообразным является децентрализованное теплоснабжение; в более холодных регионах выгоднее централизованное теплоснабжение [Нас спасают энтузиазм ... , 2018]. В России граница рационального перехода от централизованного на децентрализованное теплоснабжение пока проходит на уровне Ростовской области [Гашо, Степанова, 2015]). Учет указанного критерия позволяет давать рекомендации при выборе развития систем децентрализованного или централизованного теплоснабжения на перспективу.

Перечисленные критерии создают основу для последующей оценки фактических и прогнозных ТЭБ регионов с точки зрения их оптимальности и адекватности целям устойчивого развития.

Анализ и прогноз энергоснабжения ряда российских регионов

Согласно предлагаемой методике, показателями, характеризующими состояние энергоснабжения регионов, являются структура потребления энергоресурсов в энергетике, уровень газификации и доля централизованного теплоснабжения (табл. 1).

Ниже представлен анализ фактического энергоснабжения и его прогноз на 2030 г. по нескольким регионам страны, отличающимся организацией энергоснабжения и структурой ТЭБ. Так, к условно «газовым»¹ регионам отнесена расположенная в центральной части России Брянская область (характеризующаяся также высоким уровнем газификации и централизации теплоснабжения) и находящийся на юге страны Краснодарский край (с более низкими уровнями газификации и централизации). Примерами регионов, обладающих одновременно и газовой, и угольной генерацией, с высокой долей централизованного теплоснабжения и относительно низким уровнем газификации, служат расположенная на Урале Свердловская область [Фадеев, 2022] и на Дальнем Востоке – Хабаровский край [Музычук, 2015]. Рассматривается также преимущественно «угольный» регион Восточной Сибири – Красноярский край с почти нулевым уровнем газификации (сетевой природный газ есть только в северном Таймырском районе, а заселенная южная часть не газифицирована) и высоким уровнем централизации теплоснабжения [Санеев, Лачков, 2023; Гайворонская, Верхотуров, Пыжев, 2024; Зырянов, 2006].

Как видно из табл. 1, структура потребления энергоресурсов в энергетике в «газовых» регионах (Брянская область и Краснодарский край) к 2030 г. не изменится (и ее уже можно признать оптимальной с позиции энергоперехода). В преимущественно «угольных» и смешанных по структуре потребления энергоресурсов регионах (Красноярском крае и Свердловской области) в энергетике в перспективе вырастет использование угля как наиболее дешевого вида топлива (благодаря близости угольных месторождений). Так, в Свердловской области доля угля в энергетике увеличится с 36% до 39% к 2030 г., при этом доля газа сократится с 64% до 61%. В Красноярском крае доля угля в энергетике вырастет с 50% до 60%, при этом доля гидрогенерации уменьшится с 29% до 18%. Такое изменение структуры потребления энергоресурсов в Красноярском крае связано со значительным приростом добычи угля в регионе.

В Хабаровском крае вследствие наличия магистрального газопровода «Сахалин – Хабаровск – Владивосток» и роста доступности газа доля последнего в энергетике вырастет с 55% до 69% к 2030 г. за счет замещения доли угля в структуре потребления энергоресурсов. На перевод объектов

¹ «Газовые» регионы – регионы, в которых доля природного газа в структуре первичного потребления более 90%.

Таблица 1

Фактическое и прогнозное энергоснабжение отдельных регионов России*

Регионы	Уровень газификации, %		Доля централизованного теплоснабжения, %		Структура потребления энергоресурсов в энергетике	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030
Брянская область	90	95	93	95	газ 98%, прочее 2%	газ 98%, прочее 2%
Краснодарский край	78	78	82	75	газ 98%, нефтепродукты 2%	газ 98%, нефтепродукты 2%
Свердловская область	54	54	87	87	газ 64%, уголь 36%	газ 61%, уголь 39%
Красноярский край	13	13	79	82	уголь 50%, ВИЭ (гидро) 29%, газ 19%, нефтепродукты 2%	уголь 60%, газ 20%, ВИЭ (гидро) 18%, нефтепродукты 2%
Хабаровский край	58	62	86	86	газ 55%, уголь 44%, нефтепродукты 1%	газ 69%, уголь 30%, нефтепродукты 1%

* *Источник:* составлено авторами на основе данных: [Распоряжение Брянской области ... , 2022; Распоряжение Губернатора Краснодарского края ... , 2022; Приказ Министерства энергетики и жилищно-коммунального ... , 2023; 15. Распоряжение Красноярского края ... , 2022; Указ ЖКХ Свердловской области ... , 2022; Прогнозный целевой ... , 2022; ЕМИСС, 2024; Росстат, 2024].

энергетики с угля на природный газ влияет не только повышение его доступности, но и невыгодная для электростанций система рыночного ценообразования на уголь, что делает его стоимость более высокой и непредсказуемой.

Согласно нашим оценкам, уровень газификации в Брянской области вырастет с 90% до 95% к 2030 г., поскольку в регионе уже есть разветвленная сеть газопроводов и идет фактически догазификация¹. Уровень газификации увеличится и в Хабаровском крае (с 58% до 62% соответственно), газоснабжение которого осуществляется за счет магистрального газопровода

¹ Догазификация – это процесс подведения газа до границ земельных участков в газифицированных населенных пунктах, где уже есть газораспределительные сети и организована транспортировка газа.

«Сахалин – Хабаровск – Владивосток». Кроме того, в перспективе возможно освоение местных газовых месторождений. Ожидаемый в этих регионах рост уровня газификации и объемов потребления природного газа обусловлен переходом промышленности, энергетики и населения на использование газа как на самое комфортное и доступное по стоимости топливо (при наличии газопроводов).

В остальных рассматриваемых регионах уровень газификации в перспективе до 2030 г. практически не растет, поскольку эти территории удалены от Единой системы газоснабжения (ЕСГ) и характеризуются сложными условиями для прокладки газопроводов. Это определяет высокую стоимость и низкую экономическую эффективность строительства газопроводов и, соответственно, неконкурентоспособность природного газа по сравнению с углем в стоимостном измерении. Хотя социальные и экологические эффекты от повышения уровня газификации территорий могут быть достаточно высокими, однако пока они не оказывают влияния на принятие решений, а их оценка и учет требуют отдельного исследования.

В свою очередь, рост доли централизованного теплоснабжения предполагается в тех регионах, в которых есть потенциал (определенная инфраструктура) для ее дальнейшего наращивания как наиболее дешевого вида отопления. Так, согласно прогнозу, в Брянской области доля централизованного теплоснабжения растет с 93% до 95% к 2030 г., в Красноярском крае – с 79% до 82%. Наоборот, в Краснодарском крае доля централизованного теплоснабжения снижается с 82% до 75%, поскольку в этом теплом регионе экономически выгоднее альтернативные виды отопления, а развитие газификации позитивно влияет на масштабы децентрализованного отопления. В Хабаровском крае и Свердловской области доля централизованного теплоснабжения к 2030 г. не изменится, поскольку прирост потребления энергоресурсов идет не в секторе жилищного хозяйства, а в других отраслях экономики.

В таблице 2 представлен прогноз структуры потребления энергоресурсов в рассматриваемых регионах по секторам экономики и видам энергоресурсов до 2030 г.

Как следует из прогноза, в Брянской области потребление энергоресурсов с 2020 г. вырастет на 4% до 5,2 млн т у. т. к 2030 г. При этом потребление газа, доля которого порядка 77%, увеличится на 5% до 4 млн т у. т., остальные виды энергоресурсов останутся на прежних уровнях. Потребление электроэнергии в регионе к 2030 г. вырастет на 1% и составит 0,5 млн т у. т., потребление тепла увеличится на 6% до 0,8 млн т у. т., что соответствует современным трендам. Потребление энергоресурсов энергетикой в Брянской области также вырастет на 6% до 0,9 млн т у. т. к 2030 г., населением – на 1% до 2 млн т у. т. Потребление электроэнергии и тепла населением практически не изменяется. К концу рассматриваемого периода предполагается завершение газификации в связи с реализацией ее потенциала.

Таблица 2
Прогноз структуры потребления энергоресурсов в регионах России до 2030 г., тыс. т
условного топлива (т у. т.)*

	Брянская область		Краснодарский край		Свердловская область		Красноярский край		Хабаровский край	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030	2020	2030	2020	2030
Всего	4 960	5 158	33 742	38 469	35 603	38 518	28 737	32 916	12 312	23 350
газ	3 790	3 988	18 270	20 577	19 840	21 729	11 726	8 953	2 871	13 852
уголь	4	4	99	25	13 122	14 690	11 637	18 956	7 372	6 628
нефтепродукты	1 166	1 166	15 263	17 753	2 641	2 099			2 069	2 870
ВИЭ (гидро)			110	114			5 374	5 007		
электроэнергия	535	541	9 301	9 681	5 927	5 209	8 159	10 808	1 097	1 718
тепло	716	763	1 878	1 945	8 308	8 690	5 757	8 028	1 989	2 116
Энергетика	883	936	7 497	7 840	21 455	22 780	18 258	28 057	4 513	4 753
газ	865	917	7 359	7 717	13 720	13 863	3 503	5 739	2 469	3 273
уголь			25	1	7 651	8 849	9 042	16 951	1 972	1 408
нефтепродукты			113	122	84	68	339	360	72	72
ВИЭ (гидро)							5 374	5 007		
Население	2 008	2 030	10 908	12 518	7 292	6 422	5 527	6 829	2 978	2 600
газ	922	940	4 154	5 075	932	732	1 721	120		114
уголь	0	0	4	1	0	0	447	518	198	178
нефтепродукты	421	421	2 856	3 412	1 495	1 204	1 167	1 290	998	1 209
электроэнергия	257	255	2 780	2 881	1 448	1 546	1 133	1 531	423	490
тепло	409	415	506	1 108	3 410	2 936	2 742	3 370	1 295	601

* Источник: составлено авторами на основе данных: [Распоряжение Брянской области ... , 2022; Распоряжение Губернатора Краснодарского края ... , 2022; Приказ Министерства энергетики и жилищно-коммунального ... , 2023; 15. Распоряжение Красноярского края ... , 2022; Указ ЖКХ Свердловской области ... , 2022; Прогнозный целевой ... , 2022; ЕМИСС, 2024; Росстат, 2024].

В Краснодарском крае потребление энергоресурсов к 2030 г. вырастет на 14% по сравнению с 2020 г., или до 38,5 млн т у. т. При этом потребление газа в регионе увеличится на 13% до 20,6 млн т у. т. к 2030 г., а потребление нефтепродуктов – на 16% до 17,8 млн т у. т. Предполагается дальнейшее развитие газификации домохозяйств и нефтеперерабатывающих производств. Потребление электроэнергии и тепла в Краснодарском крае к 2030 г. вырастет на 4% до 9,7 и 1,9 млн т у. т. соответственно. Основной прирост потребления энергоресурсов приходится на население и составляет 15%, что связано не только с непосредственным увеличением энергопотребления, но и с повышением качества учета. Прирост потребления энергоресурсов в энергетике составит 5%. В результате потребление энергоресурсов населением в регионе достигнет 12,5 млн т у. т., энергетикой – 7,8 млн т у. т. в 2030 г. При этом вдвое увеличится потребление тепла со стороны населения с 0,5 до 1,1 млн т у. т., что скорее всего связано с ростом децентрализованного теплоснабжения вследствие газификации.

В Свердловской области потребление энергоресурсов с 2020 г. вырастет на 8% и составит 38,5 млн т у. т. в 2030 г. Увеличится потребление угля на 12% до 14,7 млн т у. т. и газа на 10% до 21,7 млн т у. т. При этом сократится потребление нефтепродуктов на 21% до 2,1 млн т у. т. Энергоснабжение территории будет развиваться за счет газификации и использования ввозимых углей. Потребление электроэнергии в регионе сократится на 12% до 5,2 млн т у. т., потребление тепла вырастет на 5% до 8,7 млн т у. т., что отражается в росте совокупного потребления энергоресурсов со стороны энергетикой на 6% до 22,8 млн т у. т. к 2030 г. Такие прогнозные показатели продолжают ретроспективные тенденции, состоящие в снижении совокупного электропотребления, которое происходит в основном за счет промышленного сектора. Хотя и энергопотребление со стороны населения в Свердловской области снизится на 12% до 6,4 млн т у. т. в 2030 г.

В Красноярском крае потребление энергоресурсов к 2030 г. вырастет на 15% до 32,9 млн т у. т. В регионе значительно увеличится потребление угля – на 63% до 19 млн т у. т. и сократится потребление газа – на 24% до 9 млн т у. т. Предполагается, что запланированное соединение ЕСГ и газотранспортной системы азиатской части страны (газопроводы «Сила Сибири» и «Сахалин – Хабаровск – Владивосток») не окажет влияния на энергобаланс Красноярского края до 2030 г. [Семикашев, 2022]. Хотя после 2030 г. с учетом предполагаемого строительства газопровода «Сила Сибири –2» роль природного газа в экономике регионов Восточной Сибири может возрасти [Семикашев, Гайворонская, 2023]. Потребление электроэнергии и тепла в Красноярском крае вырастет на 32% и 39% до 10,8 и 8 млн т у. т. к 2030 г. соответственно. Потребление энергоресурсов энергетикой увеличится на 54% до 28,1 млн т у. т. к 2030 г., населением – сократится на 5% до 6,8 млн т у. т. Значительно уменьшится потребление газа со стороны населения. Судя по прогнозным показателям, региональные власти и разработчики ТЭБ Красноярского края не верят в газификацию региона как минимум

в среднесрочной перспективе (учитывая одновременно увеличивающиеся масштабы угледобычи).

В Хабаровском крае потребление энергоресурсов в 2020–2030 годы вырастет на 90% до 23,4 млн т у. т. При этом потребление газа увеличится в пять раз до 13,9 млн т у. т., потребление нефтепродуктов вырастет на 39% до 2,9 млн т у. т. Потребление угля сократится на 10% до 6,6 млн т у. т. Здесь, в отличие от Красноярского края, ожидается масштабная газификация, которая затронет в первую очередь объекты энергетики и промышленный сектор. В регионе вырастет потребление электроэнергии на 57% до 1,7 млн т у. т., тепла на 6% до 4,8 млн т у. т. к 2030 г. Предполагается перевод объектов генерации с угля на газ. Потребление энергоресурсов в энергетике увеличится на 6% до 4,8 млн т у. т. к 2030 г., потребление населения снизится на 13% до 2,6 млн т у. т. При этом со стороны населения вдвое сократится потребление тепла, что связано с ростом прямого использования первичных видов энергоресурсов (нефтепродуктов и газа).

Исходя из представленного анализа фактических и прогнозных ТЭБ, отметим, что потребление тепла в региональных ТЭБ в большинстве случаев растет, однако общероссийский показатель сокращается [Semikashv, Terenteva, 2023]. Это связано с тем, что ТЭБ субъектов РФ строятся на основе региональных схем теплоснабжения, в которых обычно прогнозируется увеличение потребления тепловой энергии, что позволяет сохранять рост тарифов для теплоснабжающих организаций.

Оценка выбросов CO₂ при текущем и перспективном потреблении энергоресурсов в регионах России

В продолжение исследования были оценены объемы выбросов вредных веществ, соответствующие текущей и перспективной структурам потребления энергоресурсов в рассматриваемых регионах (табл. 3).

Масштабы выбросов CO₂ в регионах во многом определяются структурой и объемом энергопотребления. Свердловская область и Красноярский край характеризуются наибольшими объемами вредных выбросов – 84 и 64 тыс. т CO₂, что обусловлено значительной величиной энергопотребления и высокой долей угля в ее структуре. В Краснодарском крае действует более экологичная система энергоснабжения на газе, но большой масштаб энергопотребления приводит к выбросам 64 тыс. т CO₂. В Брянской области и Хабаровском крае потребление энергоресурсов относительно невелико, поэтому выбросы составляют 9 и 35 тыс. т CO₂ соответственно.

В ряде регионов структура потребления энергоресурсов мало меняется к 2030 г. относительно фактической, поэтому прирост выбросов соответствует приросту энергопотребления. Так, в Брянской области выбросы CO₂ растут на 4% до 9 тыс. т CO₂, в Свердловской области на 9% до 91 тыс. т CO₂, в Краснодарском крае на 14% до 73 тыс. т CO₂.

Объемы выбросов CO_2 в Красноярском крае увеличиваются на 36% до 81 тыс. т к 2030 г., при этом энергопотребление растет на 15%. Опережающий рост выбросов связан с тем, что развитие энергоснабжения региона происходит преимущественно за счет использования угля. Выбросы CO_2 также растут в Хабаровском крае – на 48% до 52 тыс. т к 2030 г., при этом энергопотребление растет на 90%. Однако в этом случае увеличение объемов выбросов происходит медленнее роста энергопотребления, поскольку в регионе опережающими темпами растет использование газа.

Таблица 3

**Оценка выбросов CO_2 при текущем
и перспективном потреблении энергоресурсов
в регионах России до 2030 г.***

	Выбросы всего, тыс. т CO_2			Удельные выбросы, т CO_2 /тыс. т у. т.		
	2020	2030	2030/2020	2020	2030	2030/2020
Брянская область	9	9	4%	1,8	1,8	-0,3%
Краснодарский край	64	73	14%	1,9	1,9	0,1%
Свердловская область	84	91	9%	2,4	2,4	0,5%
Красноярский край	60	81	36%	2,1	2,5	18,4%
Хабаровский край	35	52	48%	2,9	2,2	-22,1%

* Источник: оценки авторов.

Более наглядно экологические эффекты изменения энергоснабжения в регионах показывают удельные выбросы CO_2 . В «газовых регионах» – Брянской области и Краснодарском крае, – удельные показатели выбросов составляли 1,8–1,9 т CO_2 /тыс. т у. т. в 2020 г. В регионах со смешанной структурой энергопотребления удельные выбросы CO_2 были выше и достигали 2,1 т CO_2 /тыс. т у. т. в Красноярском крае, 2,4 т CO_2 /тыс. т у. т. в Свердловской области и 2,9 т CO_2 /тыс. т у. т. в Хабаровском крае.

При этом к 2030 г. в Хабаровском крае удельные выбросы, согласно прогнозу, сокращаются на 22% до 2,2 т CO_2 /тыс. т у. т. Напротив, в Красноярском крае удельные выбросы растут на 18% до 2,5 т CO_2 /тыс. т у. т. В Брянской области, Краснодарском крае, Свердловской области величина удельных выбросов к 2030 г. практически не меняется.

Таким образом, согласно проведенному анализу, экологическое состояние (по показателям объема и удельной величине выбросов CO_2) большинства из рассматриваемых регионов почти стабильно, несмотря на изменение

энергопотребления к 2030 г. Однако в некоторых субъектах РФ прогнозируются определенные сдвиги. Например, изменение структуры потребления энергоресурсов в сторону увеличения доли газа ведет к сокращению величины удельных выбросов и улучшению экологической обстановки в регионе, как это происходит в Хабаровском крае. Наоборот, изменение структуры энергобаланса в пользу угля ведет к росту величины удельных выбросов и ухудшению экологического состояния региона, как это видно на примере Красноярского края.

В ходе изучения вопроса не были оценены выбросы других парниковых газов, а также не приняты во внимание поглощающая способность лесов, использование специальных очищающих фильтров при угольной генерации и некоторые другие факторы. Все они создают как положительные, так и отрицательные эффекты для экологического состояния регионов, что необходимо учитывать при дальнейших исследованиях.

Заключение

Суть предлагаемой методики состоит в детализации ТЭБ субъектов РФ и прогнозе вероятных изменений. Несмотря на проводимую в России климатическую политику и тенденцию замещения угля и нефтепродуктов природным газом, анализ показывает, что системы энергоснабжения регионов во многом развиваются в соответствии со своей логикой, ориентируясь на территориальные преимущества и далеко не всегда следуя современным трендам мировой энергетики.

Следует подчеркнуть, что в ряде регионов страны с развитой системой газоснабжения уже сформировалась оптимальная система энергоснабжения на газе. Примерами таких регионов являются Брянская область и Краснодарский край, в которых активно реализуется и к концу прогнозного периода, вероятно, завершится программа газификации. При этом в южных регионах выгоднее было бы увеличить децентрализованный сегмент энергоснабжения в виду разрозненного расселения населения, климатических и природных условий.

В регионах – представителях Урала и Дальнего Востока с развивающимися системами газоснабжения прослеживаются тренды увеличения доли газа в структуре энергопотребления. Причем в Свердловской области это инерционный тренд, а в Хабаровском крае переход на газ происходит благодаря строительству крупных газопроводов, которые будут работать в том числе на экспорт. Вероятно, регионы Западной Сибири последуют примерно таким же путем постепенной газификации.

В преимущественно угольных регионах Восточной Сибири, несмотря на проводимую политику декарбонизации экономики России, уголь остается наиболее выгодным видом топлива. В таких регионах, как Красноярский край, целесообразно развивать энергоснабжение на угле, в том числе централизованное энергоснабжение, снабжая угольную генерацию современными

ми очистными сооружениями и фильтрами. Хотя в долгосрочной перспективе здесь также возможно распространение использования природного газа, связанное с развитием газотранспортной системы на территории Восточной Сибири.

Подобный анализ может быть проведен и для других регионов, а также на уровне всей России. Полученные результаты были бы полезными для планирования и прогнозирования развития систем энергоснабжения регионов и страны в целом. Отметим, что отдельное внимание следует уделить энергоснабжению северных территорий, но эта тема может быть затронута в дальнейших исследованиях.

Очевидно, что экологическая обстановка в регионе напрямую связана с его системой энергоснабжения. По нашим оценкам, в перспективе улучшение экологического состояния заметно только в газовых и переходящих на газ регионах.

Помимо экологических и экономических эффектов, необходимо также учитывать социальные и другие последствия изменения энергопотребления, которые влияют на развитие регионов и на перспективы систем энергоснабжения. Однако, как было отмечено ранее, определяющим критерием при выборе варианта энергоснабжения в настоящее время является доступность различных видов топлива. Поэтому более радикальная трансформация систем энергоснабжения российских регионов в сторону использования более экологически чистых энергоресурсов возможна только после 2035–2040 гг.

Список литературы

1. Башмаков И.А. Разработка комплексных долгосрочных программ энергосбережения и повышения энергоэффективности: методология и практика: дис. ... д-ра экон. наук. – Москва: ИНП РАН, 2013. – 429 с.
2. Бурый О.В. Опыт оценки углеродного следа экономики Республики Коми на основе анализа топливно-энергетического баланса // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера-2022. – Иркутск, 2022. – С. 143–151.
3. Гайворонская М.С., Верхотуров А.В., Пыжев А.И. Экономическая оценка сценариев сокращения атмосферных выбросов Красноярск за счет газификации и использования альтернативных видов отопления // Проблемы прогнозирования. – 2024. – № 3. – С. 66–77.
4. Гащо Е.Г., Степанова М.В. Развитие регионов через повышение энергоэффективности // Энергетическая политика. – 2015. – № 3. – С. 59–66.
5. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) // ЕМИСС. Государственная статистика. – 2024. – URL: <https://fedstat.ru/> (дата обращения 21.11.2024).
6. Зырянов В.В. Топливо-энергетический баланс в системе управления региональным топливно-энергетическим комплексом // Сибирский аэрокосмический журнал. – 2006. – № 5(12). – С. 111–114.
7. Мешалкин В.П., Михайлов С.А., Дли М.И. Прогнозный топливно-энергетический баланс региона как инструмент управления энергосбережением // Энциклопедия инженера-химика. – 2011. – № 8. – С. 8–13.

8. Минин В.А. Перспективы внедрения возобновляемых источников энергии в топливно-энергетический баланс Мурманской области // Труды Кольского научного центра РАН. – 2012. – № 3(12). – С. 106–112.
9. Музычук С.Ю. Анализ энергоэффективности экономики и проблем топливно-энергетического комплекса Дальневосточного федерального округа на основе топливно-энергетического баланса // Современные технологии управления. – 2015. – № 9(57). – С. 13–21.
10. Нас спасают энтузиазм технарей и теплые зимы // Стимул. – 2018. – 12.10. – URL: https://stimul.online/articles/interview/nas-spasayut-entuziazm-tekhnairey-i-teplye-zimy/?sphrase_id=28717 (дата обращения 19.09.2024).
11. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка методики и программного обеспечения для формирования региональных балансов ТЭР и их апробация в субъектах Российской Федерации». – Москва: ИНЭИ РАН, 2007.
12. Правительство утвердило «дорожную карту» повышения газификации регионов // Правительство Российской Федерации. – 2021. – 06.05. – URL: <http://government.ru/news/42133/> (дата обращения 02.10.2022).
13. Приказ Министерства энергетики и жилищно-коммунального хозяйства Свердловской области от 15.09.2023 № 414 «Об утверждении топливно-энергетического баланса Свердловской области за 2022 год» // Правительство Свердловской области. Министерства энергетики и жилищно-коммунального хозяйства. – 2023. – URL: https://energy.midural.ru/wp-content/uploads/2023/09/P_15.09.2023_414.pdf (дата обращения 21.11.2024).
14. Приказ Министерства энергетики РФ от 29.10.2021 № 1169 «Об утверждении Порядка составления топливно-энергетических балансов субъектов Российской Федерации, муниципальных образований» (с изменениями и дополнениями) // Минэнерго России. – 2023. – 26.03. – URL: <https://base.garant.ru/403041176/> (дата обращения 20.11.2024).
15. Прогнозный целевой топливно-энергетический баланс Хабаровского края на 2030 год // Министерство энергетики Хабаровского края. – 2022. – 14.04. – URL: <https://tek.khabkrai.ru/?menu=getfile&id=2390&ysclid=m3o75yef8d552110557> (дата обращения 21.11.2024).
16. Распоряжение Брянской области № 181-рг «Об утверждении целевого (прогнозного) топливно-энергетического баланса Брянской области на 2022–2030 годы» // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – 2022. – 15.03. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/974065476> (дата обращения: 20.11.2024).
17. Распоряжение Губернатора Краснодарского края «Об утверждении Целевого топливно-энергетического баланса Краснодарского края до 2030 года и Плана мероприятий («дорожной карты») по достижению Целевого топливно-энергетического баланса Краснодарского края до 2030 года» // Губернатор Краснодарского края. Администрация Краснодарского края. – 2022. – 21.04. – URL: <https://admkrain.krasnodar.ru/upload/iblock/04e/jfpruekx2uqjhs1mk7b7hafnvw8eul4t.pdf> (дата обращения: 21.11.2024).
18. Распоряжение Красноярского края «Об утверждении фактического топливно-энергетического баланса Красноярского края за 2020 год, прогнозных топливно-энергетических балансов Красноярского края на период с 2023 года по 2030 год и плана мероприятий («дорожной карты») по их достижению» // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – 2022. – 15.04. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/406032874?ysclid=m3pzh27pru326055516> (дата обращения: 21.11.2024)

19. Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 № 3052-р «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» // Правительство РФ. – 2021. – URL: <http://static.government.ru/media/files/ADKkCzp3fWO32e2yA0BhtIpyzWfHaiUa.pdf> (дата обращения 20.08.2022).
20. Росстат. Официальная статистика. Регионы России. Социально-экономические показатели // Официальный сайт Росстата. – 2024. – URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения 21.11.2024).
21. Санеев Б., Лачков Г. Особенности газификации азиатских регионов России // Энергетическая политика. – 2023. – № 2(180). – С. 70–77.
22. Семикашев В. Экономическая политика для отраслей ТЭК России в условиях санкций // Энергетическая политика. – 2022. – № 8(174). – С. 28–41.
23. Семикашев В., Гайворонская М. Возможности и ограничения развития российской газовой отрасли в условиях санкций на перспективу до 2030 г. // Энергетическая политика. – 2023. – № 9(188). – С. 26–39.
24. Семикашев В.В., Гайворонская М.С. Сравнительный анализ использования природного газа и других топлив для целей отопления в Амурской области // Стратегическое планирование и развитие предприятий: материалы XXI Всероссийского симпозиума. – 2020. – С. 596–599.
25. Спиридонова Т.В. Топливо-энергетический баланс как инструмент региональной энергетической политики Омской области // ЭКО. – 2006. – № 9(387). – С. 73–81.
26. Топливо-энергетический баланс – основа перспективного прогнозирования. Энергобаланс Москвы / Антонов Н.В., Агафонова Ю.В., Чичеров Е.А., Шилин В.А. // Энергосбережение. – 2020. – № 5. – С. 40–45.
27. Топливо-энергетический баланс как инструмент анализа и прогноза взаимодействий экономики и энергетики региона / Чурашев В.Н., Суслов Н.И., Маркова В.М., Чернова Г.В. // Энергетика в глобальном мире: материалы международного научно-технического конгресса (г. Красноярск, 16–18 июня 2010 г.). – Красноярск, 2010. – С. 383–384.
28. Указ ЖКХ Свердловской области № 88-УГ «Об утверждении целевого топливно-энергетического баланса Свердловской области и плана мероприятий – «Дорожная карта» по достижению показателей целевого топливно-энергетического баланса Свердловской области» // Министерство энергетики и ЖКХ Свердловской области. – 2022. – URL: https://energy.midural.ru/wp-content/uploads/2022/01/DK_TEB.pdf (дата обращения 21.11.2024).
29. Фадеев В.И. Целевой топливно-энергетический баланс как инструмент развития Свердловской области // Главный энергетик. – 2022. – № 3. – С. 17–20.
30. Цель 7: Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех // Организация Объединенных Наций. – URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/energy/> (дата обращения 02.11.2024).
31. Semikashev V.V., Terenteva A.S. The problem of modeling the heating sector at the city level // E3 S Web Conferences, 470. – 2023. – URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2023/107/e3sconf_esr2023_01017.pdf (дата обращения 20.11.2024).

Статья получена: 15.12.2024

Одобрена к публикации: 10.01.2025