

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 338.45.01 + 332.122

DOI 10.52452/18115942_2024_2_8

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОТОПЛЕНИЯ

© 2024 г.

А.П. Дзюба, Д.В. Конопелько

Дзюба Анатолий Петрович, д.э.н.; проф. кафедры систем управления энергетикой и промышленными предприятиями Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург
dzyuba-a@yandex.ru

Конопелько Дмитрий Викторович, соискатель кафедры экономики и финансов ВШЭУ Южно-Уральского государственного университета, Челябинск
9293828@mail.ru

Статья поступила в редакцию 26.03.2024

Статья принята к публикации 26.04.2024

Экономика России характеризуется значительными масштабами производства и потребления тепловой энергии, доля которых составляет 37% от общемирового потребления, что отражается на состоянии экономики страны. Повышение энергетической эффективности индивидуального и централизованного теплоснабжения в России является важнейшей задачей современного столетия, обеспечивающей стабильное развитие и конкурентоспособность всей национальной экономики, что подчеркивает высокую актуальность представленного научного исследования. Целью работы является исследование возможностей систем теплоснабжения в регионах России с оценкой резервов повышения экономической эффективности на основе применения механизмов гибридного объединенного теплоснабжения. Проводится эмпирическое исследование тарифных параметров на поставку газа и электроэнергии в Российской Федерации и странах мира, анализ параметров структуры выработки электроэнергии из ископаемых топлив, структурные особенности некоторых экономических показателей энергопотребления в федеральных округах Российской Федерации, в контексте развития экономики страны. Представлены объемы потребления природного газа регионами России, количество и структура источников теплоснабжения в регионах России по мощности, разработанные авторская диаграмма показателей ВРП и общего электропотребления в регионах, карта электроемкости ВРП регионов России, величина резервируемой мощности в электрических сетях ЕНЭС в регионах, объема свободной для технологического присоединения потребителей трансформаторной мощности в СФО, ДВФО и УрФО. В результате исследования делается вывод, что одним из ключевых направлений повышения уровня экономической и энергетической эффективности и экологичности теплоснабжения в отдельных территориях России является использование комбинированных систем централизованного теплоснабжения, основанных на одновременном использовании источников традиционной выработки тепловой энергии, работающих на углеводородном сырье. Возможности электроэнергетического комплекса России позволяют обеспечить теплоснабжение территорий России, в первую очередь характеризующихся низкой степенью газификации, высокой долей потребления дорогостоящего и менее экологичного топлива, а также имеющих низкую степень экономической эффективности потребления тепловой энергии.

Ключевые слова: теплообеспечение в России, использование тепловой энергии, энергопотребление в субъектах РФ, структура энергопотребления, энергоэффективность, карта электроемкости ВРП, электрическое теплоснабжение, комбинированное теплоснабжение.

Введение

Российская Федерация входит в пятерку стран – мировых лидеров в области объемов производства, потребления, а также запасов и экспорта всех видов топливно-энергетических ресурсов. Наша страна занимает третье место в мировом рейтинге по показателям общего производства топливно-энергетических ресурсов

(далее – ТЭР), это составляет 11.6% от общего объема производимой энергии во всем мире. Если объем валового внутреннего продукта по паритету покупательной способности (ВВП по ППС) Российской Федерации ниже, чем у большинства развитых и развивающихся стран, таких как Китай (в 6.28 раза), Соединённые Штаты Америки (в 5.34 раза), то общие объемы производства энергетических ресурсов в Рос-

сийской Федерации ниже, чем в Китае, лишь на 77%, и ниже, чем в США, на 50%. Также объемы производства топливно-энергетических ресурсов в Российской Федерации существенно превышают большинство динамично развивающихся стран мира, таких как Саудовская Аравия, Индия, Канада, Индонезия и пр. В 2019 году Россия отпустила на внешние экспортные рынки порядка 47.6% от объема произведенных ТЭР, основную долю которых, естественно, составляют нефть, нефтепродукты, природный газ, уголь. Следует подчеркнуть, что по уровню объемов экспорта добываемых и производимых топливно-энергетических ресурсов экономика Российской Федерации является первой в мировом рейтинге. По объемам экспорта ТЭР Россия превосходит ряд крупнейших стран – глобальных экспортеров, например Саудовскую Аравию более чем в 1.7 раза, Австралию – в 2.4 раза, Индонезию – в 3.16 раза и т.п. Несмотря на первое место в рейтинге глобальных экспортеров, масштабы потребления топливно-энергетических ресурсов в России являются лишь пятыми среди стран мира и уступают Китаю, США, Индии и Японии. Объемы спроса на наиболее используемый вторичный энергетический ресурс – электрическую энергию, экономика нашей страны также занимает 4 место, уступая вышеуказанным странам.

О роли России в мировом энергобалансе

Размеры потребления топливно-энергетических ресурсов в экономике Российской Федерации не обеспечивают стране существенных преимуществ на мировой экономической арене. Наоборот, объемы энергопотребления в России соизмеримы с масштабами проблем, сконцентрированных в отраслях топливно-энергетического комплекса, а именно электроэнергетики, теплоснабжения, добывающих отраслей и пр. На рис. 1 представлены характеристики общей энергоемкости и электроемкости валового внутреннего продукта по паритету покупательной способности в некоторых странах по результатам 2021 года. Анализ рисунка показывает, что параметры расчетных показателей общей энергоемкости ВВП по ППС в экономике Российской Федерации опережают большинство из представленных стран мира. Это значит, что уровень энергетической эффективности России существенно отстает от остального промышленно развивающегося мира и находится на уровне таких стран, как Кувейт, ЮАР, Уганда и пр. При среднемировом уровне энергоемкости ВРП по ППС в 2021 году на уровне 1.4 МДж/долл. США по ППС данный показатель в Российской Феде-

рации находится на уровне 2.3 МДж/долл. США по ППС. В таких странах, как Дания, Италия, Турция, данный показатель не выше 1 МДж/долл. США по ППС.

То же самое выявляется при сопоставлении показателей электроемкости валового внутреннего продукта стран мира к их ВВП по ППС. По показателю электроемкости ВВП по ППС экономика Российской Федерации существенно уступает всему миру в целом и индустриально и инновационно развитым странам мира в частности.

Вопросу необходимости повышения энергетической эффективности в масштабах экономики России посвящено значительное количество научных исследований [2]. Также существует ряд исследований, посвященных описанию негативного влияния низкой эффективности потребления топливно-энергетических ресурсов в стране на всех уровнях социально-экономического развития, как в краткосрочной, так и в стратегической перспективе [3]. Ключевой уникальностью энергетического баланса экономики Российской Федерации выступает существенная доля в структуре потребления энергетических ресурсов страны тепловой энергии для целей обеспечения теплоснабжения. Учитывая масштабы энергопотребления России, абсолютные затраты топливно-энергетических ресурсов на обеспечение теплоснабжения в стране также являются значительными.

Столь существенные объемы потребления энергоресурсов на обеспечение нужд теплоснабжения в России, значительный комплекс оборудования, используемый для выработки и транспортировки произведенной тепловой энергии, обособленная специфика деятельности по теплоснабжению потребителей – все это определило формирование в России отдельной отрасли топливно-энергетического комплекса – отрасли теплоснабжения. Отрасль теплоснабжения входит в состав ТЭК России, наряду с электроэнергетикой, газовой промышленностью, угольной промышленностью, химической промышленностью. Отрасль теплоснабжения включает в себя систему экономических отношений между поставщиками тепловой энергии и потребителями, между поставщиками тепловой энергии и прочими субъектами деятельности в области теплоснабжения, в том числе поставщиками топлива, оборудования, исполнителями ремонтов и пр. [4].

На диаграммах рис. 2 представлены характеристики структурных показателей распределения экономического блага в разрезе стран мира за 2021 год. Из диаграмм следует, что экономика России при производстве мирового ВВП по

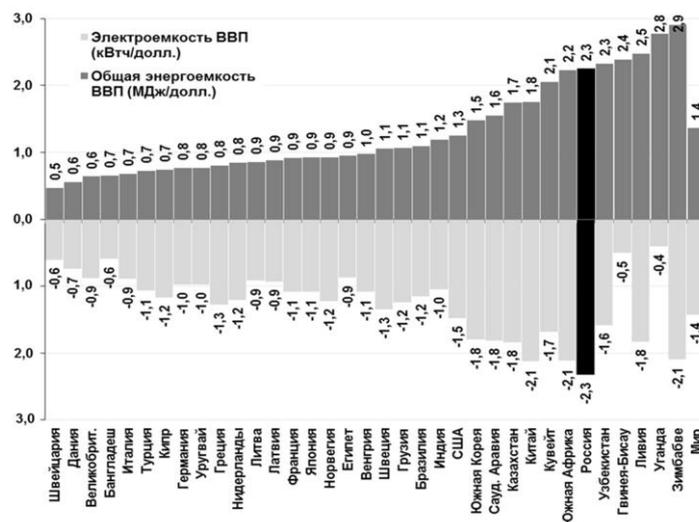


Рис. 1. Общая энергоёмкость и электроёмкость ВВП по ППС в странах мира в 2021 году [1]

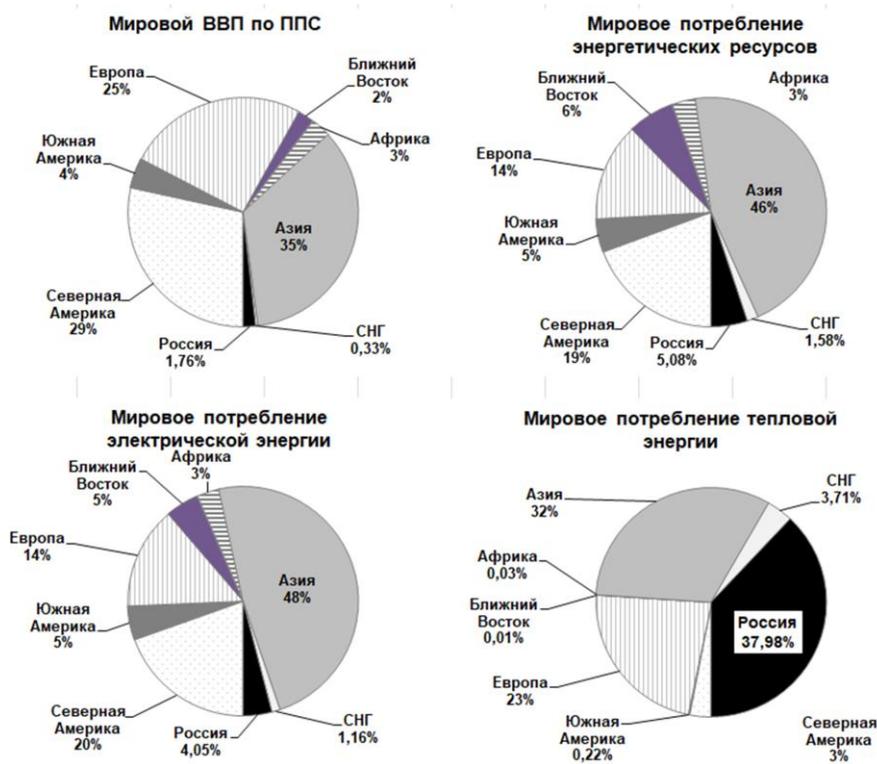


Рис. 2. Структура некоторых экономических показателей по странам мира за 2021 год [5]

ППС в размере, не превышающем 1,8%, осуществляет внутреннее потребление более 5,0% объема мирового ТЭР и более 4,0% общемирового объема потребляемой электроэнергии. При этом объемы тепловой энергии, производимые и потребляемые в России, более 37% от объемов теплоснабжения во всем мире.

37% от общемирового объема потребления тепловой энергии в стране, в условиях существенного износа теплогенерирующей и теплопередающей инфраструктуры в регионах России, вносят наибольший вклад в отставание нашей страны от среднемирового уровня энер-

гетической эффективности экономики. При наличии значительной доли тепловой энергии в структуре энергобаланса страны реализация централизованных мер в области повышения уровня энергетической эффективности экономики России должна в первую очередь учитывать меры в области теплоснабжения и потребления тепловой энергии.

Одним из факторов, связанных с низкой степенью энергетической эффективности в экономике России, экспертами называется низкая стоимость ТЭР, обращаемых на внутреннем рынке [6]. На рис. 3 представлены показатели

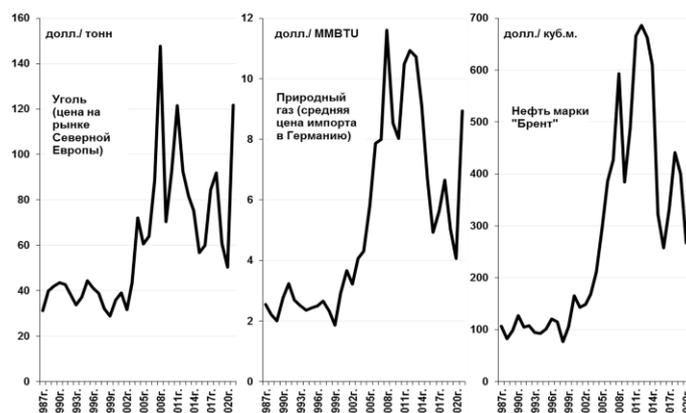


Рис. 3. Динамика изменения цен на уголь, природный газ и нефть на мировых энергетических рынках за 1987–2021 гг. [7]

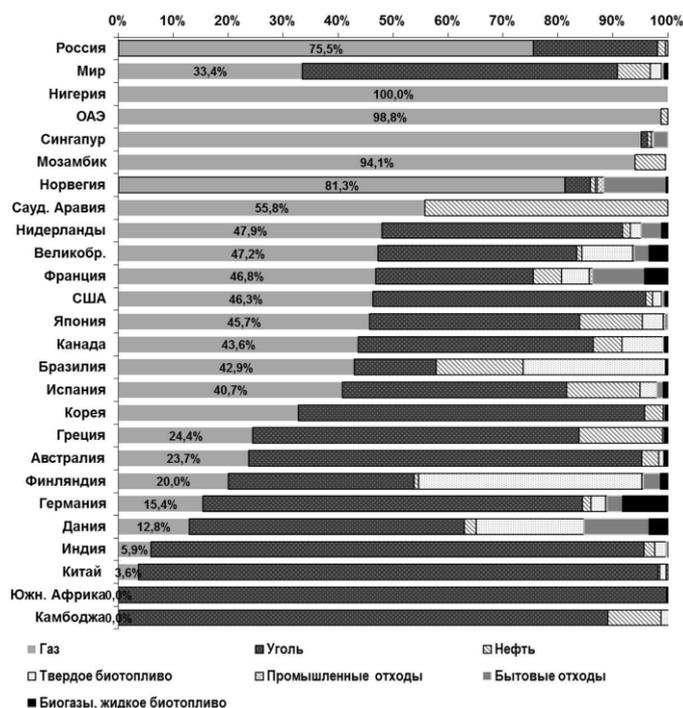


Рис. 4. Структура выработки электроэнергии из ископаемых топлив в некоторых странах мира в 2017 году [7]

динамики изменения цен на уголь, природный газ и нефть на мировых энергетических рынках за период 1987–2021 гг.

Как следует из диаграмм, до 2005 года мировые цены на энергоресурсы были достаточно стабильны, в результате чего, во-первых, вопросам повышения эффективности энергопотребления уделялось не столь пристальное внимание, во-вторых, в России получил существенное развитие вопрос газификации ТЭК, выразившийся в переводе электростанций и котельных на потребление природного газа, а также строительстве новых газовых котельных. В настоящий момент ТЭК России характеризуется высокой степенью газификации отрасли электроэнергетики (рис. 4) по сравнению с большинством стран мира. Учитывая, что Рос-

сия обеспечивает весь объем добычи потребляемого природного газа, цены на природный газ, реализуемый внутри страны, существенно ниже цен в большинстве стран мира. Для примера, если в России стоимость 1 тыс. куб. м природного газа составляет порядка 5 тыс. руб., то в Португалии, Ирландии, Франции, Италии, Японии, Австрии, Финляндии, Корее данный показатель превышает величину 20 тыс. руб. за 1 тыс. куб. м, что отражается в стоимости продукции, производимой на основе природного газа, в том числе тепловой энергии. Учитывая значительную долю природного газа в структуре выработки электроэнергии в ЕЭС России, стоимость электроэнергии, отпускаемой в России, также ниже цен на электроэнергию, отпускаемую в большинстве стран мира. Если стоимость

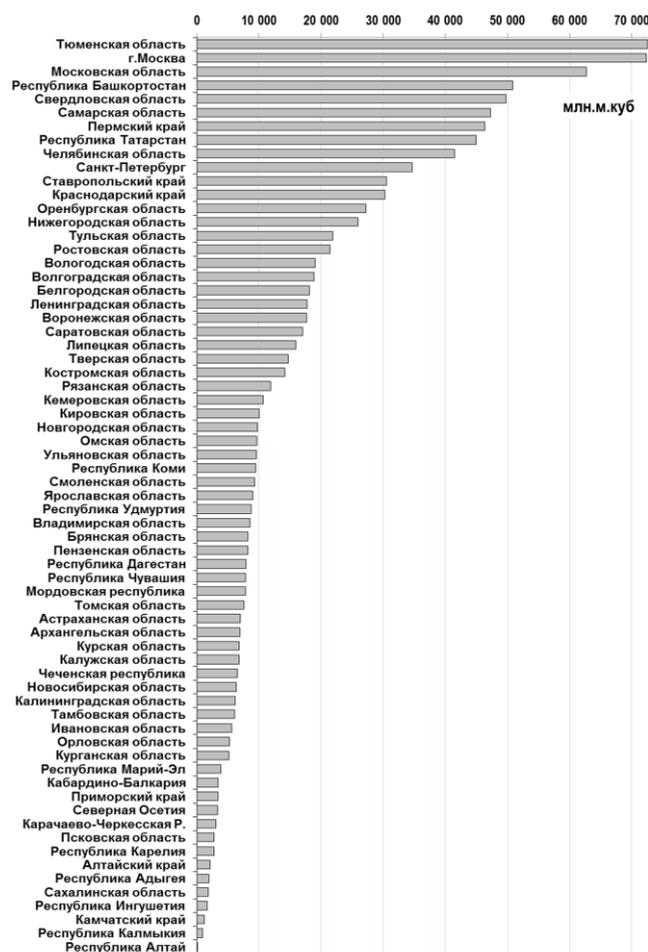


Рис. 5. Объем потребления природного газа регионами России в 2019 году [9, 10]

1 МВтч в России составляет в среднем 70 долл. США, то в Германии, Японии, Италии, Дании и т.п. данный показатель не менее чем в 2 раза больше. Сравнительно низкие цены на конечные ТЭР потребляемые в России ограничивают мотивацию потребителей электроэнергетики в повышении уровня энергетической эффективности.

О роли теплоснабжения в энергобалансе России

Учитывая значительное количество регионов в России и их ресурсное разнообразие, не во всех регионах страны уровень газификации находится на требуемом высоком уровне. На рис. 5 представлены показатели потребления газа субъектами Российской Федерации в 2019 году. Газ в России потребляется не во всех субъектах РФ. Полностью отсутствует централизованная газификация в ряде регионов (Республика Бурятия, Республика Саха (Якутия), Республика Тыва, Мурманская область, Амурская область). В Хабаровском, Приморском, Камчатском краях природный газ подведен к системам энергоснабжения электростанций энергосистемы, без подачи на нужды прочих

потребителей, в том числе населению. Особенностью энергоснабжения наиболее энергоемких по объемам потребления электрической энергии регионов России, таких как Кемеровская и Иркутская области, Красноярский край, является то, что в данных субъектах практически отсутствует централизованное газоснабжение, даже объектов электроэнергетики.

Также структура потребления природного газа со стороны конечных потребителей в субъектах Российской Федерации не является одинаковой. Основными группами потребления газа в России являются: отрасль электроэнергетики, нефтяная промышленность, нужды ПАО «Газпром», металлургическая промышленность, агропромышленный комплекс, цементная промышленность, нефтехимическая промышленность, автосельхозмашиностроение, агрокомплекс. Объемы распределения потребления природного газа различными отраслями среди регионов страны существенно различаются, что также оказывает влияние на различие показателей энергетической эффективности потребления природного газа. Исследование показателей объемов добычи природного газа в разбивке по регионам России подчеркивает, что далеко не в

Таблица 1

Количество и структура источников теплоснабжения в регионах РФ по мощности в 2019 году [9]

Параметр	РФ	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДФФО
	Единиц								
Всего	76 696	18 463	5 844	9 679	2 763	18 141	5 129	10 454	6 223
	Доля от общего количества, %								
Когенерационные уст. мощностью от 25 тыс. кВт	0.2%	27%	8%	8%	1%	18%	6%	16%	15%
Когенерационные мощностью до 25 тыс. кВт	0.3%	24%	20%	24%	1%	9%	7%	1%	15%
Котельные мощностью до 3 Гкал/ч	77%	23%	7%	14%	4%	26%	6%	14%	7%
Котельные мощностью от 100 и выше Гкал/ч	0.8%	29%	15%	6%	1%	16%	13%	13%	7%
Котельные мощностью от 20 до 100 Гкал/ч	3.3%	33%	11%	8%	4%	17%	11%	9%	8%
Котельные мощностью от 3 до 20 Гкал/ч	18%	26%	11%	9%	4%	18%	9%	11%	11%
Прочие источники	0.3%	6%	4%	4%	0%	3%	5%	5%	72%
Электробойлерные	0.6%	35%	2%	2%	0%	1%	0%	34%	25%

о всех территориях страны имеется возможность добычи природного газа, а строительство магистральных газопроводов до некоторых территорий Сибири и Дальнего Востока, является достаточно затратным и в некоторых случаях экономически нецелесообразным [8]. Это определяет особенности газоснабжения многих регионов страны.

На рис. 6 представлены параметры структуры некоторых экономических показателей энергопотребления в федеральных округах России за 2021 год. Как следует из диаграмм, если на территориях Сибирского федерального округа и Дальневосточного федерального округа потребляется 17% и 7% от объема тепловой энергии, потребляемой в России, то объем потребления бурого (энергетического) угля в данных территориях составляет 73% и 20% соответственно, что связано с низкой степенью газификации этих территорий. Из этого следует, что высокое потребление угля в данных территориях приводит к снижению уровня энергетической эффективности теплоснабжения, а также к завышенным показателям вредных атмосферных выбросов объектами электроэнергетики и теплоснабжения. Объем ВРП территорий Сибирского федерального округа и Дальневосточного федерального округа составляет 10% и 6% от общего объема России, однако затраты потребления тепловой энергии, топочного мазута, электрической энергии непропорционально выше объемов ВРП данных территорий. Таким образом, уровень энергетической эффективности теплоснабжения

территорий Сибирского федерального округа и Дальневосточного федерального округа отстает даже от среднероссийского уровня и требует разработки рекомендаций, направленных на повышение экономической эффективности и экологичности теплоснабжения в данных территориях страны.

По нашему мнению, одним из ключевых направлений повышения уровня энергетической эффективности и экологичности теплоснабжения в отдельных территориях России является использование комбинированных систем централизованного теплоснабжения, основанных на одновременном использовании источников традиционной выработки тепловой энергии, работающих на углеводородном сырье (природный газ, уголь, мазут), с источниками тепловой энергии, работающими на основе потребления электрической энергии (электрокотельные) [11, 12]. Рынок электрической энергии (мощности), действующий в России, позволяет крупным потребителям электроэнергии управлять затратами на закупку электрической энергии на основе применения механизмов управления спросом, что позволяет применять электрокотельные в процессе централизованного теплоснабжения [13].

В табл. 1 представлены данные количества и структуры источников теплоснабжения в России по мощности в 2019 году, из которых следует, что доля электрокотельных в общей структуре выработки тепловой энергии России является не столь значительной и составляет

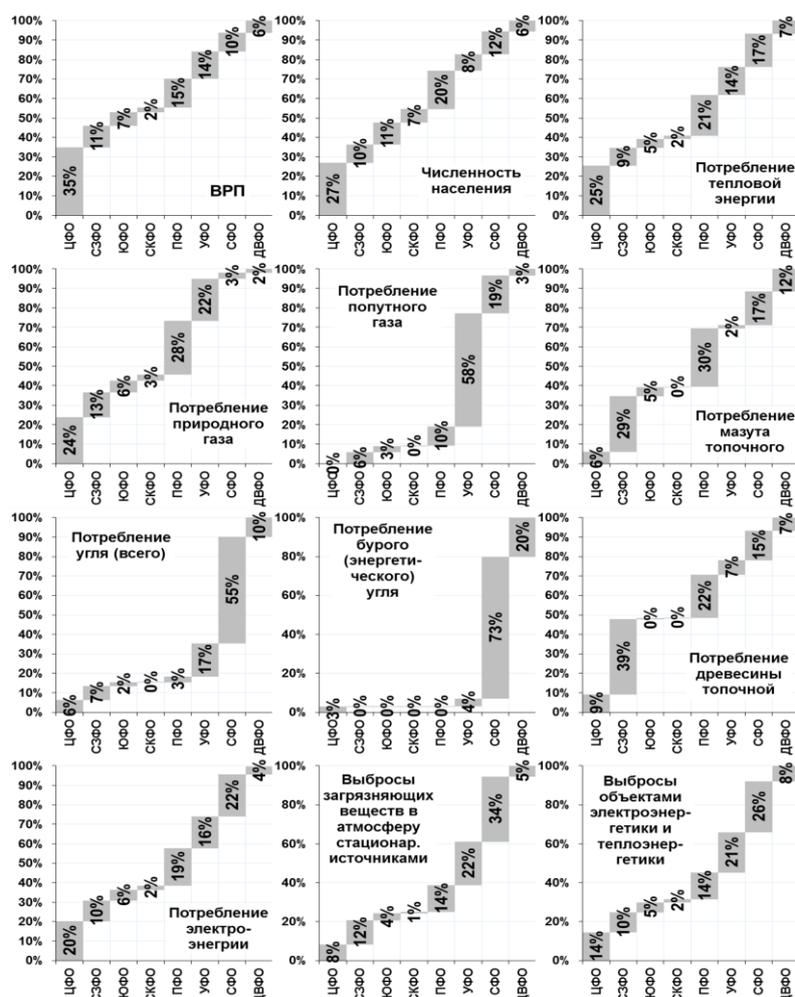


Рис. 6. Параметры структуры некоторых экономических показателей энергопотребления в федеральных округах России за 2021 год [15]

менее 1%. При этом 34% из существующих электродвигательных установок в Сибири и Дальнем Востоке, 25% – в системе теплоснабжения Дальневосточного федерального округа, что еще раз подчеркивает перспективность использования электроотопления в рамках территорий Сибири и Дальнего Востока.

В России отрасль электроэнергетики и теплоснабжения работают в едином топливно-энергетическом комплексе и тесно связаны друг с другом:

- и электроэнергетика, и теплоснабжение потребляют значительное количество первичных ТЭР (природный газ, уголь, мазут) [16];

- часть тепловой энергии в России производится электрическими станциями, действующими в режиме когенерации (ТЭЦ, ГРЭС, блок-станции);

- системы электроэнергетики и теплоснабжения часто обслуживаются одними и теми же организациями;

- системы теплоснабжения и электроснабжения характеризуются широким развитием

сетей транспортировки и сконцентрированы в промышленных и экономических центрах;

- эксплуатация систем теплоснабжения и электроснабжения производится с учетом обеспечения взаимной работоспособности каждой системы;

- на промышленных предприятиях России эксплуатация и ремонт систем теплоснабжения и электроснабжения находится в ведении одних служб – служб главных энергетиков;

- технологические процессы производства, передачи и потребления производимой тепловой энергии сопровождаются значительными объемами потребления электричества. В случае прекращения подачи электрической энергии технологические процессы обращения тепловой энергии останавливаются.

Методы исследования

Электроэнергетика представляет собой масштабную системообразующую отрасль национальной экономики Российской Федерации,

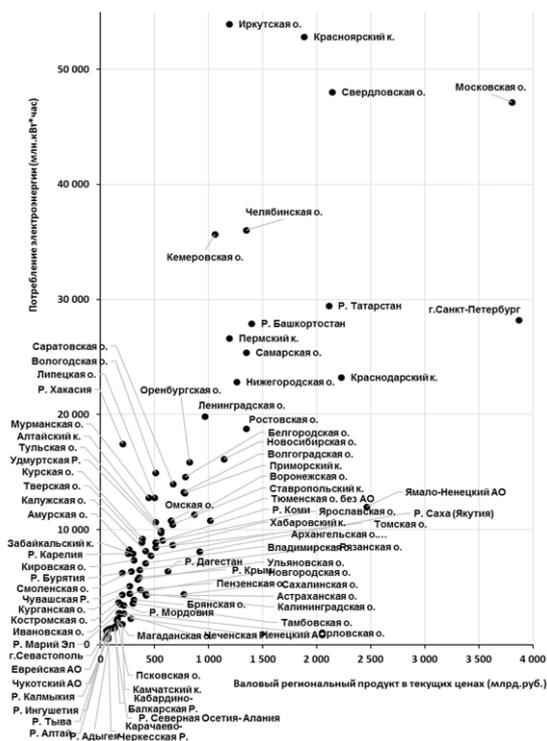


Рис. 7. Диаграмма показателей ВРП и общего электропотребления в регионах России за 2018 год [17]

объединяющую в себе технологические объекты по производству электрической энергии, передаче по магистральным и распределительным электрическим сетям, а также системы обеспечения сбыта электрической энергии. Электрическая энергия используется без исключения всеми субъектами экономической деятельности России. Объемы потребления электрической энергии являются традиционным индикатором уровня развития промышленности и экономики любой территории. На рис. 7 представлена диаграмма показателей ВРП и общего электропотребления в регионах России за 2018 год. Чем больше масштабы потребления электроэнергии в регионе страны, тем больше валового регионального продукта производится субъектами экономической деятельности, что объясняется объемами потребления электроэнергии промышленными станками, печами, электрическим транспортом. Как следует из рис. 7, объёмы потребления электрической энергии в регионах России существенно различаются, что связано с различным уровнем экономического развития территорий, спецификой региональной экономики и масштабами экономической деятельности. Также исследование структуры потребления электроэнергии в регионах России отражает существенное различие объемов электропотребления в рамках основных региональных групп, которые состоят из промышленности,

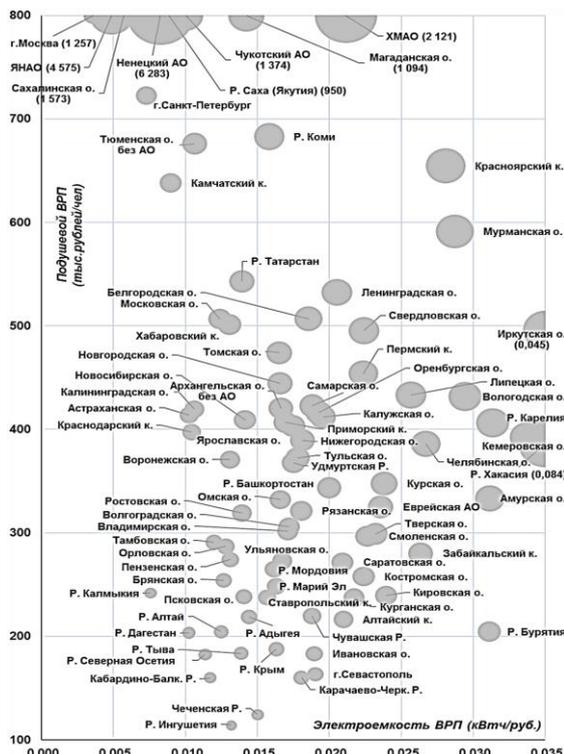


Рис. 8. Карта электроемкости ВРП регионов России за 2018 год (площадь круга соответствует подушевому потреблению электроэнергии) [6, 17]

сельского хозяйства, торговли, транспорта и связи, населения и групп потребителей, относящихся к прочим видам экономической деятельности. Также высокая доля электропотребления промышленностью в регионе отражается на особенностях конфигураций систем электроснабжения, с преимущественным развитием электросетевой инфраструктуры более высоких классов напряжения в таких регионах страны.

Как было упомянуто выше, показатели уровня энергетической эффективности потребления электрической энергии в России, измеряемые показателем электроемкости ВВП по ППС, существенно отстают от среднемирового. На рис. 8 представлена карта электроемкости ВРП регионов России за 2018 год. Как следует из карты, показатели энергетической эффективности потребления электроэнергии в регионах России существенно отличаются друг от друга, что также требует учета в процессе реализации региональных программ повышения энергетической эффективности.

Электроэнергетика России является одной из крупнейших в мире. По показателям протяженности электросетевой инфраструктуры, количеству трансформаторных подстанций и установленной мощности высоковольтных трансформаторов электроэнергетика России является первой в мире [17]. Протяженность электрических сетей классом 110–220 кВ в России превы-

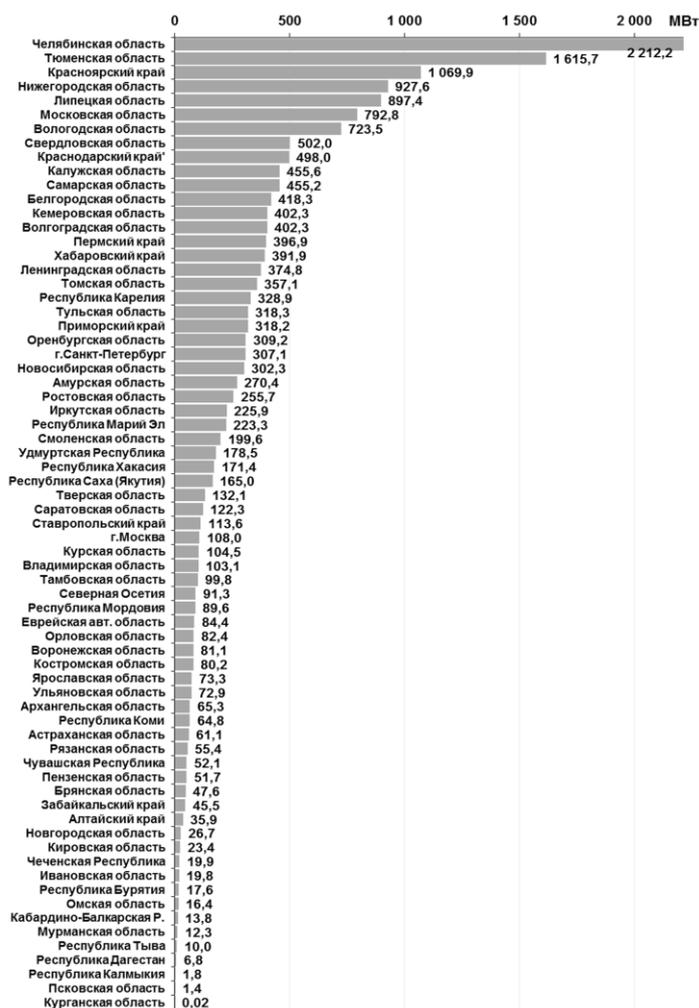


Рис. 9. Величина резервируемой мощности в электрических сетях ЕНЭС в регионах России в 3-м квартале 2022 года [18, 19]

шает 400 тыс. км, количество трансформаторных подстанций классом 110–220 кВ превышает 8,8 тыс., установленная мощность трансформаторов 110–220 кВ превышает 450 ГВА. Протяженность электрических сетей 110–220 кВ в Германии ниже российского в 30 раз, во Франции в 15 раз, в Финляндии в 45 раз. По установленной мощности трансформаторов 110–220 кВ Россия опережает Германию в 5 раз, Турцию в 5,3 раза, Великобританию в 12 раз, Финляндию в 110 раз.

Таким образом, возможности электросетевой инфраструктуры России охватывают практически все территории страны, в которых ведется экономическая деятельность. Также, по данным АО «Системный оператор Единой энергетической системы», по результатам 2021 года нагрузка электростанций на годовой максимум потребления мощности 2021 года составила 165 640 МВт при установленной мощности электростанций ЕЭС России 246 590 МВт (фактический коэффициент загрузки в периоды максимума ЕЭС России – 67%). Таким образом,

генерирующие мощности ЕЭС России также имеют резервы для присоединения новых потребителей, в том числе электрических котельных.

Магистральные электрические сети России Единой национальной (общероссийской) электрической сети (ЕНЭС) классом напряжения свыше 220 кВ имеют существенный резерв свободных мощностей. На рис. 9 представлены данные резервируемой мощности в электрических сетях ЕНЭС в регионах России в 3-м квартале 2022 года, отражающие величину мощностей, распределенных потребителям электрической энергии, но фактически не используемые ими.

В настоящее время Правительством Российской Федерации ведется обсуждение изменений законодательства в части возможностей передачи фактически неиспользуемых электросетевых мощностей потребителям, нуждающимся в технологическом присоединении. Также, данные представлены на рисунке 9 касаются лишь сетей ЕНЭС, без учета электрических сетей классом напряжения ниже 110 кВ, входящих в

Таблица 2

Характеристики и состояние объема свободной трансформаторной мощности с указанием текущего объема свободной мощности по центрам питания в регионах Сибирского, Дальневосточного и Уральского федеральных округов, свободной мощностью от 200 МВт (в 3-м квартале 2022 года) [18]

Федеральный округ	Регион	Наименование центра питания	Классы напряжения	Установленная мощность, МВА	Текущий резерв/дефицит мощности для технологич. присоединения, МВт
Сибирский ФО	Красноярский край	ПС 500 кВ Ангара	500/220/10	2004	853.83
Сибирский ФО	Кемеровская область	ПС 500 кВ Кузбасская	500/220/10	801	532.10
Сибирский ФО	Новосибирская область	ПС 500 кВ Заря	500/220/15	1602	382.91
Сибирский ФО	Новосибирская область	ПС 500 кВ Барабинская	500/220/10	501	313.84
Сибирский ФО	Алтайский край	ПС 500 кВ Рубцовская	500/220/10	1002	277.82
Сибирский ФО	Кемеровская область	ПС 500 кВ Новокузнецкая	500/220/35	1602	206.90
Дальневосточ. ФО	Хабаровский край	ПС 500 кВ Хехцир 2	500/220	501	436.66
Дальневост. ФО	Еврейская АО	ПС 500 кВ Хабаровская	500/220	1002	334.51
Дальневост. ФО	Приморский край	ПС 500 кВ Лозовая	500/220	501	325.40
Дальневост. ФО	Приморский край	ПС 500 кВ Чугуевка-2	500/220	501	323.96
Дальневост. ФО	Приморский край	ПС 500 кВ Владивосток	500/220	501	261.50
Дальневост. ФО	Приморский край	ПС 500 кВ Дальневосточная	500/220	1002	218.57
Уральский ФО	ХМАО	ПС 500 кВ Трачуковская	500/220/35	1503	511.61
Уральский ФО	ХМАО	ПС 500 кВ Ильково	500/220/35	1002	413.82
Уральский ФО	ХМАО	ПС 500 кВ Луговая	500/220/35	1002	395.29
Уральский ФО	ХМАО	ПС 500 кВ Сомкино	500/220/35/10	1503	368.74
Уральский ФО	Свердловская область	ПС 500 кВ Курган	500/220/10	1002	319.77
Уральский ФО	Челябинская область	ПС 500 кВ Магнитогорская	500/220/10	1602	271.08
Уральский ФО	Свердловская область	ПС 500 кВ Емелино	220/110/10	1002	238.26

состав территориальных электросетевых организаций.

В табл. 2 представлены данные о наличии объема свободной для технологического присоединения потребителей трансформаторной мощности с указанием текущего объема свободной мощности по центрам питания напряжением 35 кВ и выше в регионах Сибирского, Дальневосточного и Уральского федеральных округов, свободной мощностью от 100 МВт (по состоянию на 3-й квартал 2022 года). Учитывая ограничение объемных требований к статье, в табл. 2 представлены подстанции со свободной

мощностью свыше 200 МВт, при этом в указанных регионах свободных мощностей свыше 50–100 МВт в десятки раз больше, что позволяет подключать новых энергоемких потребителей электроэнергии. Как следует из данных, масштабы свободных трансформаторных мощностей, существующих в России, позволяют выполнить технологическое присоединение энергоемких потребителей, таких как электрические котельные, а география расположения трансформаторных подстанций, которые находятся в непосредственной близости к промышленным центрам, формирующим спрос на потребление теп-

ловой энергии, подчеркивает возможности расположения электрических котельных в разных территориальных локациях регионов страны.

Заключение

Таким образом, возможности электроэнергетического комплекса России позволяют обеспечить теплоснабжение территорий России, в первую очередь характеризующихся низкой степенью газификации, высокой долей потребления дорогостоящего и менее экологичного топлива, а также имеющих низкую степень энергетической эффективности потребления тепловой энергии. Для оценки возможностей использования комбинированных систем электрического теплоснабжения в территориях России требуется разработать методологическое обеспечение, позволяющее обеспечить централизованное теплоснабжение отдельных территорий на основе электрических котельных, с учетом выполнения условий экономической эффективности, системной надежности теплоснабжения и электроснабжения, а также снижения уровня вредных экологических выбросов в атмосферу [20].

В качестве заключительных выводов по результатам проведенного исследования можно констатировать ряд следующих положений.

1) Экономика России занимает лидирующие роли в объемах производства и потребления всех видов топливно-энергетических ресурсов, при этом уровни энергетической эффективности страны существенно отстают от передовых экономически развитых стран. Это негативно отражается во внутренней экономической среде страны и всех субъектов экономики, что определяет ключевое значение для развития национальной экономики страны. Особенностью экономики России также являются высокие масштабы потребления тепловой энергии в структуре внутреннего энергетического баланса. Экономика России потребляет более 37% тепловой энергии, производимой в мире, что обосновывает определение в качестве одного из основных направлений в области повышения энергетической эффективности – повышение эффективности теплоснабжения.

2) Исследование ценовых параметров отпуска топливно-энергетических ресурсов в России и странах мира выявил существенно низкую стоимость первичных топливно-энергетических ресурсов в России, что выражается в дешевом природном газе и электрической энергии, отпускаемой конечным потребителям в стране. Таким образом, одним из факторов, связанных с низкой степенью энергетической

эффективности в экономике России, экспертами называется низкая стоимость ТЭР, обращаемых на внутреннем рынке, что ограничивает стимулирование потребителей к экономии потребляемых ресурсов.

3) Исследование объемов и структуры потребления природного газа в регионах России показало, что природный газ в России потребляется не во всех регионах страны, а в некоторых регионах централизованная газификация отсутствует полностью. Это связано с удаленностью регионов от магистральных газопроводов, отсутствием действующих газовых месторождений на близких территориях таких регионов. Прежде всего такими территориями являются регионы, входящие в Сибирский и Дальневосточный федеральные округа, которые, с одной стороны, в результате климатических особенностей испытывают большой спрос в теплоснабжении, но, с другой стороны, вынуждены использовать дорогостоящее и неэкологичное топливо, такое как мазут, уголь и пр. Таким образом, уровень энергетической эффективности теплоснабжения территорий Сибирского федерального округа и Дальневосточного федерального округа отстает даже от среднероссийского уровня и требует разработки рекомендаций, направленных на повышение экономической эффективности и экологичности теплоснабжения в данных территориях страны.

4) По нашему мнению, одним из ключевых направлений повышения уровня энергетической эффективности и экологичности теплоснабжения в отдельных территориях России является использование комбинированных систем централизованного теплоснабжения, основанных на одновременном использовании источников традиционной выработки тепловой энергии, работающих на углеводородном сырье. Возможности электроэнергетического комплекса России позволяют обеспечить теплоснабжение территорий России, в первую очередь характеризующихся низкой степенью газификации, высокой долей потребления дорогостоящего и менее экологичного топлива, а также имеющих низкую степень энергетической эффективности потребления тепловой энергии.

5) Регионы России богаты значительными резервами свободных электросетевых мощностей, способных обеспечить технологическое присоединение новых энергоемких потребителей (электрических котельных), с установленной мощностью от 100 МВт. Это подчеркивается исследованием величин резервируемой мощности в электрических сетях ЕНЭС в регионах

России, а также информации о наличии объема свободной для технологического присоединения потребителей трансформаторной мощности с указанием текущего объема свободной мощности по центрам питания в регионах страны.

Список литературы

1. BP: Statistical Review of World Energy – 2021 edition / Statistics report of British Petroleum. 2022. 68 p. URL: <https://www.bp.com/>
2. Перспективы развития мировой энергетики с учетом влияния технологического прогресса / Под ред. В.А. Кулагина. М.: ИНЭИ РАН, 2020. 320 с.
3. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / Под ред. А.А. Макарова, Т.А. Митровой, В.А. Кулагина; ИНЭИ РАН – Московская школа управления СКОЛКОВО – Москва, 2019. 210 с.
4. Жизнин С.З., Тимохов В.М. Международное сотрудничество в сфере энергетических технологий: Учебное пособие / ФГБОУ ВО «МГИМО(У) МИД РФ». 2-е изд., перераб. и доп. М.: МГИМО-Университет, 2021. 422 с.
5. Energy Statistics Yearbook 2021 / United Nations. 2021. 576 p. URL: <https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789210012850>
6. Дзюба А.П. Теория и методология управления спросом на энергоресурсы в промышленности: Монография. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. 323 с.
7. Key World Energy Statistics 2021 / Statistics report of International Energy Agency. 2022. 81 P. URL: <https://www.iea.org/>
8. Шаров Ю.И. Производство и передача тепловой энергии: Учебное пособие. Новосибирский государственный технический университет (Новосибирск). 2021. 296 с.
9. Статистические материалы официального интернет-сайта ЕМИСС (Единая межведомственная

информационно-статистическая система). URL: <https://www.fedstat.ru/>

10. Статистические материалы официального интернет-сайта Федеральная служба государственной статистики (Росстат) / URL: <https://rosstat.gov.ru/>
11. Амосов Н.Т. Теплофикация и теплоснабжение: Учебное пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. 237 с.
12. Петин В.В., Батухтин А.Г., Калугин А.В., Сафронов П.Г. Современные технологии использования электрической энергии в системах централизованного теплоснабжения // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2010. № 4 (110). С. 32–38.
13. Дзюба А.П. Управление спросом на электропотребление как элемент программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности экономики России // XI Международной научно-практической конференции Государство и бизнес. Экосистема цифровой экономики. 24–26 апреля 2019 г. Санкт-Петербург. Том 4. 2019. С. 46–51.
14. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2021: Стат. сб. / Росстат. М., 2021. 766 с.
15. Сантехника, Отопление, Кондиционирование. 2013. № 2 (134). С. 58–63.
16. Дзюба А.П., Соловьева И.А. Управление спросом на энергоресурсы в глобальном экономическом пространстве. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2021. 260 с.
17. Материалы официального интернет-сайта ПАО «Федеральная сетевая компания – Россети». URL: <https://www.fsk-ees.ru/>
18. Промышленное производство в России. 2021: Стат. сб. / Росстат. М., 2021. 305 с.
19. Баранов Л.А. Электронагреватели в сельском хозяйстве. Алма-Ата.: Кайнар, 1977. 288 с.
20. Люлешкин О.П. Перспективы электроэнергетики в теплоснабжении / Сантехника, Отопление, Кондиционирование. 2013. № 2 (134). С. 58–63.

IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF HEAT SUPPLY TO RUSSIAN REGIONS BASED ON THE USE OF CENTRALIZED ELECTRIC HEATING SYSTEMS

A.P. Dzyuba¹, D.V. Konopelko²

¹Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg

²South Ural State University, Chelyabinsk

The Russian economy is characterized by significant production and consumption of thermal energy, which accounts for 37% of global consumption, which affects the state of the country's economy. Improving the energy efficiency of individual and district heating in Russia is the most important task of the modern century, ensuring the stable development and competitiveness of the entire national economy, which emphasizes the high relevance of the presented scientific research. The purpose of the presented work is to study the possibilities of heat supply systems in the regions of Russia with an assessment of reserves for increasing economic efficiency based on the use of hybrid combined heat supply mechanisms. The article provides an empirical study of tariff parameters for the supply of gas and electricity in the Russian Federation and countries around the world, an analysis of the parameters of the structure of electricity generation from fossil fuels, structural features of some economic indicators of energy consumption in the federal districts of the Russian Federation, in the context of the development of the country's economy. The volume of natural gas consumption by the regions of Russia, the number and structure of heat supply sources in the regions of Russia by capacity, the author's diagram of GRP and total electricity consumption in the regions, a map of the electrical capacity of GRP in the regions of Russia, the amount of reserved power in the electric networks of the UNES in the regions, the volume of transformer power free for technological connection of consumers in the SFD, Far Eastern Federal District and Ural Federal District are presented. As a result of the study, it is concluded that one of the key directions for increasing the level of economic and energy efficiency and environmental friendliness of heat supply in certain territories of Russia is the use of combined district heating systems based on the simultaneous use of traditional sources of thermal energy generation operating on hydrocarbon raw materials. The capa-

bilities of the Russian electric power complex make it possible to provide heat supply to the territories of Russia, primarily characterized by a low degree of gasification, a high proportion of consumption of expensive and less environmentally friendly fuels, as well as having a low degree of economic efficiency of thermal energy consumption.

Keywords: heat supply in Russia, use of thermal energy, energy consumption in the subjects of the Russian Federation, energy consumption structure, energy efficiency, GRP electrical capacity map, electric heat supply, combined heat supply.