



DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2022.4.2>

UDC 338.001.36
LBC 65.2/4

Submitted: 30.11.2022
Accepted: 12.12.2022

ON THE STUDY OF ENERGY SAVING AND INCREASING ENERGY EFFICIENCY: FOREIGN AND RUSSIAN EXPERIENCE¹

Olga Yu. Patrakeeva

Federal Research Centre the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Science,
Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract. Elaboration of measures and patterns to increase energy efficiency appears as one of the priority objectives of the world economy and is aimed at solving environmental problems associated with energy consumption and climate changes. The paper deals with the issue of the impact of economic growth and structural changes on the energy intensity of territories. Empirical studies highlight a significant influence of macroeconomic, demographic and political factors on changes in the energy intensity of economies. Russia has significant capacity for improving energy efficiency, primarily in the electricity and housing sectors. The released fossil fuels can be exported, reduce emissions into the atmosphere, and, as a result, improve life quality. A consistent reduction in the consumption of fuel and energy resources due to the transition to a new technological order is demonstrated by electric power industry, manufacturing industry and transport sector. It is noted that for Russia the transition from raw-material economic model to innovative one is a priority for sustainable development. To overcome the causes of low energy efficiency and realize the existing potential, it is necessary to intensify the state policy both at the regional and federal levels. At the same time, saving energy and increasing energy efficiency cannot reduce energy intensity of GDP/GRP without high economic rates. The paper analyses the influence of the gross regional product structure on energy consumption in the Rostov region as well as the characteristics of the economic structure and electricity consumption of the region. It is noted that service sector and high-tech industries development, investment in environmental technologies will allow the Rostov region to move to an energy-efficient model of economic growth.

Key words: energy efficiency, economic growth, energy intensity, industrial production, structural change, environmental sustainability, technological innovation.

Citation. Patrakeeva O.Yu. On the Study of Energy Saving and Increasing Energy Efficiency: Foreign and Russian Experience. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika* [Journal of Volgograd State University. Economics], 2022, vol. 24, no. 4, pp. 16-27. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2022.4.2>

УДК 338.001.36
ББК 65.2/4

Дата поступления статьи: 30.11.2022
Дата принятия статьи: 12.12.2022

К ВОПРОСУ О СОСТОЯНИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ: ЗАРУБЕЖНЫЙ И РОССИЙСКИЙ ОПЫТ¹

Ольга Юрьевна Патракеева

Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН,
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. Разработка мер и механизмов повышения энергоэффективности выступает одной из приоритетных задач мировой экономики и направлена на решение экологических проблем, связанных с потреблением энергии, изменением климата. В статье рассматривается вопрос о влиянии экономического роста,

структурных сдвигов на динамику энергоемкости территорий. Эмпирические исследования указывают на значительное влияние макроэкономических, демографических и политических факторов на изменение энергоемкости экономик. Россия обладает значительным потенциалом для повышения энергоэффективности, в первую очередь в электроэнергетике и жилищном секторе. Высвобожденные объемы ископаемого топлива могут быть направлены на экспорт, а также они позволят сократить выбросы в атмосферу и, как следствие, повысить качество жизни. Последовательное снижение потребления топливно-энергетических ресурсов за счет перехода к новому технологическому укладу демонстрируют электроэнергетика, обрабатывающая промышленность и транспортный сектор. Отмечается, что для России важен переход от сырьевой к инновационной модели экономики с приоритетом для устойчивого развития. Для преодоления причин низкой энергоэффективности и реализации существующего потенциала необходимо активизировать государственную политику как на региональном, так и на федеральном уровнях. В то же время мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности не смогут достигнуть цели снижения энергоемкости ВВП / ВРП без высоких темпов экономического роста. Проведен анализ влияния структуры валового регионального продукта на энергопотребление в Ростовской области, дана характеристика структуры экономики и электропотребления региона. Отмечено, что развитие сектора услуг и высокотехнологичных производств, инвестирование в природоохранные технологии позволят Ростовской области перейти к энергоэффективной модели экономического роста.

Ключевые слова: энергоэффективность, экономический рост, энергоемкость, промышленное производство, структурные изменения, экологическая устойчивость, технологические инновации.

Цитирование. Патракеева О. Ю. К вопросу о состоянии энергосбережения и повышении энергоэффективности: зарубежный и российский опыт // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. – 2022. – Т. 24, № 4. – С. 16–27. – DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2022.4.2>

Введение

Энергия является важной материальной основой экономического развития и социального прогресса. Промышленное производство – основной сектор, поддерживающий экономическое развитие, и в то же время крупнейший энергопотребитель. В промышленно развитых странах произошло значительное снижение энергоемкости (энергопотребления на единицу продукции), обусловленное повышением энергоэффективности, а также экономическими структурными изменениями. Тем не менее выбросы CO₂ растут высокими темпами за счет увеличения спроса на энергию и углеродоемкости энергетического сектора [Shahiduzzamana et al., 2013].

Растущая потребность общества в экологичности экономического роста, в знаниях о технологических изменениях побуждает правительства к созданию соответствующих условий для эффективного использования роста ресурсов и охраны окружающей среды, при этом особое внимание уделяется вопросам энергоэффективности и преобразования энергии. Однако эмпирических исследований, посвященных роли экологических норм и политики в области спроса на энергию, крайне немного [Paramati et al., 2021].

Достижение экологической устойчивости, энергоэффективности и экологически чи-

стого роста экономики соответствует целям устойчивого развития. В современных условиях страны и регионы рассматривают повышение энергоэффективности в качестве жизненно важного компонента энергетики и как стратегическое направление для решения проблем, связанных с энергетической безопасностью и снижением целевых показателей выбросов CO₂.

Энергоэффективность часто используется как общий термин, который относится к использованию меньшего количества энергии для производства того же количества услуг или полезной продукции и рассматривается как способ управления и сдерживания роста потребления энергии. По мнению ученых, единого определения энергоэффективности не существует, поскольку использование концепций энергоэффективности в инженерных, экологических, экономических и других исследованиях может включать различные методы и цели [Ang, 2006].

Энергоемкость является одним из наиболее часто используемых показателей комплексной энергоэффективности, который отражает экономические выгоды от использования энергии. Снижение энергоемкости является важным показателем для «зеленой» или циклической экономики [Determining the Factors ... , 2021].

Как полагают Л. Проскуракова и А. Ковалев [Proskuryakova et al., 2015], меры государственной политики в области энергетики, принимаемые на основе приоритетности показателя энергоемкости, довольно ограничены. Во-первых, данный показатель как индикатор энергоэффективности указывает на общеэкономическое положение в отрасли или экономике в целом, что не дает возможности формирования конкретных, более точечных рекомендаций по повышению энергоэффективности. Во-вторых, энергоемкость не дает оценок того, в какой степени можно повысить энергоэффективность в рамках применяемых технологий. Согласно исследованию, проведенному коллективом авторов [Karusuzoglu et al., 2013], прямым результатом снижения энергоемкости является отделение экономического роста от потребления энергии, и поэтому целесообразнее рассматривать энергоемкость как показатель потребления.

Для адекватной оценки энергоэффективности предлагается создание общедоступных четких термодинамических показателей используемого оборудования [Proskuryakova et al., 2015]. Система показателей будет способствовать распространению энергоэффективных решений и продвижению лучших технологических практик на уровне корпоративных лиц, принимающих решения, и инженерных менеджеров, ответственных за технологическую стратегию компании. В то же время возможно использование экономических, термодинамических и экологических показателей как индикаторов энергопотребления.

Объекты и методы исследования

В течение последнего десятилетия вопросы энергетики и климата интересовали политиков, промышленников, мировых лидеров и ученых-экологов. Однако не многие исследования ставили целью изучение факторов, определяющих потребление энергии и энергоемкость. Кроме того, существует «пробел» в изучении влияния экологической политики, нормативных актов и технологий на спрос на энергию и энергоемкость экономики [Paramati et al., 2021].

Эмпирические результаты [Apergis et al., 2010] показали, что для стран Организации экономического сотрудничества и развития

(далее – ОЭСР) существует долгосрочная взаимосвязь между реальным ВВП, развитием торговли, наращиванием капитала и потреблением возобновляемых источников энергии. В то же время для средиземноморских стран положительное влияние на потребление возобновляемых источников энергии оказывает развитие сельского хозяйства и туризма [Alola et al., 2018]. Использование передовых экологических технологий содействует как энергосбережению, так и повышению энергоэффективности зданий и сооружений. Исследователи полагают, что энергоэффективность является основной движущей силой наблюдаемого снижения энергоемкости в странах ОЭСР [Parker et al., 2016].

Снижение выбросов углерода и достижение более экологичного роста являются актуальными вопросами для специализированных исследований. В научной литературе особое внимание уделяется вопросам взаимосвязи энергоемкости, энергоэффективности и структурных сдвигов в экономике, а также основным факторам, влияющим на динамику данных показателей (мировой спрос и цены на энергоносители, индекс ВВП, доход на душу населения, структура промышленного производства, финансирование НИОКР и др.) [Jiménez et al., 2013; Aboagye et al., 2016; Relationship Between Energy ... , 2018].

Результаты, приведенные в работе [Tenaw, 2021], указывают на необходимость повышения энергоэффективности в конкретных секторах (промышленность и домохозяйства) для обеспечения экономического роста и экологической устойчивости. Кроме того, подчеркивается важность поощрения мероприятий, способствующих преобразованию «чистой» энергии и улучшению институциональной структуры. Так, эмпирические исследования показали существование долгосрочной взаимосвязи между реальным ВВП и потреблением возобновляемых источников энергии. В странах ОЭСР экологически чистые технологии позволили снизить совокупное потребление энергии и повысить энергоэффективность [Paramati et al., 2021]. По мнению ряда ученых [Policies for Increasing ... , 2006], повышение энергоэффективности может быть отождествлено с повышением производительности труда в промышленности.

Результаты исследования S.R. Paramati, U. Shahzad, B. Dogan [Paramati et al., 2021] свидетельствуют о том, что экономический прогресс и рост благосостояния приводит к увеличению потребления энергии в расчете на душу населения. Например, по мере роста доходов растет спрос на бытовую технику (кондиционеры, вентиляторы, обогреватели и т. д.), но в то же время рост доходов играет важную роль и в повышении энергоэффективности, побуждая население использовать энергоэффективное электрическое оборудование.

В работе, опубликованной в научном журнале *Energy Economics* в 2021 г. [Tajudeen, 2021], показано, что учет цен на энергоносители и асимметричных ценовых эффектов при анализе факторов повышения энергоэффективности является подходящим и информативным при разработке энергетической политики. Периоды высоких цен на энергоносители могут приводить к повышению энергоэффективности из-за изменений в поведении потребителей или / и внедрения энергосберегающих технологий, которые продолжают применяться и после снижения цен.

Экстремальная модель промышленного развития Китая, основанная на ископаемых источниках энергии как основных источниках выбросов углерода, привела к несбалансированному развитию между потреблением энергии и загрязнением окружающей среды, что нанесло серьезный ущерб экологической среде и поставило под сомнение предел устойчивости экосистемы. Исследование китайской экономики показало, что изменения цен на энергоносители, расходы на НИОКР и реформа собственности в предпринимательском секторе стали важными факторами, способствовавшими снижению энергоемкости. Кроме того, изменения в структуре промышленности и доли производства по регионам, а также реализация государственных программ и законов по энергосбережению и энергоэффективности выступили в качестве основных детерминант изменения рассматриваемого показателя [What is Driving ... , 2004]. Отмечается также значимая роль прямых иностранных инвестиций в повышении энергоэффективности как на национальном, так и на региональном уровнях [Cheng et al., 2021].

Для государств-импортеров энергоресурсов (Германия, Япония) реализация политики

энергоэффективности предполагает диверсификацию источников энергии и значительное развитие альтернативных и возобновляемых источников энергии для уменьшения зависимости от импортного топлива. В то же время приоритетом Китая, занимающего первое место в мире по выбросам углекислого газа, помимо развития возобновляемой энергетики, является переход к низкоуглеродной экономике и, как следствие, создание экологически чистых городов, развитие автомобильной промышленности на новых источниках энергии [What is Driving ... , 2004].

Для России проблема повышения энергоэффективности представляет особую актуальность.

Результаты и обсуждение

Основной целью государственной программы Российской Федерации «Развитие энергетики» выступает «надежное, качественное и экономически обоснованное обеспечение потребностей внутреннего рынка в энергоносителях, энергии и сырье на принципах энергосбережения и энергоэффективности, а также выполнение обязательств по зарубежным контрактам» [Об утверждении ...]. В российской практике в качестве энергетического индикатора широко применяются показатели энергоемкости ВВП / ВРП и энергопотребления. Сравнение динамики энергоемкости ВВП России с аналогичным показателем для развитых стран и стран со схожими климатическими и географическими условиями свидетельствует о значительном отставании отечественной экономики в области энергоэффективности: превышение в 1,74 раза относительно Канады, в 3 раза относительно стран ЕС и 2,19 раза относительно среднемирового уровня. Высокий уровень энергоемкости российской экономики является следствием ряда причин, препятствующих повышению энергоэффективности: природные и географические условия; недостаточная мотивация компаний; низкий уровень развития НИОКР; отсутствие инфраструктуры; отсутствие опыта финансирования и реализации соответствующих проектов [Improvement of Russian Energy ... , 2019].

Согласно данным министерства экономического развития, наибольший вклад в увеличение

энергоёмкости ВВП в период 2015–2018 гг. внесли обрабатывающая промышленность и жилищный сектор (+ 17,7 млн т условного топлива), в то же время добывающая промышленность, электроэнергетика и транспорт «работали» на снижение (экономия 33,5 млн т условного топлива). При этом наращивание объемов производства, климатические факторы, структурные сдвиги стимулировали потребление топливно-энергетических ресурсов (+ 83 млн т условного топлива), в то время как технологические факторы, связанные с повышением энергоэффективности производства позволили сократить потребление энергии на 30 млн т условного топлива (остальные факторы – на 12 млн т) [Государственный доклад ... , 2020].

Технологический фактор является ключевым потенциальным драйвером снижения энергоёмкости в таких секторах, как обрабатывающая промышленность, транспорт, жилищно-коммунальное хозяйство за счет внедрения инновационных технологий (парогазовых установок, установок комбинированной

выработки электричества и тепла, электрификации и газификации транспорта, энергоэффективных конструкций зданий и теплоизоляционных материалов, систем погодного регулирования, приборов учета потребления ресурсов) [Государственный доклад ... , 2020].

Анализ российского потенциала ресурсосбережения и опыта реализации политики энергоэффективности показал, что отечественная экономика обладает значительным потенциалом энергосбережения, в первую очередь в электроэнергетике и жилищном секторе, но его реализация требует активизации деятельности государства в этой области, особенно в части преодоления причин низкой эффективности национальной экономики [Improvement of Russian Energy ... , 2019].

За счет реализации программных мероприятий в области энергоэффективности и энергосбережения утилизировано и обезврежено 3 429 млн т отходов производства и потребления. Увеличение расходов на окружающую среду (рис. 1) обусловлено ростом природо-

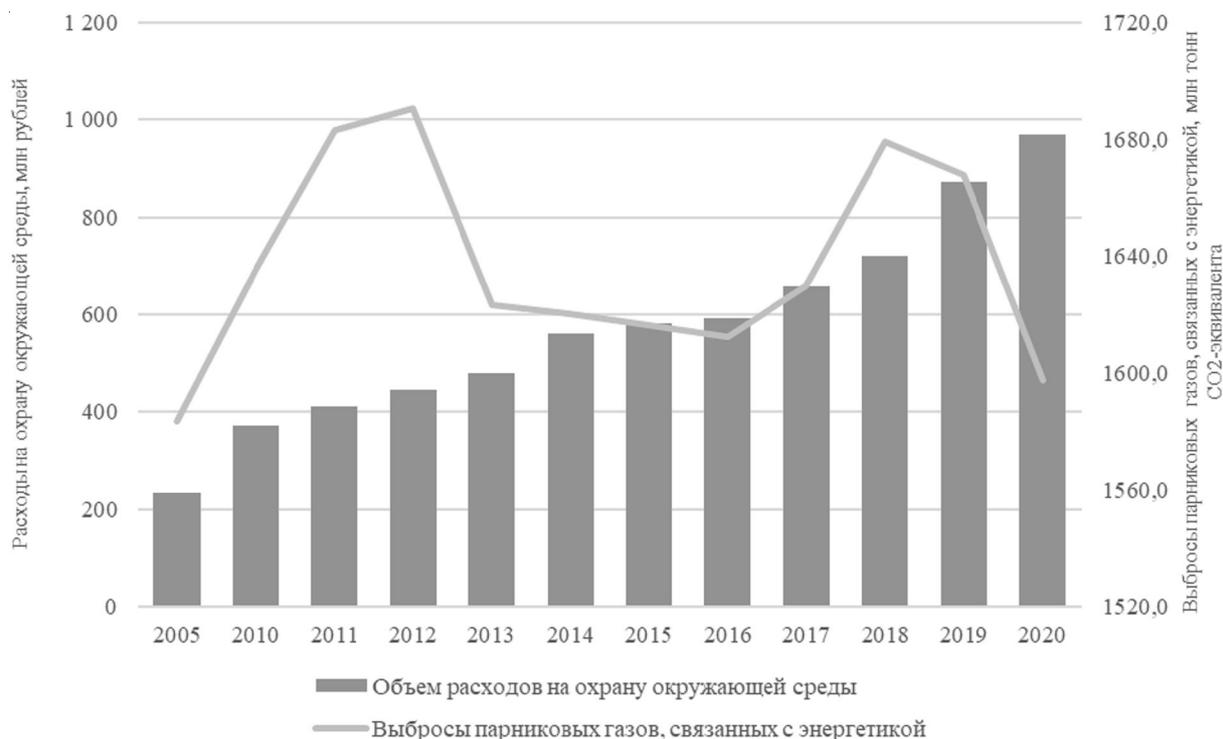


Рис. 1. Динамика расходов на охрану окружающей среды и динамика выбросов парниковых газов, связанных с энергетикой, в Российской Федерации

Fig. 1. Dynamics of environmental protection expenditures and dynamics of energy-related greenhouse gas emissions in the Russian Federation

Примечание. Составлено автором по: [Окружающая среда, 2021].

охранных затрат экономически развитых регионов (Москва, Московская область), в том числе индустриальных сырьевых регионов (Свердловская область, Красноярский край, Ханты-Мансийский автономный округ), ориентированных на тяжелую промышленность, добычу и обрабатывающие производства и требующих серьезной «экологической компенсации» за нанесенный ущерб [Зеленые деньги ... , 2021].

На Юге России проблемы повышения энергетической эффективности имеют особую актуальность, энергоемкость экономики в большинстве южных регионов выше среднероссийского уровня (Адыгея, Астраханская и Волгоградская области, регионы СКФО за исключением Дагестана).

Для Ростовской области как для промышленно развитого региона страны внедрение энергоэффективных технологий, оборудования и материалов в топливно-энергетическом хозяйстве, развитие лизинга высокотехнологического оборудования критически необходимо. Мероприятия по повышению энергоэффективности стабильно финансируются на уровне свыше 3 % от ВРП. В рамках программы «Энергоэффективность и развитие промышленности и энергетики» предусмотре-

но «создание условий для увеличения производства энергии генерирующими объектами, функционирующими на основе использования возобновляемых источников энергии» [Паспорт ...]. Так, до 2023 г. планируется ввести в эксплуатацию 3 ветряные электростанции суммарной мощностью 300 МВт.

Производственная сфера Ростовской области обладает высоким потенциалом энергосбережения. Регион сохраняет устойчивую тенденцию к снижению энергоемкости валового регионального продукта. Так, если в 2012 г. энергоемкость ВРП региона превосходила энергоемкость ВВП страны на 35,7 %, то с 2018 г. показатели практически сравнялись (рис. 2). Снижение за период 2012–2020 гг. составило 54,3 % при среднероссийском уровне 36,2 %. При этом в Ростовской области темпы сокращения энергоемкости превосходили темпы экономического роста. Однако данный прогресс был обусловлен структурными изменениями в экономике, а не инвестициями в энергосбережение и технологическими факторами.

Относительно высокое энергопотребление обусловлено наличием на территории региона энергоемких производств (тяжелое и сельскохозяйственное машиностроение,

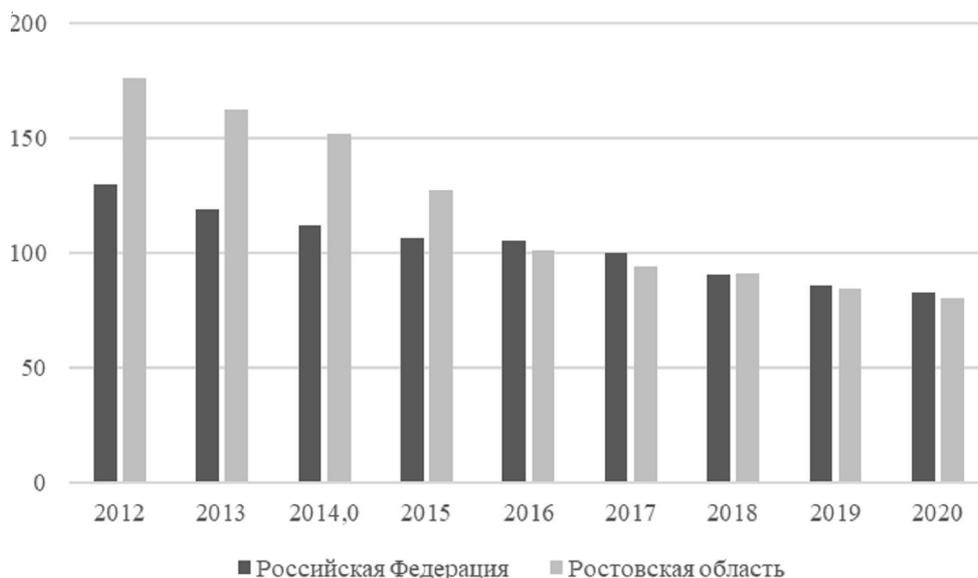


Рис. 2. Энергоемкость ВВП России и ВРП Ростовской области, кг условного топлива на 10 тыс. руб., в текущих ценах

Fig. 2. Energy intensity of Russia's GDP and Rostov region's GRP, kg of standard fuel per 10 thousand rubles, in current prices

Примечание. Составлено автором по: [Энергоемкость ВВП (ВРП), 2019].

металлообработка, угледобыча) – промышленность формирует 23,9 % ВРП. Второе место в отраслевой структуре экономики принадлежит оптовой и розничной торговле – 16 %. Соответственно, основными источниками экономического роста Ростовской области выступают обрабатывающая промышленность и торговый сектор.

Дальнейшее снижение энергоемкости ВРП требует крупных инвестиций в переоборудование производств и внедрение новейших энергосберегающих технологий. Согласно Стратегии социально-экономического развития Ростовской области, прогнозируется значительное снижение энергоемкости и материалоемкости производств [Стратегия ...]. В.А. Цыба-тов [Цыба-тов, 2020] отмечает, что для оценки реальных перспектив снижения энергоемкости ВРП необходимо соотносить цели энергоэффективного развития с целями развития экономики региона в целом. При этом если структура экономики со временем изменится от энергоемкого промышленного сектора к увеличению доли сектора услуг, энергоемкость может заметно снизиться без каких-либо изменений в энергоэффективности.

Экономический рост является основным условием снижения энергоемкости ВРП за счет экономии от масштаба производства, опережающего рост «неэнергетических» секторов (изменение структуры экономики), отставания объемов энергопотребляющего иму-

щества населения от объема валового регионального продукта. Развитие сектора услуг и высокотехнологичных производств, использующих, как правило, менее энергоемкие технологии, инвестирование в природоохранные технологии, позволит Ростовской области перейти к энергоэффективной модели экономического роста.

Правительство Ростовской области признает явные климатические изменения в регионе и в качестве одной из ключевых проблем отмечает риски природно-климатических аномалий.

В частности, температура наружного воздуха в регионе влияет на потребление электроэнергии. Средняя температура воздуха в Ростове-на-Дону за последние 120 лет показывает устойчивую тенденцию к росту: если в первые два десятилетия прошлого века она колебалась в пределах 7,6–9,3 °С, то за последние 20 лет – от 10 до 11,8 °С. Наибольший прирост температур характерен для периода июнь – октябрь (см. таблицу).

В периоды высоких и низких температур активно используются сплит-системы и электрообогреватели. Кроме того, население все больше использует в быту электроприборы (чайники, кухонные плиты, микроволновые печи). Так, потребление электроэнергии в Ростовской области выросло за 2012–2019 гг. на 10 %, при этом потребление населением увеличилось на 32 % (см. рис. 3).

Таблица. Средние температуры воздуха в Ростове-на-Дону, °С

Table. Average air temperatures in Rostov-on-Don, °C

Периоды	Ян-варь	Фев-раль	Март	Ап-рель	Май	Июнь	Июль	Ав-густ	Сен-тябрь	Ок-тябрь	Но-ябрь	Де-кабрь	За год
1900	-8,1	-5,4	-1,4	7,7	15,9	18,3	23,1	23,1	13,5	11,8	-0,7	-1,0	8,1
1910	-2,8	-2,5	0,0	10,3	16,8	20,9	23,0	20,7	15,5	7,2	4,9	-2,1	9,3
1920	-4,8	10,8	2,9	12,0	17,5	19,8	23,0	25,0	16,0	3,6	-4,7	-8,2	7,6
1930	-4,0	-5,5	3,8	10,3	17,1	17,6	22,8	24,8	14,8	10,0	4,7	-5,1	9,3
1940	-9,8	-6,7	-0,8	9,5	15,1	20,6	23,4	23,2	16,7	6,8	5,2	-3,0	8,4
1950	-16,1	-4,6	1,6	14,7	18,9	19,4	21,9	20,1	18,6	8,3	3,4	0,9	8,9
1960	-1,2	-3,0	-1,1	8,9	15,0	21,8	24,1	20,8	14,9	11,7	3,3	3,3	9,9
1970	-4,1	-0,3	2,9	13,6	17,2	19,4	25,5	20,9	16,2	8,7	4,6	-3,5	10,1
1980	-8,6	-5,1	-3,0	9,0	15,6	20,5	23,5	20,2	15,5	8,5	4,6	3,4	8,7
1990	-7,1	-8,4	4,1	10,6	16,7	18,7	25,6	24,7	16,8	8,8	1,1	-9,0	8,6
2000	-3,1	0,8	2,6	13,8	14,4	19,7	23,3	22,0	15,3	8,9	1,3	0,8	10,0
2010	-5,7	-2,4	2,3	10,7	18,1	24,1	26,6	27,5	19,1	8,1	8,9	2,5	11,7
2020	1,2	0,9	7,7	9,3	15,3	23,1	25,2	23,1	20,1	14,6	3,7	-2,9	11,8
2021	-0,9	-2,0	2,1	10,1	18,1	21,9	26,5	24,8	15,8	9,3	5,4	1,1	11,0

Примечание. Составлено автором по: [Погода и климат, 2021].

Среднегодовое производственное потребление электроэнергии за семь лет возросло на 5,4 %, что свидетельствует о том, что рост экономики Ростовской области обусловлен не активным развитием производства, а расширением оптовой и розничной торговли (прирост потребления на 24,7 %), строительства (прирост потребления на 64,7 %).

При увеличении длительности жарких и засушливых периодов потребность в заборе воды для подпитки водоема-охладителя для Ростовской АЭС может увеличиться. Следовательно, в перспективе необходима разработка мер по обеспечению надежных резервных систем охлаждения энергоблоков. Поскольку существуют долгосрочные тенденции к «электрификации» домохозяйств, к повышению температур окружающего воздуха, то и нагрузка на высоковольтные сети и оборудование трансформаторных подстанций будет расти. В связи с этим задача по повышению эффективности электросетевого комплекса особенно актуальна.

Выводы

Внедрение энергосберегающих технологий позволит уменьшить негативные последствия экономической деятельности, побудить страны пересмотреть подход к потреблению

энергии в различных секторах за счет эффективного использования ресурсов (например, посредством переработки отходов, вводом экологически чистых видов транспорта). Регулирующим органам следует проводить последовательную политику по содействию инновациям в области создания экологически чистых и энергосберегающих технологий за счет обеспечения финансированием соответствующих НИОКР. Укрепление потенциала в области технологических инноваций является не только важной мерой, позволяющей справиться с международными изменениями, но и важным путем повышения энергоэффективности.

Создание условий для увеличения производства энергии генерирующими объектами, функционирующими на основе использования возобновляемых источников энергии, является одной из основных задач, направленных на повышение энергоэффективности экономики региона.

Проекты по энергосбережению требуют долгосрочного финансирования. Разработка механизмов и программ долгосрочной поддержки проектов создания энергоэффективных технологий, комплексных стратегий по внедрению природоохранных технологий и энергоэффективных бытовых приборов явля-

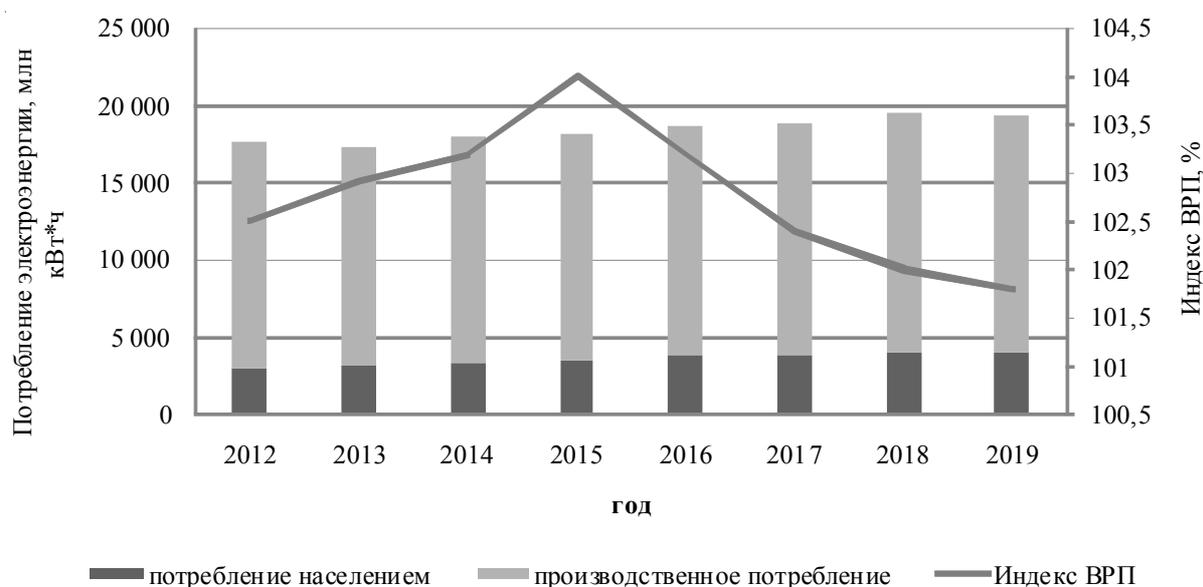


Рис. 3. Потребление электроэнергии и индекс ВРП в Ростовской области

Fig. 3. Electricity consumption and GRP index in the Rostov region

Примечание. Составлено автором по данным [Единая межведомственная ... , 2021].

ется одним из приоритетных направлений государственной политики. Поскольку проблема повышения энергоэффективности очень актуальна как для российской экономики в целом, так и на уровне регионов, переход к несырьевой экономической модели является приоритетом для устойчивого роста и устойчивого развития страны.

Таким образом, инновации в области экологически чистых и энергосберегающих технологий позволят не только сократить общее потребление энергии, но и снизить влияние на изменение климата за счет сокращения выбросов парниковых газов.

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН, № гр. проекта 122020100349-6.

The publication was prepared as part of implementation of the State Assignment of the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, state registration No. 122020100349-6.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации. – М., 2020. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://www.economy.gov.ru/material/file/c3901dba442f8e361d68bc019d7ee83f/Energyefficiency2020.pdf> (дата обращения: 26.10.2021). – Загл. с экрана.

Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). – 2021. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://fedstat.ru/> (дата обращения: 23.07.2021). – Загл. с экрана.

Зеленые деньги: российский бизнес в пандемию увеличил расходы на экологию. – 2021. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://finexpertiza.ru/press-service/researches/2021/zelenye-dengi/> (дата обращения: 31.10.2021). – Загл. с экрана.

Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие энергетики»: постановление Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 № 321. – Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

Окружающая среда // Федеральная служба государственной статистики. – 2021. – Электрон.

текстовые дан. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 28.10.2021). – Загл. с экрана.

Паспорт государственной программы Ростовской области «Энергоэффективность и развитие промышленности и энергетики»: прил. № 1 к постановлению Правительства Ростов. обл. от 29.11.2018 № 760. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://www.donland.ru/documents/9887/> (дата обращения: 01.12.2021). – Загл. с экрана.

Погода и климат. – 2021. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/34730.htm> (дата обращения: 29.07.2021). – Загл. с экрана.

Стратегия социально-экономического развития Ростовской области на период до 2030 года: утв. постановлением Правительства Ростов. обл. от 26.12.2018 № 864. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://www.donland.ru/activity/2158/> (дата обращения: 26.10.2021). – Загл. с экрана.

Цыбатов, В. А. Экономический рост как важнейший фактор снижения энергоемкости валового регионального продукта / В. А. Цыбатов // Экономика региона. – 2020. – Т. 16, № 3. – С. 739–753. – DOI: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-3-x>

Энергоемкость ВВП (ВРП). – 2019. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: gks.ru/free_doc/new_site/effect/energo.xls (дата обращения: 26.10.2021). – Загл. с экрана.

Aboagye, S. Energy Consumption Efficiency in Sub-Saharan Africa: Evidence and Policies / S. Aboagye, P. Alagidede // Ghanaian Journal of Economics. – 2016. – № 4(1). – P. 116–138.

Alola, A. A. Agricultural Land Usage and Tourism Impact on Renewable Energy Consumption Among Coastline Mediterranean Countries / A. A. Alola, U. V. Alola // Energy Environ. – 2018. – № 29. – P. 1438–1454. – DOI: 10.1177/0958305X18779577

Ang, B. W. Monitoring Changes in Economy-Wide Energy Efficiency: From Energy-GDP Ratio to Composite Efficiency Index / B. W. Ang // Energy Policy. – 2006. – № 34(5). – P. 574–582.

Apergis, N. Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from a Panel of OECD Countries / N. Apergis, J. Payne // Energy Policy. – 2010. – № 38. – P. 656–660.

Cheng, M. The Effect of Technological Factors on Industrial Energy Intensity in China: New Evidence from the Technological Diversification / M. Cheng, S. Yang, Z. Wen // Sustainable Production and Consumption. – 2021. – № 28. – P. 775–785. – DOI: 10.1016/j.spc.2021.06.032

- Determining the Factors Driving China's Industrial Energy Intensity: Evidence from Technological Innovation Sources and Structural Change / B. J. Luan [et al.] // *Science of the Total Environment*. – 2021. – № 737. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.139767
- Improvement of Russian Energy Efficiency Strategy Within the Framework of “Green Economy” Concept (Based on the Analysis of Experience of Foreign Countries) / L. Matraeva [et al.] // *Energy Policy*. – 2019. – № 125. – P. 478–486. – DOI: 10.1016/j.enpol.2018.10.049
- Jiménez, R. Energy Intensity: A Decomposition and Counterfactual Exercise for Latin American Countries / R. Jiménez, J. Mercado. – Washington : Inter-American Development Bank (IDB), 2013. – 31 p. – (IDB Working Paper Series ; № IDB-WP-441).
- Kapusuzoglu, A. Energy Economics and Financial Markets / A. Kapusuzoglu, M. B. Karan // *The Drivers of Energy Consumption in Developing Countries*. Pt. 1. – Berlin ; Heidelberg : Springer-Verlag, 2013. – P. 49–69.
- Paramati, S. R. The Role of Environmental Technology for Energy Demand and Energy Efficiency: Evidence from OECD Countries / S. R. Paramati, U. Shahzad, B. Dogan // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2021. – № 153 (111735). – DOI: 10.1016/j.rser.2021.111735
- Parker, S. Energy Efficiency in the Manufacturing Sector of the OECD: Analysis of Price Elasticities / S. Parker, B. Liddle // *Energy Economics*. – 2016. – № 58. – P. 38–45. – DOI: 10.1016/j.eneco.2016.06.003
- Polices for Increasing Energy Efficiency: Thirty Years of Experience in OECD Countries / H. Geller [et al.] // *Energy Policy*. – 2006. – № 34 (5). – P. 556–573.
- Proskuryakova, L. Measuring Energy Efficiency: Is Energy Intensity a Good Evidence Base? / L. Proskuryakova, A. Kovalev // *Applied Energy*. – 2015. – № 138. – P. 450–459. – DOI: 10.1016/j.apenergy.2014.10.060
- Relationship Between Energy Intensity and Economic Growth: New Evidence from a Multi-Country Multi-Sector Data Set / U. Deichmann [et al.]. – [S. l.] : World Bank Group : South Asian Region, 2018. – 23 p. – (Policy Research Working Paper № 8322).
- Shahiduzzamana, M. Changes in Energy Efficiency in Australia: A Decomposition of Aggregate Energy Intensity Using Logarithmic Mean Divisia Approach / M. Shahiduzzamana, K. Alam // *Energy Policy*. – 2013. – № 56. – P. 341–351. – DOI: 10.1016/j.enpol.2012.12.069
- Tajudeen, I. A. The Underlying Drivers of Economy-Wide Energy Efficiency and Asymmetric Energy Price Responses / I. A. Tajudeen // *Energy Economics*. – 2021. – Vol. 98 (105222). – P. 1–22. – DOI: 10.1016/j.eneco.2021.105222
- Tenaw, D. Decomposition and Macroeconomic Drivers of Energy Intensity: The Case of Ethiopia / D. Tenaw // *Energy Strategy Reviews*. – 2021. – № 35 (100641). – P. 1–10. – DOI: 10.1016/j.esr.2021.100641
- What is Driving China's Decline in Energy Intensity? / K. Fisher-Vanden [et al.] // *Resource and Energy Economics*. – 2004. – № 26. – P. 77–97.

REFERENCES

- Gosudarstvennyj doklad o sostoyanii energosberezheniya i povyshenii energeticheskoy effektivnosti v Rossijskoj Federacii* [State Report on the State of Energy Conservation and Energy Efficiency Improvement in the Russian Federation]. Moscow, 2020. URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/c3901dba442f8e361d68bc019d7ee83f/Energyefficiency2020.pdf> (accessed 26 October 2021).
- Edinaya mezhvedomstvennaya informacionno-statisticheskaya sistema (EMISS)* [Unified Interdepartmental Information and Statistical System], 2021. URL: <https://fedstat.ru/> (accessed 23 July 2021).
- Zelenye dengi: rossijskij biznes v pandemiyu uvelichil rashody na ekologiyu* [Green Money: Russian Business Increased Environmental Spending During the Pandemic], 2021. URL: <https://finexpertiza.ru/press-service/researches/2021/zelenye-dengi/> (accessed 31 October 2021).
- Ob utverzhdenii gosudarstvennoj programmy Rossijskoj Federacii «Razvitie energetiki»: postanovlenie Pravitelstva Rossijskoj Federacii ot 15.04.2014 № 321 [On the Approval of the State Program of the Russian Federation “Energy Development”. Resolution of the Government of the Russian Federation No. 321 Dated April 15, 2014]. *Access from Information Legal Portal “Garant”*.
- Okruzhayushchaya sreda [Environment]. *Federalnaya sluzhba gosudarstvennoj statistiki* [Federal State Statistics Service], 2021. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (accessed 28 October 2021).
- Pasport gosudarstvennoj programmy Rostovskoj oblasti «Energoeffektivnost i razvitie promyshlennosti i energetiki»: pril. № 1 k postanovleniyu Pravitelstva Rostov. obl. ot 29.11.2018 № 760* [Passport of the Rostov Region State Program “Energy Efficiency and

- Development of Industry and Energy”. Appendix No. 1 to the Decree of the Government of the Rostov Region No. 760 Dated November 29, 2018]. URL: <https://www.donland.ru/documents/9887/> (accessed 1 December 2021).
- Pogoda i klimat* [Weather and Climate], 2021. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/34730.htm> (accessed 29 July 2021).
- Strategiya socialno-ekonomicheskogo razvitiya Rostovskoj oblasti na period do 2030 goda: utv. postanovleniem Pravitelstva Rostov. obl. ot 26.12.2018 № 864* [Strategy of Socio-Economic Development of the Rostov Region for the Period up to 2030. Approved by the Decree of the Government of the Rostov Region No. 864 Dated December 26, 2018], 2018. URL: <https://www.donland.ru/activity/2158/> (accessed 26 October 2021).
- Tsybatov V.A. Ekonomicheskij rost kak vazhnejshij faktor snizheniya energoemkosti valovogo regionalnogo produkta [Economic Growth as an Essential Factor for Reducing the Energy Intensity of the Gross Regional Product]. *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 2020, vol. 16, iss. 3, pp. 739-753. DOI: 10.17059/ekon.reg.2020-3-5
- Energoemkost VVP (VRP)* [Energy Intensity of GDP (GRP)], 2019. URL: [gks.ru>free_doc/new_site/effect/energo.xls](https://gks.ru/free_doc/new_site/effect/energo.xls) (accessed 26 October 2021).
- Aboagye S., Alagidede P. Energy Consumption Efficiency in Sub-Saharan Africa: Evidence and Policies. *Ghanaian Journal of Economics*, 2016, no. 4 (1), pp. 116-138.
- Alola A.A., Alola U.V. Agricultural Land Usage and Tourism Impact on Renewable Energy Consumption Among Coastline Mediterranean Countries. *Energy Environ*, 2018, no. 29, pp. 1438-1454. DOI: 10.1177/0958305X18779577
- Ang B.W. Monitoring Changes in Economy-Wide Energy Efficiency: From Energy-GDP Ratio to Composite Efficiency Index. *Energy Policy*, 2006, no. 34 (5), pp. 574-582.
- Apergis N., Payne J. Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from a Panel of OECD Countries. *Energy Policy*, 2010, no. 38, pp. 656-660.
- Cheng M., Yang S., Wen Z. The Effect of Technological Factors on Industrial Energy Intensity in China: New Evidence from the Technological Diversification. *Sustainable Production and Consumption*, 2021, no. 28, pp. 775-785. DOI: 10.1016/j.spc.2021.06.032
- Luan B.J., Huang J.B., Zou H., Huang C. Determining the Factors Driving China’s Industrial Energy Intensity: Evidence from Technological Innovation Sources and Structural Change. *Science of The Total Environment*, 2021, no. 737. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.139767
- Matraeva L., Solodukha P., Erokhin S., Babenko M. Improvement of Russian Energy Efficiency Strategy Within the Framework of “Green Economy” Concept (Based on the Analysis of Experience of Foreign Countries). *Energy Policy*, 2019, no. 125, pp. 478-486. DOI: 10.1016/j.enpol.2018.10.049
- Jiménez R., Mercado J. *Energy Intensity: A Decomposition and Counterfactual Exercise for Latin American Countries*. Washington, Inter-American Development Bank (IDB), 2013. 31 p. (IDB Working Paper Series; No. IDBWP-441).
- Kapusuzoglu A., Karan M.B. Energy Economics and Financial Markets. *The Drivers of Energy Consumption in Developing Countries, pt. 1*. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 2013, pp. 49-69.
- Paramati S.R., Shahzad U., Dogan B. The Role of Environmental Technology for Energy Demand and Energy Efficiency: Evidence from OECD Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2021, no. 153 (111735). DOI: 10.1016/j.rser.2021.111735
- Parker S., Liddle B. Energy Efficiency in the Manufacturing Sector of the OECD: Analysis of Price Elasticities. *Energy Economics*, 2016, vol. 58, pp. 38-45. DOI: 10.1016/j.eneco.2016.06.003
- Geller H., Harrington P., Rosenfeld A.H. Tanishima S., Unander F. Policies for Increasing Energy Efficiency: Thirty Years of Experience in OECD Countries. *Energy Policy*, 2006, no. 34 (5), pp. 556-573.
- Proskuryakova L., Kovalev A. Measuring Energy Efficiency: Is Energy Intensity a Good Evidence Base? *Applied Energy*, 2015, vol. 138, pp. 450-459. DOI: 10.1016/j.apenergy.2014.10.060
- Deichmann U., Reuter A., Vollmer S., Zhang F. *Relationship Between Energy Intensity and Economic Growth: New Evidence from a Multi-Country Multi-Sector Data Set*. S. L., World Bank Group: South Asian Region, 2018. 23 p. (Policy Research Working Paper No. 8322).
- Shahiduzzamana M., Alam K. Changes in Energy Efficiency in Australia: A Decomposition of Aggregate Energy Intensity Using Logarithmic Mean Divisia Approach. *Energy Policy*, 2013, no. 56, pp. 341-351. DOI: 10.1016/j.enpol.2012.12.069
- Tajudeen I.A. The Underlying Drivers of Economy-Wide Energy Efficiency and Asymmetric Energy Price Responses. *Energy Economics*, 2021, vol. 98 (105222), pp. 1-22. DOI: 10.1016/j.eneco.2021.105222

Tenaw D. Decomposition and Macroeconomic Drivers of Energy Intensity: The Case of Ethiopia. *Energy Strategy Reviews*, 2021, vol. 35 (100641), pp. 1-10. DOI: 10.1016/j.esr.2021.100641

Fisher-Vanden K., Jefferson G.H., Liu H., Tao Q. What is Driving China's Decline in Energy Intensity? *Resource and Energy Economics*, 2004, no. 26, pp. 77-97.

Information About the Author

Olga Yu. Patrakeeva, Candidate of Sciences (Economics), Leading Researcher, Head of the Laboratory of Regional Economics, Federal Research Centre the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Chekhova St, 41, 344006 Rostov-on-Don, Russian Federation, OlgaPatrakeyeva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9320-2327>

Информация об авторе

Ольга Юрьевна Патракеева, кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией региональной экономики, Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН, просп. Чехова, 41, 344006 г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация, OlgaPatrakeyeva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9320-2327>