

УДК 336.6

DOI: 10.17586/2310-1172-2022-15-4-57-65

Научная статья

## **Финансово-экономические аспекты энергосбережения и энергоэффективности в РФ**

Канд. экон. наук **Никифоров А.А.** naaket@yandex.ru

Санкт-Петербургский горный университет

199106, Россия, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия 2

Д-р. экон. наук **Никифорова В.Д.** ver.niko2011@yandex.ru

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,

Высшая школа технологий и энергетики

198095, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, дом 4

Д-р. экон. наук **Ачба Л.В.** onega2005@list.ru

Санкт-Петербургский филиал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации

197198, Санкт-Петербург, ул. Съезжинская, 15-17

Канд. экон. наук **Коваленко А.В.** lav85@mail.ru

Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет

197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 14, лит. А

*Статья посвящена исследованию тенденций состава и структуры потребления энергоресурсов в условиях поэтапного перехода от линейной к циркулярной экосистеме. Авторы сосредоточили свое внимание на актуальных вопросах энергосбережения и энергоэффективности, используя методологию сравнительного и системного подходов к исследованию. Основными исследовательскими задачами стали: а) определение тенденций изменения энергопотребления традиционных и возобновляемых источников энергии за последние несколько лет в России и за рубежом; б) выявление причин, тормозящих выполнение программ энергосбережения в России и на уровне ее регионов; в) оценка потенциала России для выполнения своих обязательств, заявленных в Парижском соглашении по климату; г) обоснование направлений повышения уровня энергосбережения и энергоэффективности, основанных на техническом перевооружении энергетических предприятий, совершенствования системы тарифного регулирования, внедрения интеллектуальных систем учета энергии и др. В соответствии с поставленными задачами обобщены отечественные и зарубежные научные исследования в области энергосбережения и энергоэффективности, данные отраслевой статистики, Росстата.*

*Ключевые слова:* энергоресурсы, энергосбережение, энергоемкость производства, циркулярная экономика, факторы влияния.

Scientific article

## **Financial and Economic Aspects of Energy Saving and Energy Efficiency in Russia**

Ph.D. **Nikiforov A.A.** naaket@yandex.ru

St. Petersburg Mining University

Vasilievsky Island, 21 liniya 2, St. Petersburg, Russia, 199106

D.Sc. **Nikiforova V.D.** ver.niko2011@yandex.ru

St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design,

Graduate School of Technology and Energy

4, Ivan Chernykh St., St. Petersburg, Russia, 198095

D.Sc. **Achba L.V.** onega2005@list.ru

St. Petersburg Branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation

15-17, Sezzhinskaya Street, Saint Petersburg, Russia, 197198

Ph.D. **Kovalenko A.V.** lav85@mail.ru

Saint-Petersburg State University of Chemistry and Pharmacy

14, Professor Popova St., A, St. Petersburg, Russia, 197022

*The article is devoted to the study of trends in the composition and structure of energy resources consumption in a phased transition from a linear to a circular ecosystem. The authors focused their attention on topical issues of energy saving and energy efficiency, using the methodology of comparative and systematic approaches to research. The main research objectives were to: a) identify trends in energy consumption of traditional and renewable energy sources over the past few years in Russia and abroad; b) identify reasons hindering the implementation of energy saving programs in Russia and at the level of its regions; c) assess Russia's potential to fulfill its obligations stated in the Paris Climate Agreement; d) substantiate directions for increasing energy saving and energy efficiency based on technical re-equipment of energy. In accordance with the set tasks, we summarized domestic and foreign scientific research in the field of energy saving and energy efficiency, as well as data from sectoral statistics and Rosstat.*

**Keywords:** energy resources, energy saving, energy intensity of production, circular economy, influence factors.

## Введение

Становление новой цивилизации обычно связывается с появлением новых целей, смыслов и потенциалов социального и экономического развития. Общим трендом в этом процессе на современном этапе выступают подушевое снижение энергопотребления, сокращение или даже прекращение деятельности предприятий энергоемких отраслей, поэтапный переход от использования невозобновляемых источников энергии к возобновляемым, ориентация на энергосберегающие и энергоэффективные технологии и т.п.

Цифровизация, как институциональная технология, формирует новый способ координации экономической деятельности, альтернативный рынкам, фирмам и государству, ведущий к пересмотру норм права, появление алгоритмического доверия, изменение традиционных представлений об ответственности и т.п. Она, хотя и способствует экономии ресурсов, но в целом ориентирована на рост потребительского спроса и сохранение линейной индустриальной модели производства и управления. [1] Если признать, что реалии современного мира таковы, что запасы ресурсов ограничены и большинство экосистем утратили устойчивость, то следует вывод – нужно отказываться от линейной модели экономической системы, поскольку неизбежен производственный кризис и дальнейшее ухудшение качества жизни населения.

Циркулярная экономика, зарождающаяся на фоне бурного распространения цифровизации, характеризует тренд на рациональное использование природных и технических ресурсов, максимально эффективное энергосбережение, ремонт вместо новой покупки и аренду вместо собственности, вторичную переработку всех отходов и получение из них новых товаров, сырья, энергии. Она предполагает постепенный и полный отказ от эксплуатации линейной индустриальной модели.

## Методология и результаты исследования

Отличительной особенностью последних десятилетий прошлого столетия стало включение в научные разработки экологических проблем экономических сфер, рассматриваемых во взаимосвязи с экологией и как предпосылка для решения этих проблем. [1, 2, 3]

В российской и зарубежной экономической литературе широко обсуждается ситуация с отходами. Рядом отечественных исследователей предлагается создание отдельной отрасли, занимающейся комплексной переработкой отходов. Уже недостаточно уделять внимание только оптимизации линейных моделей, поскольку даже ресурсоэффективная линейная модель не способна сформировать циркулярную экономику закрытого типа. Особо востребованными становятся исследования в области оценки экономических выгод от ремануфактуринга очищенных сточных вод и попутного нефтяного газа, использования замкнутого цикла водопотребления и попутного газа на электроэнергетических установках, использования возобновляемых источников энергии, вторичных энергоресурсов и т.п., ведущих к энергосбережению и энергоэффективности [4, 5, 6]

В данном исследовании авторы исходят из понимания того, что несовершенство институтов в области формирования системы раздельного сбора отходов ведут к удорожанию процессов их утилизации, создают барьеры для создания замкнутых цепей поставок, что, в свою очередь, не способствует привлечению внутренних источников финансирования и зарубежных инвестиций. Также следует иметь в виду, что не менее важное значение в деле формирования экономики инновационного типа имеет подготовка общественного сознания населения к активному восприятию вреда для здоровья и экологии от использования линейных моделей производства и потребления.

В России очень высок природный потенциал развития возобновляемой энергетики. [7] Но страна заинтересована и в сохранении сложившихся темпов роста добычи и поставки нефти, газа, угля, так как ее экономика находится в сильной зависимости от экспорта углеводородного сырья. Это обстоятельство в значительной мере обуславливает невыполнение прогнозных значений примерно на 65% по показателю

энергоёмкости ВВП за 2009–2020 г.г. В то же время, по расчетам Всемирного банка, наша страна может достигнуть экономии до 45% от общего потребления первичной энергии.

Нарастающий дефицит сырьевых и энергетических ресурсов во многих странах мира, загрязнение окружающей среды, сопровождающееся ростом полигонов с производственными и бытовыми отходами и неорганизованных свалок, изменениями климата, и т.п. изменения привели к переосмыслению линейной модели экономики, доминирующей со времен промышленной революции. [8] Но пока многие страны мира не в состоянии отказаться от использования невозобновляемых источников энергии. Анализ структуры энергопотребления невозобновляемых источников энергии в мировой экономике свидетельствует о том, что около 40% приходится на нефть, 31,6% - на природный газ, 24,6% - на уголь и около 4% - на атомную энергию. [9, 10]

По мере формирования устойчивого спроса на ресурсы вторичной переработки будет сокращаться спрос на первичные ресурсы, что вызовет их экономию и сохранение, особенно, в условиях их постепенного истощения. Вторичная переработка отходов будет благоприятно влиять на экологию и способствовать снижению экологических налогов. Затрагивая экономические интересы практических всех участников данного процесса, реализация на практике поставленных стратегических задач наталкивается на трудности различного характера и в каждой стране имеет специфические особенности. [11]

Принято считать, что на энергосбережение в России во многом влияют климатические факторы и этот вывод можно признать достаточно убедительным, если мы рассматриваем потребление топливно-энергетических ресурсов в жилищно-коммунальном секторе. Ряд исследований в этой области показывают, что высокая энергоёмкость экономики отмечается не только в странах со сложными климатическими условиями жизни, но и в странах с достаточно высоким уровнем среднегодовой температуры, но невысоким уровнем социально-экономического развития (Беларусь, Казахстан, Молдова, Украина). Поэтому климатический фактор, на наш взгляд, сегодня не является столь определяющим. Что касается России, то ее территория охватывает несколько климатических зон. Высокий рост теплоснабжения отмечается не только в жилищно-коммунальном секторе (на 5,6 млн. тонн условного топлива, 2019), но и в добывающей промышленности (на 7,5 млн. т.у.т., 2019 г.), что обуславливается в основном высокими показателями удельного расхода топлива у большинства котельных по сравнению с расходом на тепловых электростанциях, работающих в когенерационном режиме. [12, 13]

Региональный анализ реализации программ энергосбережения в России показал, что наблюдается дифференциация этого процесса. Так, в ряде субъектов РФ (16) отсутствовало финансирование мероприятий по повышению энергетической эффективности и энергосбережению, в 60 регионах были созданы специальные центры, осуществляющие информационно-аналитическую и экспертную поддержку программ энергосбережения. [14] И все же, в целом объем ресурсного обеспечения региональных программ за последние годы возрастает, преимущественно за счет внебюджетных источников (76-79%), на долю бюджетов приходится немногим более 20%. Структура расходов на мероприятия по энергосбережению и повышению энергоэффективности на основе энергосервисных договоров (2019):

- (1) на объекты социальной сферы – 77,2%;
- (2) на уличное освещение – 15,4%;
- (3) прочее – 3,9%;
- (4) на объекты жилищно-коммунального хозяйства – 2,6%;
- (5) на многоквартирные дома – 0,9%.

Из них 79% направляется на сбережение электроэнергии, 19% - на сбережение теплоэнергии.

Решение задач повышения эффективности потребления энергоресурсов, с другой стороны, наталкивается на проблему отсутствия необходимых технологий. В частности, после 2025 года российский нефтегазовый сектор может столкнуться с этой проблемой из-за роста трудноизвлекаемых запасов и отсутствия собственных технологий при условии, если программа по импортозамещению в нефтедобывающей отрасли будет показывать неудовлетворительные результаты. Для того, чтобы российская нефтяная отрасль могла развиваться в направлении мировых трендов, требуются дополнительные совместные усилия государства и компаний для разработки собственных технологий и производства необходимого оборудования. [15, 16]

Covid-19 и санкции западных стран внесли негативные коррективы в стратегические планы России. За последние годы были сокращены проектные работы, инвестиции в энергетику отложены, что привело к нарушению цепочек поставок в ряде отраслей. При этом, следует отметить, что несмотря на общее снижение инвестиций в электроэнергетику по отдельным направлениям отмечается их рост благодаря мерам государственной поддержки возобновляемых источников энергии, модернизации тепловой генерации, проектов малой энергетики, строительства новых АЭС и ГЭС (2020 г.). Особо следует отметить, региональный аспект инвестиций, который характеризуется модернизацией распределенной генерации энергии в удаленных и изолированных районах Арктики и Дальнего Востока, развитием малой генерации на Урале.

К 2035 году за счет двух стимулируемых государством программ (с ограниченным объемом инвестиций) предполагается построить около 12 гигаватт зеленых электростанций (на основе ветра, солнца и малые ГЭС), что

составит 4,8% текущей мощности всей генерации. Появление собственной генерации и производства в объеме не менее 1,6 ГВт оборудования возобновляемых источников энергии ежегодно уже сегодня дает экономический эффект. Оно закономерно создает спрос на высококвалифицированные кадры, научные исследования и разработки в этой сфере.

Конечно, этого недостаточно, поскольку для более динамичного продвижения в направлении формирования циркулярной экономики в энергетике необходимы изменения механизма взаимодействия всех субъектов энергетического рынка, построение новых логистических цепочек. Это, в свою очередь, потребует существенный рост инвестиций в энергосбережение, увеличение числа наукоемких производств и внедрение передовых технологий (в частности, установок комбинированной выработки электричества и тепла). Важно также совершенствовать энергетический менеджмент, внедрять стандарты бережливого производства, стандарты энергосбережения в сфере жилищно-коммунального хозяйства.

Таблица 1

### Структура производства тепловой энергии в России (2018)

Показатели	Котельные	ТЭС с комбинированной выработкой
Доля в производстве тепловой энергии, в %	47,8	52,2

*Источник: Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации, 2020*

Важное значение могла бы иметь практика налоговых льгот и мер по стимулированию энергосбережения в энергоемких секторах экономики, переработке и вторичному использованию отходов энергетического производства с использованием инновационных подходов и информационных технологий. Но, использование этих инструментов регулирования и инвестиций не может дать высокой эффективности в силу наличия во многих отраслях производства оборудования, не соответствующего требованиям энергоэффективности. По данным Росстата, в 2020 г. степень изношенности совокупности основных фондов находится на уровне 49,6% (полностью изношенные – 18,7%), при этом наиболее изношенными являются машины и оборудование – более 60%. Обеспечение электроэнергией, газом и паром относится к группе наименее обновляемых видов экономической деятельности, а срок службы машин и оборудования в этой отрасли составляет 25 лет.

Предприятия, использующие полностью изношенное или устаревшее оборудование, несут значительные потери, и, прежде всего, по показателю энергопотребления. Такое оборудование может еще приносить доход и если его замена проблематична в силу высокой стоимости нового оборудования, то проблема решается посредством модернизации имеющегося в производстве оборудования. Модернизация становится рациональным решением, если она способствует росту производительности, безотказности оборудования, уменьшает время на простой, обслуживание и его энергопотребление. [17]

Не меньшую проблему составляет использование устаревшего электрооборудования. По некоторым расчетам, лишь износ пружин клапанов компрессора дает годовой ущерб в потреблении электроэнергии в виде нерационального дополнительного расхода электроэнергии в размере 56 тыс. кВт • ч в год. Наряду с этим можно отметить применение на предприятиях устаревших технологий, производственный потенциал которых исчерпал возможности роста. В этих условиях модернизация производства, даже вкупе с цифровизацией экономики, вряд ли смогут решить задачу снижения энергоемкости на производстве.

Сегодня стратегическое значение для России приобретает металлургия, которая является одной из энергоемких отраслей промышленности. Доля затрат на топливно-энергетические ресурсы в этой отрасли достигает свыше 30%; это преимущественно относится к горнорудным и электросталеплавильным производствам. Прогнозы снижения удельной энергоемкости продукции в металлургии на 20-25% за 2014-2020 г.г. не оправдались, несмотря на проведение таких мероприятий по энергосбережению, как: (1) использование автономных генерирующих мощностей за счет утилизации вторичного доменного или коксового газа; (2) перевод заводских котельных с мазута на топливный торф; (3) модернизация энергетического и технологического оборудования; (4) внедрение автоматизированных систем диспетчеризации и оперативного контроля расхода энергоресурсов.

Как показывает анализ, снижение уровня энергоемкости в развитых экономиках достигается не только за счет внедрения прогрессивных технологических процессов, но и счет изменений в межотраслевой структуре, а именно: сокращения доли черной металлургии и увеличения доли машиностроения и химической промышленности. Так, например, в США и отдельных стран ЕС на фоне неуклонного снижения производства стали энергоемкость промышленности за последние 30 лет снижалась в среднем на 2-3% в год в Западной Европе,

и более чем на 3% в США. В России высокие показатели энергоёмкости в определенной мере объясняются невысокой долей в ВВП продукции машиностроения, пищевой, легкой и других малоэнергоёмких отраслей (около 40%), а также медленными темпами внедрения новых технологий из-за недостатка финансовой возможности для закупки нового оборудования и организационных мер для проведения энергосберегающих мероприятий. [18]

Находясь на протяжении нескольких лет под экономическими санкциями, Россия вряд ли откажется от металлургической отрасли, она стремится стать менее зависимой от импорта товаров, работ и услуг во многих сферах хозяйственной деятельности. Введение в действие с 2023 г. углеродного налога на сырье и материалы, поставляемые в Европу с углеродным следом, окажет экономическое воздействие не только на российские металлургические компании, но и энергетические компании, осуществляющие экспорт углеродоемких продуктов. Это обстоятельство существенно снизит конкурентные возможности на европейском рынке российских компаний, которые будут вынуждены переориентироваться на другие рынки, а также на спрос на внутреннем рынке. [19]

Как показал анализ, за последние 10 лет энергоёмкость экономики России снижалась в среднем около 1% в год, что является положительной тенденцией, но явно недостаточной по сравнению с мировой практикой. Факторами изменения положения дел в стране стали повышение энергоэффективности энергопотребляющего оборудования и уровня загрузки производственных мощностей. В ТЭК возрос коэффициент полезного использования попутного нефтяного газа на немногим более 9% и достиг 85%, снизились удельный расход топлива на отпуск электроэнергии на ТЭЦ (на 8%) и потери электроэнергии в сетях (на 13%). [20]

По оценкам экспертов, у России достаточен потенциал для успешного выполнения своих обязательств, заявленных в Парижском соглашении об изменении климата. Проблема заключается в реализации этого потенциала, успех которой кроется в формировании экономического стимула для снижения парниковых газов. Создание такого стимула, на наш взгляд, во многом зависит от системы ценообразования на энергоносители на внутреннем рынке. Сложившаяся политика тарифного регулирования и практика перекрестного субсидирования, а точнее, искаженного ценообразования, не позволяют должным образом перейти к рыночным механизмам в ТЭК и создают барьеры для внедрения энергоэффективных технологий. [21]

Таблица 2

**Выбросы парниковых газов (2018) и в атмосферу (2019) в РФ**

Показатели Indicators	Энергетика	Промышленные процессы и использование продукции	Сельское хозяйство	Отходы	Всего
Объем выбросов, млрд. тонн	1,8	0,2	0,1	0,1	2,2
Доля, %	78,9	11,0	5,7	4,4	100
Структура выбросов в атмосферу, %:					
– твердые вещества	x	x	x	x	5,5
– газообразные вещества	x	x	x	x	94,5

Источник: *Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики. Экология и экономика: тенденция к декарбонизации, выпуск № 66, октябрь 2020*

Актуальным сегодня для России становится также внедрение интеллектуальных систем учета энергии, которое улучшает управляемость энергосистемой за счет обеспечения прозрачности, оперативности учета потребления у поставщиков и возможности его оперативного ограничения. Оно позволяет выявлять случаи хищения, снижает риски вследствие возможных технических сбоев в сети. Проекты создания интеллектуальных сетей активно реализовывались в Индии, странах Европы, США и осуществлялись преимущественно (более 50%) на основе государственной поддержки через механизм нормативно-правового регулирования и финансирования. Страны, в которых широко привлекались на эти цели частные инвестиции, демонстрировали значительное ускорение модернизации энергосетей. Однако, пандемия вмешалась в процесс масштабного перехода на интеллектуальные приборы учета.

В России к 2024 г. в рамках стратегии цифровой экономики предусматривается довести долю интеллектуальных приборов учета электроэнергии до 30% и охватить ими 70 субъектов РФ. Сегодня, по данным Минэнерго РФ, доля «умных счетчиков» в сетевом комплексе страны составляет около 10%, а для их повсеместного внедрения потребуется до 4 трлн рублей. Если предположить, что в 2022 г. приборы учета старого образца будут сняты с производства, то переход на «умные» приборы учета ускорится. [22]

Экономический механизм данного процесса будет действовать следующим образом. Производители «умных» счетчиков увеличивают свои доходы. Поставщики электроэнергии и сетевые компании смогут включать затраты на установку и обслуживание приборов учета в тариф. Что касается инвестиций на приобретение приборов учета, то они должны возмещаться за счет внетарифных источников. У сетевых компаний появляется возможность снижать потери посредством оперативного отключения от энергопотребления должников, устанавливая общие тарифы энергопотребления без учета долгов неплательщиков, удаленно ограничивать сверхнормативное электропотребление.

По данным Центра финансовых расчетов, задолженность россиян за электроэнергию в 2020 г. выросла на 12 млрд. руб. (прирост не более 1,5%) и достигла около 67 млрд. руб. Примерно столько же составляет задолженность за потребление электроэнергии предприятий промышленности, сельского хозяйства, бюджетных организаций. Но гораздо больше энергосбытовым компаниям должны предприятия ЖКХ (154 млрд. руб.). Пандемия и переход на удаленный режим работы (на дому) обусловил увеличение полезного отпуска электроэнергии населению на 5% (2020), одноставочные цены повысились до 4% в отдельных регионах России (европейская часть страны и Урал), но не превысили утвержденный правительством ежегодный рост тарифов – не более 5%.

Создание интеллектуальной системы учета тесно связано с вопросом обеспечения энергетической безопасности, снижение риска несанкционированного доступа к информации системы. Примеры многочисленных кибератак имеют место в России и за рубежом. Понятно, что дооборудование дополнительными пломбами, датчиками, средствами криптозащиты приборов учета для решения задач энергетической безопасности, может сопровождаться увеличением стоимости «умных» счетчиков. В этих условиях стоимость приборов учета может увеличиться в несколько раз, что потребует пересмотра реальной оценки эффективности инвестиций, в том числе осуществляемых в инфраструктуру за счет бюджета. [23]

Следует отметить, что актуальность внедрения интеллектуальных систем учета имеет место в отношении не только электропотребления, но и потребления других энергоресурсов (природного газа, нефти). При этом, задачи энергосбережения обуславливают необходимость перехода от традиционных технологий к технологиям «умных» сетей. Внедрение высокотехнологичных устройств, с одной стороны, потребует значительных объемов финансирования, с другой стороны, обеспечит прорыв в инновационном развитии электроэнергетики России и сокращение потерь в сетях.

## Выводы

Внедрение циркулярных бизнес-моделей призвано в будущем создавать дополнительные конкурентные преимущества для компаний, с другой стороны, государству на начальных этапах целесообразно поддерживать инновационно-инвестиционные инициативы этих компаний через системы законодательного регулирования, введения налоговых льгот и иных преференций. При всех позитивных эффектах циркулярной экономики, можно отметить, что она способна привести к снижению добычи невозобновляемых энергоресурсов и доходов ряда энергетических компаний, а также сокращению рабочих мест в энергетике и сопряженных с ней отраслях экономики. Поэтому важными становятся совместные усилия бизнеса, государства и других заинтересованных лиц.

Как показывает исследование, в условиях циркулярной экономики меняются поведение потребителей, а также их взаимоотношения с бизнесом. Что касается производителей, то они существенно экономят на закупках новой продукции, новых ресурсов, имеют возможность создавать новые рабочие места для переработки отходов и производства продуктов переработки, оказанию услуг по обслуживанию своей продукции. По расчетам Europäische Kommission (2018), на 10 000 тонн отходов при сжигании можно создать 1 рабочее место, при захоронении – 6, при рециклинге – 36, а при их восстановлении и повторном использовании - 296. Создание в ядерной энергетике замкнутого топливного цикла, включающего выгрузку ядерного топлива из реактора, его переработку для извлечения урана и плутония и повторного изготовления ядерного топлива, сегодня является реальностью.

Мы поддерживаем взгляды ряда авторов, которые предлагают рассматривать понятие «неиспользованные отходы» в качестве альтернативных издержек, поскольку отходы после переработки могут стать высококачественным вторичным продуктом или сырьем либо энергией, которые способны приносить прибыль. Однако, чтобы получить экономическую выгоду, нужны прежде инвестиции на создание эффективного в

технологическом плане производства по переработке отходов. При производстве вторичного сырья для собственных нужд у предприятия появляется возможность получить экономическую прибыль в более короткие сроки за счет более существенного сокращения себестоимости будущих товаров.

Согласованность стратегических подходов в системе государственного регулирования на национальном, отраслевом и региональном уровнях приобретает особое значение, особенно, в переходный период. Вертикальная несогласованность стратегий и политик не обеспечивает необходимую координацию и согласованность действий в одном направлении на всех уровнях управления, должно информационное взаимодействие и обмен опытом. Необходима разработка системы интегрированных показателей, которые могли быть использованы для периодического мониторинга результативности реализации стратегической направленности переходного этапа к циркулярной экономике, а также его социально-экономических последствий.

### Литература

1. *Бутузов В.А.* Геотермальная энергетика Германии// Энергобезопасность и энергосбережение. 2020. № 6. С. 18-23.
2. *Игнатьев Е.В.* Оценка повышения энергетической эффективности ветроэнергетического комплекса в объединенной энергосистеме: автореферат диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. М., 2019. 20 с.
3. *Ленковец О. М., Кирсанова Н. Ю.* Future vision and possibilities of Russia's transition to "green" economy/ The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS, № 26, Т 26, 2017. pp. 514 - 521.
4. *Третьяков Н.А., Череповицын А.Е.* Цифровая трансформация Арктического нефтегазового комплекса: новые вызовы и возможности// Север и рынок: формирование экономического порядка. 2022. № 1 (75). С. 17-32.
5. *Litvinenko, V., Meyer, B.* Syngas Production: Status and Potential for Implementation in Russian Industry. Springer International Publishing, 2017, стр. 1–161.
6. *Акатьев В.А., Тюрин М.П., Бородина Е.С.* Повышение энергоэффективности при производстве, передаче и потреблении электроэнергии// Энергобезопасность и энергосбережение. 2020. № 6. С. 18-23.
7. *Белошицкий А.В., Череповицын А.Е.* Перспективы развития российского нефтесервиса в условиях перехода к «зеленой энергетике»// Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2022. Т. 17. № 1. С. 65-76.
8. *Е. Решнева.* Устойчивое развитие энергетического сектора в условиях дефицита минеральных ресурсов: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. Санкт-Петербург, 2020. 177 с.
9. *В.В. Юрак, А.В. Душин, Л.А. Мочалова (2020)* Против устойчивого развития: сценарии будущего. Записки Горного института. Том 242. С. 242. DOI: 10.31897/pmi.2020.2.242
10. Ключевые тенденции потребления энергии в XXI веке. – [Электронный ресурс] URL: <https://yearbook.enerdata.ru/renewables/renewable-in-electricity-production-share.html><https://energypolicy.ru/klyuchevye-tendenczii-potrebleniya-energii-v-xxi-veke/energetika/2021/12/21/> (дата обращения 27.08.2022)
11. *Ромашева Н.В., Каблан И.Б.К.* Зарубежный опыт нормативно-правового регулирования проектов улавливания и захоронения углекислого газа, Экономика и предпринимательство. 2019. № 9. С. 864-868.
12. *Мозговая О.О., Шеваль Ю.В.* Консолидация электросетевого комплекса как инструмент повышения эффективности отрасли// Вестник Московского университета С.Ю. Витте. Серия 1. Экономика и управление. 2020. № 4(35). С. 94-103.
13. *Файн Б.И., Кузнецов В.В.* Экспертная оценка консолидации электросетевого комплекса РФ // Главный энергетик. 2020. № 8. С. 7-12.
14. *Vertakova Y.V., Plotnikov V.A.* The Integrated Approach to Sustainable Development: The Case of Energy Efficiency and Solid Waste Management // International Journal of Energy Economics and Policy. 2019. Vol. 9. No 4. P. 194-201.
15. *В.Л. Уланов, Е.Ю. Уланова (2019)* Влияние внешних факторов на национальную энергетическую безопасность. Записки Горного Института. Том 238. С. 474.
16. Современные технологии и экономика в энергетике (МТЭЕ-2020)//Материалы международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург, 2020.
17. *Makhova L.* (2018), EFFECTIVE INVESTMENT POLICY AS A FACTOR OF SUCCESSFUL ECONOMIC DEVELOPMENT, Academy of Accounting and Financial Studies Journal. Т. 22. № 3. С. 1-9.
18. Рекомендации круглого стола на тему «Вопросы перекрестного субсидирования в электроэнергетике, его влияние на развитие отрасли и экономику страны, меры по его минимизации». – [Электронный ресурс] URL: <http://komitet2-13.km.duma.gov.ru/Rabota/Rekomendacii-po-itogam-meropriyatij/item/16707591/> (дата обращения 27.08.2022)

19. Отражение кризисов 2020-2021 годов в энергетических прогнозах// Энергетический бюллетень, выпуск 102, ноябрь 2021.
20. Циркулярная экономика: концептуальные подходы и инструменты их реализации. Монография для специалистов органов государственного управления, бизнеса и заинтересованной общественности / Н. Батова [и др.]; под общ. ред. С. Дорожки, А. Шушкевича ; Internationales Bildungs- und Begegnungswerk (IBB) Dortmund gGmbH. — Минск : Медисонт, 2020.
21. Тарифная кампания в электроэнергетике на 2020 год. Информационно-аналитический бюллетень. – Москва: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2020. – 35 с.
22. С. Пирог, Я. Э. Шклярский, А. Н. Скамьин (2019) Идентификация местоположения нелинейной электрической нагрузки. Записки Горного института. Том 237. С. 317.
23. Осипов С. Н., Пилипенко В. М. Энергоэффективные режимы теплоснабжения жилых зданий//Международный научно-технический журнал. «Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ». 2015. № 2. С. 47-60.

### References

1. Butuzov V.A. Geotermal'naya energetika Germanii// Energobezопасnost' i energosberezhenie. 2020. № 6. S. 18-23.
2. Ignat'ev E.V. Otsenka povysheniya energeticheskoi effektivnosti vetroenergeticheskogo kompleksa v ob"edinennoi energosisteme: avtoreferat dissertatsiya na soiskanie uchenoi stepeni kandidata ekonomicheskikh nauk. M., 2019. 20 s.
3. Lenkovets O. M., Kirsanova N. Yu. Future vision and possibilities of Russia's transition to "green" economy/ The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS, № 26, Т 26, 2017. pp. 514 - 521.
4. Tret'yakov N.A., Cherepovitsyn A.E. Tsifrovaya transformatsiya Arkticheskogo neftegazovogo kompleksa: novye vyzovy i vozmozhnosti// Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka. 2022. № 1 (75). S. 17-32.
5. Litvinenko, V., Meyer, B. Syngas Production: Status and Potential for Implementation in Russian Industry. Springer International Publishing, 2017, str. 1–161.
6. Akat'ev V.A., Tyurin M.P., Borodina E.S. Povyshenie energoeffektivnosti pri proizvodstve, peredache i potreblenii elektroenergii// Energobezопасnost' i energosberezhenie. 2020. № 6. S. 18-23.
7. Beloshiiskii A.V., Cherepovitsyn A.E. Perspektivy razvitiya rossiiskogo nefteservisa v usloviyakh perekhoda k «zelenoi energetike»// Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Ekonomika. 2022. Т. 17. № 1. S. 65-76.
8. E. Reshneva. Ustoichivoe razvitie energeticheskogo sektora v usloviyakh defitsita mineral'nykh resursov: dissertatsiya na soiskanie uchenoi stepeni kandidata ekonomicheskikh nauk. Sankt-Peterburg, 2020. 177 s.
9. V.V. Yurak, A.V. Dushin, L.A. Mochalova (2020) Protiv ustoichivogo razvitiya: stsenarii budushchego. Zapiski Gornogo instituta. Tom 242. S. 242. DOI: 10.31897/pmi.2020.2.242
10. Klyuchevye tendentsii potrebleniya energii v XXI veke. – [Elektronnyi resurs] URL: <https://yearbook.enerdata.ru/renewables/renewable-in-electricity-production-share.html><https://energypolicy.ru/klyuchevye-tendenczii-potrebleniya-energii-v-xxi-veke/energetika/2021/12/21/> (data obrashcheniya 27.08.2022)
11. Romasheva N.V., Kablan I.B.K. Zarubezhnyi opyt normativno-pravovogo regulirovaniya proektov ulavlivaniya i zakhroneniya uglekislogo gaza, Ekonomika i predprinimatel'stvo. 2019. № 9. S. 864-868.
12. Mozgovaya O.O., Sheval' Yu.V. Konsolidatsiya elektrosetevogo kompleksa kak instrument povysheniya effektivnosti otrasli // Vestnik Moskovskogo universiteta S.Yu. Vitte. Seriya 1. Ekonomika i upravlenie. 2020. № 4(35). S. 94-103.
13. Fain B.I., Kuznetsov V.V. Ekspertnaya otsenka konsolidatsii elektrosetevogo kompleksa RF // Glavnyi energetik. 2020. № 8. S. 7-12.
14. Vertakova Y.V., Plotnikov V.A. The Integrated Approach to Sustainable Development: The Case of Energy Efficiency and Solid Waste Management // International Journal of Energy Economics and Policy. 2019. Vol. 9. No 4. P. 194-201.
15. V.L. Ulanov, E.Yu. Ulanova (2019) Vliyanie vneshnikh faktorov na natsional'nuyu energeticheskuyu bezопасnost'. Zapiski Gornogo Instituta. Tom 238. S. 474.
16. Sovremennye tekhnologii i ekonomika v energetike (MTEE-2020)//Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. – Sankt-Peterburg, 2020.
17. Makhova L. (2018), EFFECTIVE INVESTMENT POLICY AS A FACTOR OF SUCCESSFUL ECONOMIC DEVELOPMENT, Academy of Accounting and Financial Studies Journal. Т. 22. № 3. S. 1-9.
18. Rekomendatsii kruglogo stola na temu «Voprosy perekrestnogo subsidirovaniya v elektroenergetike, ego vliyanie na razvitie otrasli i ekonomiku strany, mery po ego minimizatsii». – [Elektronnyi resurs] URL: <http://komitet2-13.km.duma.gov.ru/Rabota/Rekomendacii-po-itogam-meropriyatij/item/16707591/> (data obrashcheniya 27.08.2022)

19. Otrazhenie krizisov 2020-2021 godov v energeticheskikh prognozakh// *Energeticheskii byulleten'*, vypusk 102, noyabr' 2021.
20. Tsirkulyarnaya ekonomika: kontseptual'nye podkhody i instrumenty ikh realizatsii. Monografiya dlya spetsialistov organov gospravleniya, biznesa i zainteresovannoi obshchestvennosti / N. Batova [i dr.]; pod obshch. red. S. Dorozhko, A. Shushkevicha ; Internationales Bildungs- und Begegnungswerk (IBB) Dortmund gGmbH. — Minsk : Medisont, 2020.
21. Tarifnaya kampaniya v elektroenergetike na 2020 god. Informatsionno-analiticheskii byulleten'. – Moskva: Natsional'nyi issledovatel'skii universitet «Vysshaya shkola ekonomiki», 2020. – 35 s.
22. S. Pirog, Ya. E. Shklyarskii, A. N. Skam'in (2019) Identifikatsiya mestopolozheniya nelineinoy elektricheskoi nagruzki. *Zapiski Gornogo instituta*. Tom 237. S. 317.
23. Osipov S. N., Pilipenko V. M. Energoeffektivnye rezhimy teplosnabzheniya zhilykh zdaniy//*Mezhdunarodnyi nauchno–tekhnicheskii zhurnal. «Energetika. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii i energeticheskikh ob"edinenii SNG»*. 2015. № 2. S. 47-60.

*Статья поступила в редакцию 31.10.2022*  
*Принята к публикации 22.11.2022*

*Received 31.10.2022*  
*Accepted for publication 22.11.2022*