



ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В ИСТОРИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ: ПОНЯТИЕ, ОЦЕНКА, КОНЦЕПЦИИ

© Корнилова А.Ю., 2025

Корнилова Анна Юрьевна, эксперт Meterstartup.ru, Москва, Россия
ORCID: 0009-0000-4066-3579, pgmcjd@yandex.ru

Статья поступила: 21.08.2024, принята к печати: 04.03.2025

Оригинальная статья

Аннотация. В статье анализируется понятие, оценка и причины возникновения теоретических идей в области энергоэффективности в историческом аспекте. Высокая общественная значимость энергетических ресурсов и кризисные явления на рынке углеводородов в XX в. явились причиной возникновения и дальнейшего развития концепции энергобезопасности в политике стран-импортеров нефти, которая впоследствии трансформировалась в долгосрочную государственную политику повышения энергоэффективности. Эволюция инструментария оценки эффективности свидетельствует о том, что он становится, по сути, накопительным итогом, отражающим результативность мер государственной политики в области диверсификации источников поставок энергии и перехода к зеленой экономике. Причины использования идеи энергоэффективности в экономике странами-импортерами запада объяснены с позиций ресурсной теории системной организации экономики. Несмотря на процессы глобализации и либерализации, действующие в мире, экономики западных стран ориентированы на формирование концентрации энергоресурсов в одной стране, а их целью является завоевание экономического лидерства в располагаемых ресурсах. Сформулированы определения энергосбережения и энергоэффективности. Энергосбережение – процесс, который позволяет справиться с еще не возникшей потерей энергии. Энергоэффективность характеризует такое состояние экономической системы, которое позволяет уменьшить еще не возникшую потерю энергии в экономической деятельности с целью достижения заданного социально-экономического результата в условиях ограничений. Такими ограничениями могут быть доступность источников энергии, энергетическая безопасность, климатические условия и др.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, оценка, энергобезопасность, ресурсная теория системной организации экономики, концепция рационального природопользования

Классификация JEL: N50, Q40, Q48

Для цитирования: Корнилова А.Ю. (2025). Энергоэффективность в историческом аспекте: понятие, оценка, концепции // Экономическая наука современной России. Т. 28. № 1. С. 99–111. [https://doi.org/10.33293/1609-1442-2025-28\(1\)-99-111](https://doi.org/10.33293/1609-1442-2025-28(1)-99-111). EDN: WXYGVO

[https://doi.org/10.33293/1609-1442-2025-28\(1\)-99-111](https://doi.org/10.33293/1609-1442-2025-28(1)-99-111)

EDN: WXYGVO



HISTORICAL EVOLUTION OF ENERGY EFFICIENCY: DEFINITION, EVALUATION, AND CONCEPTS

© Kornilova A.Yu., 2025

Anna Yu. Kornilova, expert in Meterstartup.ru, Moscow, Russia

ORCID: 0009-0000-4066-3579, pgmcjd@yandex.ru

Received: 08/21/2024, Accepted: 03/04/2025

Original article

Abstract. The article analyzes the concept, evaluation and reasons for emerging theoretical ideas in energy efficiency in the historical aspect. High importance for society of energy resources and crisis phenomena in the hydrocarbon market in the 20th century were the reasons for emerging and further developing of the concept of energy security in the policy of oil-importing countries which was subsequently transformed into a long-term government policy of energy efficiency improvement. The evolution of the efficiency valuation tool indicates that it becomes an accumulative outcome reflecting the effectiveness of public policy measures in the area of diversification of energy supply sources and transition to a green economy. The reasons for speculating on the idea of energy efficiency by Western importing countries are explained from the perspective of the resource theory of system organization of economy. Despite the processes of globalization and liberalization existing in the world, the economies of Western countries are focused on the formation of «concentration of energy resources in one country», and their goal is to gain economic leadership in disposable resources. Definitions of energy conservation and energy efficiency were formulated. Energy conservation is the process of managing energy loss that has not yet occurred. Energy efficiency characterizes such a state of the economic system that allows reducing not yet arisen energy loss in a certain economic activity in order to achieve a given socio-economic result under constraints. Such constraints can be availability of energy sources, energy security, climatic conditions etc.

Keywords: energy efficiency, energy saving, valuation, energy security, resource theory of system organization of the economy, rational use of resources

JEL Classification: N50, Q40, Q48

For reference: Kornilova A.Yu. Historical evolution of energy efficiency: definition, evaluation, and concepts. *Economics of Contemporary Russia*. 2025;28(1):99–111. (In Russ.) [https://doi.org/10.33293/1609-1442-2025-28\(1\)-99-111](https://doi.org/10.33293/1609-1442-2025-28(1)-99-111). EDN: WXYGVO

ВВЕДЕНИЕ

Считается, что энергоэффективность является единственной важнейшей мерой, позволяющей избежать спроса на энергию в рамках сценария достижения нулевого уровня выбросов к 2050 г. в западных странах, наряду с тесно связанными мерами, направленными на электрификацию, изменение поведения, цифровизацию и повышение эффективности использования материалов (Net Zero by 2050, 2021).

Правительства во всем мире ставят задачи сокращать потребление энергии при одновременном достижении целей экономического развития. Политика повышения энергоэффективности связана с достижением климатических целей, поэтому данная проблема не является строго экономической, её решение находится в области политического и экономического выбора.

В экономической литературе существуют различные мнения относительно того, каким образом энергетическая эффективность определяется и оценивается. Энергоэффективность часто связывают с государственными мерами, направленными на сокращение потребления энергии. Трудности отсутствия всестороннего толкования понятия «*энергоэффективность*» вызывают различные, порой антагонистические, суждения о причинах и тенденциях экономии энергии и ее влиянии на эффективность экономической деятельности в целом.

В статье рассматривается развитие понятий, дается оценка и причины возникновения теоретических идей в области энергоэффективности в историческом аспекте. Также предлагается толкование термина «*энергоэффективность*», которое соответствует современным требованиям экономической науки.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В ИСТОРИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ

Наиболее общее определение энергетической эффективности дал М. Петтерсон: энергетическая эффективность в широком смысле определяется как отношение полезного результата к затратам энергии (Patterson, 1996, p. 377). Данное определение происходит от толкования эффективности преобразования энергии в физической науке, которое описывает отношение выходной мощности к входной мощности. Эффективность преобразования энергии описывает форму сигнала для устройств (двигателей, трансформаторов).

Несмотря на то что показатель «энергоемкость ВВП» вызывал споры в академической сфере на Западе (Patterson, 1993, p. 377), он активно применялся в качестве показателя энергоэффективности при разработке энергетической политики в западных странах-импортерах (США, страны ЕС). Однако, как отмечает М. Петтерсон, политические аналитики и другие специалисты-практики, как правило, игнорируют и/или не в полной мере оценивают последствия методологических проблем при попытках использовать показатели энергоэффективности (Patterson, 1993, p. 741). Другие исследователи отмечают, что на уровне экономики или сектора в целом энергоемкость является менее значимым понятием для оценки энергоэффективности, поскольку, помимо энергоэффективности, важны другие факторы, которые определяют характер общего потребления энергии (Показатели энергоэффективности, 2015).

Интересно, что современные исследователи видят в энергоэффективности и характеристику, и проблему, и задачу одновременно, причем в зависимости от контекста и границ исследования. Так Л.-Г. Жироде и др. определяют *энергоэффективность* контекстуально – как способность технологии минимизировать количество потребляемой энергии (например, кВт·ч, МДЖ и т.д.), необходимое для обеспечения заданного уровня энергопотребления (в частности, освещенности, температуры, пассажиро-км и т.д.). Энергоэффективность является в первую очередь технологической характеристикой. Она становится экономической проблемой, поскольку человек осознает первоначальную стоимость технологии, эксплуатационные расходы на электроэнергию, которые она должна снизить, и выгоды, которые потребители получают от связанных с ней услуг, – другими словами, когда он рассматривает *энергоэффективность как инвестицию* (Giraudet, Missemer, 2023). Как отмечает В.М. Цилибина, энергоэффективность – не только энергетическая и экономическая задача, но и экологический императив, а также социально-политическое условие достижения принятых страной основных направлений развития на перспективу, связанных с повышением конкурентоспособности экономики и обеспечением устойчивого социально-экономического роста (Цилибина, 2021, с. 80).

Контекст определения энергетической эффективности, а также необходимость учета множества факторов в процессе оценки наводит на размышления о том, какое понятие энергоэффективности соответствует современным требованиям. По мнению Всемирного энергетического совета, энергоэффективность имеет более широкое значение, чем просто технологическая эффективность обо-

рудования; она охватывает все изменения, которые приводят к уменьшению количества энергии, используемой для производства одной единицы экономической продукции (например, количество энергии, используемой на единицу ВВП) или для достижения определенного уровня комфорта. Энергоэффективность связана с экономической эффективностью и включает технологические, организационные и поведенческие изменения (World Energy Perspective, 2013).

Т. Данлоп приводит мнение о том, что одной из основных тем риторики в экономической науке на протяжении десятилетий является идея «*бесплатного обеда*» – с энергоэффективностью мы получаем больше за меньшие деньги или, другими словами, что-то даром. Например, определение энергоэффективности предполагает, что потребитель не теряет комфорта. Кроме того, поскольку результат энергоэффективности был отнесен к более длинному списку преимуществ, он стал более эффективным риторическим приемом (Dunlop, 2022, p. 712).

Противоречивое толкование энергоэффективности необходимо проанализировать, основываясь на причинах возникновения теоретических идей в экономической науке, на развитии инструментария оценки, и конкретизировать содержание самого термина.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Развитие содержания термина «*энергоэффективность*» важно рассмотреть в рамках эволюции *теории энергоэффективности*. В связи с этим можно отметить работу Л.-Г. Жироде и А. Миссемер, которые предложили аргументированный анализ эффективности в историческом аспекте (Giraudet, Missemer, 2023). Предложенная в настоящей статье периодизация отличается от той, которую приводят ученые.

В основу периодизации в статье положена эволюция подходов к энергобезопасности западных странах-импортерах нефти. Высокая общественная значимость энергетических ресурсов и кризисные явления на рынке углеводородов в XX в. явились причиной возникновения и дальнейшего развития концепции энергобезопасности в политике стран-импортерах нефти (США, страны ЕС). Впоследствии концепция энергобезопасности трансформировалась в долгосрочную государственную политику повышения энергоэффективности в странах-импортерах нефти. При этом доминирующие концепции в экономической науке играли важную роль для формирования теорети-

ческого фундамента работ в области энергоэффективности. Значительное число работ по данной тематике в большей степени акцентируют внимание на проблеме взаимодействия государства с социумом в процессе достижения целей энергоэффективности. В то же время концепции в экономической науке определяют приоритет, в соответствии с которым цель достижения энергоэффективности согласуется с иными социально-экономическими ориентирами.

По сути, *концепция энергобезопасности*, возникшая в США, в первую очередь предполагала независимость экономической политики от внешних ценовых шоков. Однако возникающие кризисы и трансформации на рынке углеводородов расширили спектр поиска решений проблемы энергобезопасности в западных странах – импортерах энергоресурсов (США, страны ЕС). В настоящее время энергетическая безопасность тесно связана с другими проблемами энергетической политики, такими как обеспечение равного доступа к современной энергетике и смягчение последствий изменения климата (Goldthau, 2011, p. 213).

В государственной политике ведущих стран мира энергия и доступ к ней играли приоритетную роль, начиная с XX в. В частности, электроэнергия в СССР была в некотором роде общественным благом, и результаты Плана ГОЭЛРО повлияли не только на успехи промышленности, но и на социальный сектор. Энергетическая доступность стала фактором развития общества, а не только научно-технического прогресса. Однако для стран – импортеров нефти энергетическая доступность имела более обширное значение: не только стремление управлять ресурсами как источником, но и возможности контролировать цены на них.

Одновременно с задачей развития общества начиная с XX в. наука пытается сформулировать принципы взаимодействия природы и человека. Появление системы взглядов на взаимодействие в триаде «общество – экономика – окружающая среда» произошло на основе соотнесения ценности развития цивилизации в балансе с природой и национально-государственными интересами. Поэтому акцент в работах, посвященных концепциям устойчивого развития и «Net Zero», которые призваны были предлагать варианты взаимодействия в триаде, в первую очередь сделан на *контролирующем воздействии*. То же самое можно наблюдать в области энергоэффективности преимущественно в западных странах: последние 50 лет посвящено *анализу энергоэффективности именно на макроуровне*. Таким образом, между тематикой исследований в экономической науке и государственной политикой существует определенная преемственность.

Одной из причин толкования *энергоэффективности в качестве задачи* связано с тем, что экономическое знание начиная с XX в. формируется под влиянием политической сферы. Как отмечает О.Б. Кошовец, после институционализации экономики как научной и учебной дисциплины на рубеже XIX–XX вв. решающее воздействие на дальнейшее развитие ее эпистемической культуры также создало тесное взаимодействие с властью в рамках перехода государства к новому типу технократического управления и массового привлечения экономистов в систему управления (Историческая эпистемология, 2019, с. 68).

Такое мнение могло бы вызвать споры, однако как отмечал К. Маркс, юридической и политической надстройке соответствует определенная форма общественного сознания (Маркс, 2019, с. 105). И это сознание будет определять «реальный базис» – экономическую структуру общества. Но только в XX в. экономическая и политическая наука становятся концептуально связанными, поскольку именно с прошлого века начинается эпоха, когда *улучшение условий жизни каждого жителя страны становится целью государства*.

До нефтяного кризиса 1970-х гг. термина «*энергоэффективность*» не существовало, и политика ведущих стран сводилась к расширению энергоснабжения, а собственно энергосбережение имело более низкий приоритет. Тесная связь между электрификацией и модернизацией придала отрасли электроснабжения во всех странах большую политическую значимость (Fawkes, Oung, Thorpe, 2016, p. 78). В СССР тема экономии энергии предпринятиями оформилась в централизованной повестке в 1950-е гг. (Никифорова, Покидько, 2023, с. 90). Необходимо отметить, что только в государственном управлении СССР в этот период времени использовалась *концепция рационального природопользования*, которая была призвана улучшить потребление и сократить потери при потреблении энергии.

Начиная с 1970-х гг., энергоэффективность стала одним из важнейших приоритетов экономической политики ведущих западных стран, поскольку она играла роль инструмента достижения энергетической безопасности. Можно утверждать, что с этого времени доминирующая концепция энергетической безопасности в политике этих стран стала катализатором в развитии экономического знания в области энергоэффективности.

Напротив, для стран-экспортеров (государства ОПЕК), по мнению ряда ученых, концепция энергобезопасности противоречит их интересам, которые в основном продолжают ориентироваться на стабильный спрос на углеводороды и высокие цены на них. Основной довод стран-поставщиков

заключается в необходимости поддержания постоянного уровня доходов для осуществления инвестиций в добывающий сектор, испытывающий нехватку капитала (Nye et al., 2008, p. 180). По сути, такие страны-экспортеры, как Саудовская Аравия и ОАЭ, предпринимают шаги в направлении энергосбережения, поскольку развитие альтернативных источников энергии не имеет стратегического характера, причем роль энергоэффективности все еще остается второстепенной в политике этих стран.

Кратко можно выделить следующие вехи в развитии теории экономической науки в области энергоэффективности.

- *Докризисный период (до 1970 г.)*. Период, характеризующийся в основном появлением термина «*энергосбережение*» и опытом формирования такой политики в отдельных странах (СССР). В СССР задачи нормирования расходов ресурсов и расширения электроснабжения привели к возникновению концепции *рационального природопользования*. В 1960–1970-е гг. во всех отраслях были разработаны нормы электропотребления и задания по энергосбережению, опираясь на выпуск основной продукции (Кудрин, 2012, с. 5).

В СССР, по сути, происходит рождение идеи *расширения объема потребляемой продукции при сохранении ресурсов окружающей среды*. Как отмечают Н.С. Касимов, Ю.Л. Мазуров и В.С. Тикунов, признанная мировым сообществом концепция устойчивого развития, впервые представленная комиссией Брундтланд (Комиссия Брундтланд (Gro Harlem Brundtland) «*Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию*» (МКОСР)¹ в 1987 г., является западным аналогом исторически предшествующей ей концепции рационального природопользования, успешно разрабатывавшейся в советской науке с начала 1960-х гг. (Касимов, Мазуров, Тикунов, 2004, с. 29).

- *Нефтяной кризис и посткризисный период (1970–1990 гг.)*. Нефтяной кризис стал решающим для появления концепции энергобезопасности в странах – импортерах энергоресурсов на западе. Кризис 1973 г. – точка отсчета для формирования широкомасштабной системы «безопасности

¹ URL: <http://устойчивоеразвитие.рф/files/monographs/OurCommonFuture-introduction.pdf>; см. также: Международная комиссия по окружающей среде и развитию (World Commission on Environment and Development, WCED). URL: https://mgimo.ru/upload/2023/11/komissiya-brundtland-i-koncepciya-ustoi-chivogo-razvitiya-v-istorii-sssr-rossii-1980-90.pdf?utm_source=google.com&utm_medium=organic&utm_campaign=google.com&utm_referrer=google.com

энергоснабжения» в странах-потребителях, остающейся актуальной и по сей день (Ткачук, 2010, с. 259).

В период 1960–1980-х гг. энергетическая политика западных стран не была единой, но тем не менее эта сфера практически полностью оставалась в национальной компетенции западных стран. И только США впервые обозначили достижение «энергетической независимости» в своих приоритетах в 1970-е гг.

В экономической науке в это время развивается поведенческая теория: появляются работы, которые оценивают спрос на энергоэффективность, а также первые работы по институциональной теории, где исследуются факторы, влияющие на энергосбережение (Blumstein et al., 1980).

Характерной чертой этого этапа является старт использования показателя энергоэффективности – энергоёмкости ВНД (общее потребление первичной энергии на единицу валового национального дохода (ВНД)) в оценке энергоэффективности на макроуровне в отдельных странах (США).

• *Кризис недоинвестирования (1990–2000 гг.).* С 1986 г. в результате того, что рыночные цены на нефть зачастую были равновесными, в 1990-е гг. произошел кризис недоинвестирования (Эволюция мировых энергетических рынков, 2015, с. 50).

Очередной кризис на рынке нефти привел к необходимости диверсифицировать поставки и сокращать потребление. Именно в этот период расширяется масштаб государственных мер в области энергоэффективности в политике западных стран как стимулирующего, так и ограничительного характера.

Это время можно отнести к периоду оформления энергоэффективности в виде долгосрочной политики в различных областях экономики. Энергоэффективность становится важной частью политики Европейского Союза (ЕС), когда Европейская комиссия приняла Директиву по энергоэффективности (EED) 2012/27 (EU Directive 2012/27/EU, 2012). Аналогичный процесс происходил в США, когда стандарты энергоэффективности стали утверждаться не только для автомобилей, но и частных домов, приборов и т.д.

В экономической науке период с 1990 по 2000 г. характеризуется прогрессом в отдельных областях энергоэффективности: развитие индексного метода Дивизии² применительно к энергоэффективности (Schipper et al., 1992; Renewable Energy Directive, 2024; Ang, Lee, 1994; Sun, 1998) и др., возникновение исследований, оценивающих ре-

зультаты политики в области энергоэффективности, устраняющие сбои рынка (Hirst, Brown, 1990; Jaffe, Stavins, 1994; Goldthau, 2011; Golove, Eto, 1996 и др.), которые уже позднее будут рассматриваться как «обратные эффекты».

Постепенно оценка энергоэффективности на макроуровне меняется: *энергоёмкость ВНД*, а затем ВВП дополняется другими показателями, которые отражают приоритеты энергетической политики. В ЕС с 2006 г. целевой показатель энергоэффективности – энергоёмкость ВВП – изменен на измерение конечного потребления энергии внутри страны – ориентировочный целевой показатель энергосбережения для государств-членов. Несмотря на это, энергоёмкость ВВП по различным видам деятельности продолжают отслеживать и анализировать на макроуровне. Позднее на основе индексного метода появляются различные показатели, которые призваны агрегировать данные о достижении политических целей в области энергетики (энергетическая безопасность, энергетическая доступность и экологическая устойчивость и др.), – TRILLEMMA (Utility Scorecard, International Energy Efficiency Scorecard, Odyssee indicator) и др. Такие показатели являются следствием взаимодействия между странами запада в плане координации в области энергоэффективности. Возникает множество исследований, проводимых международными организациями (Европейский Совет по энергоэффективной экономике (ECE), Международное энергетическое агентство (IEA), Всемирный энергетический совет (World Energy Council)).

• *Энергетический кризис 2000-х гг. и посткризисный период (2000 г. – настоящее время).* В 2000 г. мир пережил более серьезный нефтяной шок, чем в 1970-е гг. (Глобальная экономика: 2004 год, 2005). В данный период страны-импортеры столкнулись с новыми вызовами и угрозами, что также значительно повлияло на экспортеров энергоресурсов. В ответ на это правительство США разработало комплексную программу, которая включает разнообразные меры, направленные на повышение энергоэффективности и развитие альтернативных источников энергии (Ткачук, 2010, с. 259).

В 1990-е гг. происходило оформление и климатической политики ЕС, нацеленной на реализацию Киотского протокола (Кавешников, 2015). Однако климатические показатели стали утверждаться в правительственных программах ЕС только с принятием директивы «О стимулировании использования энергии возобновляемых источников» в 2008 г. (Renewable Energy Directive III, 2024).

Новый этап в экономической науке ознаменовался докладом Н. Стерна об *экономике изменения*

² Метод декомпозиции индексов на основе данных, отличающихся различными единицами измерения.

климата (Stern, 2006). В это время возникает идея «Чистого нуля» (концепция «Net Zero»), которая стала основой для формирования целей Парижского соглашения и привела к переходу от теоретической направленности работ об энергоэффективности в области возобновляемых ресурсов к *формированию правительственных программ* на их основе. Такая смена парадигмы послужила базой для множества исследований в области эффективности возобновляемых, «зеленых» источников энергии.

В академической сфере разных стран мира возникает работы, посвященные изучению влияния энергоэффективности как антропогенного фактора на глобальный климат – углекислый газ в атмосфере (Hens, Verbeeck G., Verbeeck B., 2001; Tajudeen, Wossink, Banerjee, 2018; Ang, 2007; Wu et al., 2012; Lozano, Gutiérrez, 2008 и др.). Кроме показателей энергоемкости и иных индексов, отражающих достижение целей энергобезопасности, на макроуровне стал отслеживаться показатель *выбросов в атмосферу* – как дополняющий оценку энергоэффективности (Tracking Industrial Energy Efficiency, 2007). Таким образом, показатель энергоемкости ВВП стал дополняться частными показателями эффективности отдельных видов энергии (из возобновляемых источников).

Исследования современных ученых сместились в сторону того, как сделать так, чтобы *возобновляемые технологии стали более эффективными*, надежными и рентабельными. Одним из показателей энергетической эффективности возобновляемых технологий становится период времени, необходимый после начала эксплуатации системы для окупаемости энергии, использованной при ее строительстве, который называется периодом окупаемости энергии. Другой показатель – коэффициент окупаемости инвестиций в энергию (Goswami, Kreith, 2017). Иными словами, акцент на возобновляемые источники энергии выбран не вследствие доказанного тезиса об их энергоэффективности в настоящий момент, а только в результате *суждений об этом потенциально высоком показателе в будущем*.

Таким образом, понимание энергоэффективности в современной науке смещается от оценки фактических выгод к сравнению потенциальных выгод от зеленых источников энергии с традиционными.

Однако при наличии потенциальных выгод существует необходимость учета потенциальных затрат, поэтому энергоэффективность следует оценивать иначе. С данного момента появляются работы в области политики повышения энергоэффективности, устраняющей барьеры между рынками возобновляемых и невозобновляемых источ-

ников энергии (Haas et al., 2013; Verbruggen, 2021; Krajačić et al., 2011 и др.).

Оформление в виде идеи энергобезопасности в политике направило фокус ученых-экономистов на западе в сторону экономических концепций, отвечающих требованиям развития энергетики, независимо от экспорта. Поэтому концепции устойчивого развития и «Net Zero» развивались под влиянием целей государственной политики, в том числе в области энергетики (табл. 1).

Представляется, что активное использование показателя энергоэффективности как энергоемкости ВВП на макроуровне в странах запада в первую очередь связано с тем, что приняты многими странами цели устойчивого развития приводят к потребности объединять иные показатели с ВВП и проводить декомпозицию факторов, влияющих на данный показатель.

Дальнейшее развитие инструментария оценки эффективности свидетельствует о том, что он становится, по сути, накопительным итогом, отражающим *результативность мер государственной политики в области диверсификации источников поставок энергии и перехода к зеленой экономике*.

Тем не менее становится очевидным, что энергоемкость ВВП не может быть единственным и всеобъемлющим показателем, который характеризует энергоэффективность. Потребление энергии на душу населения является важнейшим экономическим и социальным детерминантом, полностью определяющим не только уровень жизни населения конкретной страны, но и, по-видимому, этапом исторического развития, на котором находится экономика этой страны (Энергосбережение в зеркале, 2014, с. 1). Энергоэффективность становится показателем развития общества, а поэтому ее оценка может базироваться на *группе показателей*, отражающих различные общественные цели.

В современном мире выбор того или иного показателя энергоэффективности, используемого на макроуровне, не всегда определен на основе консенсуса с научной средой. *Единой системной концепции энергоэффективности в экономической науке не существует*.

Тем не менее для формирования целостного знания необходима опора на академическую сферу, и СССР в этой области имел больше преимуществ, так как она играла более значимую роль в концептуальном и методологическом обосновании планов Госплана и научно-технической политики по сравнению с западными странами. Взаимодействие с международными организациями важно для создания единого информационного поля, однако исследовательская работа международной организации, как правило, имеет краткосрочный

Таблица 1. Основные вехи развития экономической науки в области энергоэффективности

Период	Эволюция подходов к энергобезопасности западных стран	Концепции в экономической науке	Характеристика этапа развития экономической науки в области энергоэффективности
Докризисный период (до 1970 г.)	—	—	Опыт энергосбережения в отдельных странах (СССР)
Нефтяной кризис и посткризисный период (1970–1990 гг.)	Появление приоритетов энергетической независимости у отдельных стран (США)	Идея энергоэффективности	Появление термина «энергоэффективность», первых работ в области институциональной политики развития энергоэффективности и поведенческой теории
Кризис недоинвестирования (1990–2000 гг.)	Политика повышения энергоэффективности	Концепция устойчивого развития	Развитие индексного метода Дивизия применительно к энергоэффективности; исследования политики в области энергоэффективности, устраняющей сбои рынка
Энергетический кризис 2000-х и посткризисный период (с 2000 г. – по настоящее время)	Политика развития «зеленой» энергетики	Концепция Net Zero	Появление работ, посвященных влиянию энергоэффективности как антропогенного фактора на глобальный климат – углекислый газ в атмосфере – в академической среде во всем мире; исследований политики в области повышения энергоэффективности, устраняющей барьеры между рынками возобновляемых и невозобновляемых источников энергии

и экспертный характер, так как ученый в течение длительного периода времени обогащает теорию идеями, что является непременным условием появления научно обоснованной концепции.

Инструментарий оценки энергоэффективности, сложившийся за прошлый период развития экономической науки, является основой для решения аналитико-прогнозных задач, на базе которого могут проводиться оценки достижения результатов государственной политики и выводы о способах использования энергоресурсов. Но для формирования системной концепции энергоэффективности важно обнаруживать возможности использования энергоресурсов во взаимосвязи с закономерностями развития природы. Однако только *концепция рационального природопользования*, сочетающая идеи экономических и географических наук, предусматривала возможности комплексного анализа экологической структуры биосоциальной системы как фундамента для технико-экономической и социальной структур. Достоинство такого подхода состоит в моделировании систем, используя разделение процессов и явлений в мире на природные законы и законы, обусловленные деятельностью человека, – закономерности развития общества, на которые влияет цивилизационный, институциональный и иной ценностно-обусловленный фактор.

Несмотря на то что зеленая экономика является перспективным направлением исследования, результаты работ, задачей которых является поиск влияния антропогенных факторов на природу, основываясь исключительно на экономических знаниях, могут представляться недостаточно обоснованными с позиций наук о природе и вызывать критику.

Развитие исследований в области КПД живой и неживой природы способно связать воедино физические и естественные науки с экономикой (Корнилова, 2023, с. 26). Активное взаимодействие государства с академической сферой, а не только с международными организациями, способно дать импульс расширению системного знания в области энергоэффективности на основе знаний как физических, так и естественных и социальных наук.

В ходе исследования возникает вопрос: почему именно идея энергоэффективности как инструмент политики обеспечения энергобезопасности стала более конкурентоспособной для государств, входящих в западный блок? Причины использования идеи энергоэффективности в экономике именно в странах – импортерах энергоресурсов нельзя объяснить только наличием политической воли либо ухудшением экономических условий в мире.

Причины того, что идея энергоэффективности нашла активное применение в странах – импортерах энергоресурсов на западе, можно объяснить с позиций ресурсной теории системной организации экономики. Здесь интересно рассмотреть сам подход, который благодаря пространственно-временным характеристикам позволяет анализировать и проводить аналогии с показателями эффективности.

Доступное для экономической системы пространство и время являются ее базовыми стратегическими ресурсами. Экономические системы каждого типа выстраивают свою логику взаимоотношений с базовыми экономическими ресурсами – пространством и временем, а также с базовыми экономическими способностями – интенсивностью и активностью деятельности. В случае объектной

системы доступ к пространственному ресурсу ограничен, в случае процессной – не ограничен (Клейнер, 2011, с. 16).

Для объектных систем справедлива формула (Клейнер, 2011, с. 17):

$$I_{\delta}(t) = \frac{R_{\delta}(t)}{S_{\delta}(t)}, \quad (1)$$

где $I_{\delta}(t)$ – интенсивность использования пространственного ресурса системой δ ; $R_{\delta}(t)$ – результат деятельности объектной системы в момент t ; $S_{\delta}(t)$ – объем этого ресурса.

Результат деятельности проектной системы γ (Клейнер, 2011, с. 17):

$$R_{\gamma}(t) = \min(I_{\gamma}(t) S_{\gamma}(t), A_{\gamma}(t) T_{\gamma}(t)), \quad (2)$$

где $I_{\gamma}(t)$ – интенсивность использования пространственного ресурса системой γ ; $S_{\gamma}(t)$ – объем этого ресурса; $A_{\gamma}(t)$ – активность системы γ при использовании временного ресурса; $T_{\gamma}(t)$ – объем этого ресурса.

Таким образом, как проектная, так и объектная системы ориентированы на повышение отдачи от потребления ресурса.

Энергоэффективность можно по аналогии представить как:

$$I_e(t) = \frac{R(t)}{S_e(t)}, \quad (3)$$

где $I_e(t)$ – интенсивность использования энергетических ресурсов системой; $R(t)$ – результат экономической деятельности системы δ в момент t ; $S_e(t)$ – общий объем вовлекаемых в экономическую деятельность энергетических ресурсов.

По сути, *энергоэффективность является отнесительной характеристикой потребления энергии*, демонстрирующей интенсивность использования энергии экономической системой. На основе показателей интенсивности потребления энергии (либо обратных им) можно понять, как деятельность, направленная на снижение потребления энергии (энергосбережение), влияет на объект – результаты экономической деятельности.

Ограниченные в пространстве системы (проект, объект) стремятся интенсивно использовать занимаемое пространство. Не имеющие пространственных ограничений системы (среда, процесс) функционируют экстенсивно, поскольку могут не экономить пространство (Клейнер, 2011, с. 14). В связи с этим страны-импортеры из западного блока явились своего рода аналогом (очень упрощенным) объектных и проектных систем в момент, а страны-экспортеры – процессных и средовых систем, где объем ресурса – энергии – не ограничен.

Несмотря на то что все страны мира сталкиваются с проблемами экономической конкурентоспособности, доступности энергетических ресурсов и экологической устойчивости, а также с необходимостью противостоять кризисным явлениям, они по-разному действуют в условиях пространственно-временных ограничений. Представляется, что глубинные причины отнесения стран к той или иной системе (проектная, объектная, процессная, средовая) лежат далеко за различиями в количественном объеме стратегического ресурса – энергии, имеющейся у страны, и возможностями его экспорта. Механизмы, заложенные в способе работы с энергоресурсами, складывались исторически и не могут быть изменены одномоментно.

Но необходимо отметить, что энергоэффективность позволяет измерять существенные свойства системы и ее состояние, а не процесс изменения системы. И только при контроле состояния можно отслеживать лидерство и сравнивать системы между собой. Можно предположить, что достижение экономического лидерства в располагаемых ресурсах как цель является мотивом для отдельных стран применять показатели интенсивности использования ресурсов, в том числе энергоэффективности.

Таким образом, можно сделать следующее заключение в отношении энергосбережения и энергоэффективности.

Энергосбережение – процесс, который позволяет справиться с еще не возникшей потерей энергии. Энергоэффективность характеризует такое состояние экономической системы, которое позволяет уменьшить еще не возникшую потерю энергии в экономической деятельности с целью достижения заданного социально-экономического результата в условиях ограничений. Такими ограничениями могут быть: доступность источников энергии, энергетическая безопасность, климатические условия и др. Потери энергии существует всегда как следствие второго закона термодинамики, но целенаправленная и упреждающая деятельность человека, направленная на повышение энергоэффективности, способна увеличить количество теплоты, которая превращается в работу в процессе преобразования энергии.

Несмотря на то что страны-импортеры из западного блока явились аналогом объектной и проектной систем, характеристики систем с течением времени могут меняться, а в случае достижения конкурентных преимуществ в энергоэффективности пространственные ограничения могут наблюдаться и у стран – экспортеров энергоресурсов. Кроме того, не следует считать, что ограничения в использовании энергии даже у этих стран отсутству-

ют. Возможно, эти ограничения в полной мере еще не проявлены в настоящее время, и им будет придано стратегическое значение в ближайшем будущем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одной из причин выдвижения энергоэффективности в качестве народнохозяйственной задачи связано с тем, что экономическое знание начиная с XX в. формируется под влиянием политической сферы.

Высокая общественная значимость энергетических ресурсов и кризисные явления на рынке углеводородов в XX в. явились причиной возникновения и дальнейшего развития концепции энергобезопасности в политике стран – импортеров нефти. Впоследствии концепция энергобезопасности трансформировалась в долгосрочную государственную политику повышения энергоэффективности. При этом доминирующие концепции в экономической науке играли важную роль при формировании теоретического фундамента работ в области энергоэффективности.

Развитие идеи энергобезопасности в политике направило фокус ученых-экономистов на западе на исследование последствий контроля государством потребления энергии в экономике в рамках институциональной и поведенческой теорий.

Исследования энергоэффективности характеризуются теоретической эклектичностью, а сама концепция не сформирована и не имеет системного характера. Понимание энергоэффективности в рамках современных концепций смещается от оценки фактических выгод к сравнению потенциальных выгод от «зеленых» источников энергии с традиционными.

Развитие показателя энергоэффективности можно представить как переход от измерения интенсификации потребления энергии – по экономике в целом – к оценке этих показателей по видам деятельности и отдельным аспектам устойчивого

развития и видам источников энергии. Эволюция инструментария оценки эффективности свидетельствует о том, что он становится, по сути, накопительным итогом, отражающим результативность мер государственной политики в области диверсификации источников поставок энергии и перехода к зеленой экономике.

Энергоэффективность становится показателем развития общества, поэтому ее оценка может строиться на группе показателей, отражающих различные общественные цели.

Причины использования идеи энергоэффективности странами-импортерами запада объяснены с позиций ресурсной теории системной организации экономики. Страны – импортеры энергоресурсов из западного блока явились своего рода аналогом (очень упрощенным) объектных и проектных систем в момент, а страны-экспортеры – процессных и средовых систем, где объем ресурса – энергии – не ограничен. Несмотря на существующие в мире процессы глобализации и либерализации, экономики западных стран ориентированы на формирование «концентрации энергоресурсов в одной стране», а их целью является завоевание экономического лидерства в располагаемых ресурсах. Это объясняет то, что идея энергоэффективности, которая предполагает интенсификацию использования ресурсов, явилась для таких стран более конкурентоспособной.

В ходе исследования были сформулированы определения понятий «*энергосбережение*» и «*энергоэффективность*». Энергосбережение – процесс, который позволяет справиться с еще не возникшей потерей энергии. Энергоэффективность характеризует такое состояние экономической системы, которое позволяет уменьшить еще не возникшую потерю энергии в экономической деятельности с целью достижения заданного социально-экономического результата в условиях ограничений. Такими ограничениями могут быть: доступность источников энергии, энергетическая безопасность, климатические условия и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Глобальная экономика: 2004 год. (2005). Аналитический обзор. Центр науч.-инф. исследований глобальных и региональных проблем. Отд. Азии и Африки. М.: ИНИОН РАН. 88 с.
- Историческая эпистемология. (2019). Историческая эпистемология. История, онтология, эпистемология: сб. статей. СПб.: Фонд развития конфликтологии. 100 с.
- Кавешников Н. (2015). Невозможная триада энергобезопасности Европейского Союза // *Международные процессы*. Т. 13. № 4. С. 74–85.
- Касимов Н.С., Мазуров Ю.Л., Тикунов В.С. (2004). Концепция устойчивого развития: восприятие в России // *Вестник Российской Академии Наук*. Т. 74. № 11. С. 28–36.
- Клейнер Г.Б. (2011). Ресурсная теория системной организации экономики // *Российский журнал менеджмента*. Т. 9. № 3. С. 3–28.
- Корнилова А.Ю. (2023). Физическая экономика в контексте современных экономических проблем // *Экономическая наука современной России*. № 2. С. 17–31.

- Кудрин Б.И. (2012). Стратегия энергоэффективности и электрообеспечения потребителей до 2060 г. М.: ИНИП РАН. 51 с.
- Маркс К. (2019). Капитал. Критика политической экономии. М.: АСТ. 704 с.
- Никифорова Н.В., Покидько П.С. (2023). Стратегии энергосбережения в позднем социализме. Технологическая инфраструктура и этика общественной собственности // Социология науки и технологий. Т. 14. № 4. С. 88–107.
- Показатели энергоэффективности (2015). Показатели энергоэффективности: основы формирования политики. Международное энергетическое агентство. URL: http://www.iea.org/media/training/eeukraine2015/Russian_EPM.PDF
- Ткачук К.В. (2010). Эволюция подходов к энергетической безопасности: страны-импортеры против стран-экспортеров // Вестник МГИМО-Университета. № 6 (15). С. 258–264.
- Цилибина В.М. (2021). Энергоэффективность экономики: методология и практика. Ин-т экономики НАН Беларуси. Минск: Беларуская навука. 215 с.
- Эволюция мировых энергетических рынков (2015). Эволюция мировых энергетических рынков и ее последствия для России / под ред. А.А. Макарова, Л.М. Григорьева, Т.А. Митровой. М.: ИНЭИ РАН-АЦ при Правительстве РФ. 400 с.
- Энергосбережение в зеркале (2014). Энергосбережение в зеркале промышленной политики. Информационный обзор М.: Аналитический центр при Правительстве РФ, 38 с.
- Ang J.B. (2007). CO₂ Emissions, Energy Consumption, and Output in France. *Energy Policy*, vol. 35 (10), pp. 4772–4778.
- Ang B.W., Lee S.Y. (1994). Decomposition of industrial energy consumption: some methodological and application issues. *Energy Economics*, no 16, pp. 83–92.
- Blumstein C., Krieg B., Schipper L. et al. (1980). Overcoming social and institutional barriers to energy conservation. *Energy*, vol. 5(4), pp. 355–371.
- Directive 2012/27/EU. (2012). Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC Text with EEA relevance. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32012L0027>
- Dunlop T. (2022) Energy efficiency: The evolution of a motherhood concept. *Social Studies of Science*, vol. 52, issue 5, pp. 710–732.
- Fawkes S., Oung K., Thorpe D. (2016). Best Practices and Case Studies for Industrial Energy Efficiency Improvement. An Introduction for Policy Makers. Copenhagen: UNEP DTU Partnership, 170 p.
- Giraudet L.-G., Missemmer A. (2023). The History of Energy Efficiency in Economics: Breakpoints and Regularities. *Energy Research & Social Science*, vol. 97, p. 102973.
- Goldthau A. (2011). Governing global energy: Existing approaches and discourses. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, no. (4), pp. 213–217.
- Goswami D.Y., Kreith F. (2017). *Energy Efficiency and Renewable Energy Handbook*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 1624 p.
- Golove W., Eto J. (1996). *Market Barriers to Energy Efficiency: A Critical Reappraisal of the Rationale for Public Policies to Promote Energy Efficiency*. University of California. Lawrence Berkeley National Laboratory. Energy Environment Division, 51 p.
- Haas R., Lettner G., Auer H. ed. (2013). The looming revolution: How photovoltaics will change electricity markets in Europe fundamentally. *Energy*, vol. 57(C), pp. 38–43.
- Hens H., Verbeeck G., Verbeeck B. (2001). Impact of energy efficiency measures on the CO₂ emissions in the residential sector, a large scale analysis. *Energy and Buildings*, vol. 33, issue 3, pp. 275–281.
- Hirst E., Brown M. (1990). Closing the Efficiency Gap: Barriers to the Efficient Use of Energy. *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 3, issue 4, pp. 267–281.
- Jaffe A.B., Stavins R.N. (1994). The energy-efficiency gap. What does it mean? *Energy Policy*, no. 22 (10), pp. 804–810.
- Krajačić G., Duić N., Tsikalakis A. ed. (2011). Feed-in tariffs for promotion of energy storage technologies *Energy Policy*, no. 39(3), pp. 1410–1425.
- Lozano S., Gutiérrez E. (2008). Nonparametric frontier approach to modeling the relationships among population, GDP, energy consumption and CO₂ emissions. *Ecological Economics*, vol. 66, issue 4, pp. 687–699.
- Net Zero by 2050 (2021). A Roadmap for the Global Energy Sector. International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>
- Nye J.S., Scowcroft B., Campbell K.M., Price J. (2008). *The Global Politics of Energy*. Washington, D.C.: Aspen Institute. 249 p.
- Patterson M.G. (1993). An accounting framework for decomposing the energy-to-GDP ratio into its structural components of change. *Energy*, vol. 18, iss. 7, pp. 741–761.
- Patterson M.G. (1996). What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues. *Energy Policy*, vol. 24, iss. 5, pp. 377–390.
- Renewable Energy Directive (2024). European commission. URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en
- Schipper L., Meyers S., Howarth R. et al. (1992). *Energy Efficiency and Human Activities: Past Trends, Future Prospects*. Cambridge: Cambridge University Press. 385 p.
- Stern N. (2006). Review on the Economics of Climate Change: Part III: The Economics of Stabilisation. London: HM Treasury. pp. 191–192.
- Sun J.W. (1998). Changes in energy consumption and energy intensity: A complete decomposition model. *Energy Economics*, vol. 20 (1), pp. 85–100.
- Tajudeen I.A., Wossink A., Banerjee P. (2018). How Significant is Energy Efficiency to Mitigate CO₂ Emissions? Evidence from OECD Countries. *Energy Economics*, vol. 72(C), pp. 200–221.

- Tracking Industrial Energy Efficiency. (2007). Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/reports/tracking-industrial-energy-efficiency-and-co2-emissions>.
- Verbruggen A. (2021) Pricing Carbon Emissions: Economic Reality and Utopia. New York: Taylor & Francis Books, 198 p.
- World Energy Perspective (2013). World Energy Perspective Energy efficiency policies: what works and what does not. World Energy Council. URL: <https://www.worldenergy.org/publications/entry/world-energy-perspective-energy-efficiency-policies-a-what-works-and-what-does-not>
- Wu F., Fan L.W., Zhou P. et al. (2012). Industrial energy efficiency with CO₂ emissions in China: A nonparametric analysis. *Energy Policy*, vol. 49(C), pp. 164–172.
- Energy saving in the mirror (2014). *Energy saving in the mirror of industrial policy*. Information review. Moscow: Analytical Center of the Government of the Russian Federation. 38 p. (in Russ.)
- Ang J.B. (2007). CO₂ Emissions, Energy Consumption, and Output in France. *Energy Policy*, vol. 35 (10), pp. 4772–4778.
- Ang B.W., Lee S.Y. (1994). Decomposition of industrial energy consumption: some methodological and application issues. *Energy Economics*, no 16, pp. 83–92.
- Blumstein C., Krieg B., Schipper L. et al. (1980). Overcoming social and institutional barriers to energy conservation. *Energy*, vol. 5(4), pp. 355–371.
- Directive 2012/27/EU. (2012). Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC Text with EEA relevance. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX-%3A32012L0027>
- Dunlop T. (2022) Energy efficiency: The evolution of a motherhood concept. *Social Studies of Science*, vol. 52, issue 5, pp. 710–732.
- Fawkes S., Oung K., Thorpe D. (2016). *Best Practices and Case Studies for Industrial Energy Efficiency Improvement*. An Introduction for Policy Makers. Copenhagen: UNEP DTU Partnership, 170 p.
- Giraudet L.-G., Missemer A. (2023). The History of Energy Efficiency in Economics: Breakpoints and Regularities. *Energy Research & Social Science*, vol. 97, pp.102973.
- Goldthau A. (2011). Governing global energy: Existing approaches and discourses. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, no. (4), pp. 213–217.
- Goswami D.Y., Kreith F. (2017). *Energy Efficiency and Renewable Energy Handbook*. 2nd Edition Boca Raton: CRC Press, 1624 p.
- Golove W., Eto J. (1996). Market Barriers to Energy Efficiency: A Critical Reappraisal of the Rationale for Public Policies to Promote Energy Efficiency. University of California. Lawrence Berkeley National Laboratory. Energy Environment Division, 51 p.
- Haas R., Lettner G., Auer H. et al. (2013). The looming revolution: How photovoltaics will change electricity markets in Europe fundamentally. *Energy*, vol. 57(C), pp. 38–43.
- Hens H., Verbeeck G., Verbeeck B. (2001). Impact of energy efficiency measures on the CO₂ emissions in the residential sector, a large-scale analysis. *Energy and Buildings*, vol. 33, issue 3, pp. 275–281.
- Global Economy: 2004 (2005). Global Economy: 2004. Analytical Review (2004) Moscow: The Center of scientific information research of global and the regional problems. Asia and Africa Department. Moscow: RAS. INION. 88 p. (in Russ.)
- Historical epistemology. (2019). Historical epistemology. A collection of articles on history, ontology, and epistemology. St. Petersburg: Foundation for the Development of Conflictology. 100 p. (in Russ.)
- Kaveshnikov N. (2015). The impossible triad of energy security of the European Union. *International Processes*, vol. 13, no. 4, pp. 74–85 (in Russ.)
- Kasimov N.S., Mazurov Yu.L., Tikunov V.S. (2004). The concept of sustainable development: perception in Russia. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*, vol. 74, no. 11, pp. 28–36 (in Russ.)
- Kleiner G.B. (2011) Resource theory of the systemic organization of the economy. *Russian Journal of Management*, vol. 9, no. 3, pp. 3–28 (in Russ.)
- Kornilova A.Yu. (2023). Physical Economics within the context of modern economic problems. *Economics of Contemporary Russia*, no. 2, pp. 17–31 (in Russ.)
- Kudrin B.I. (2012). Strategy of energy efficiency and electrical supply to consumers up to 2060. Moscow: INP RAS. 51 p. (in Russ.)
- Marx K. (2019). Capital. A Critique of Political Economy. In 2 vol. Moscow: AST. 704 p. (in Russ.)
- Nikiforova N.V., Pokidko P.S. (2023). Energy saving strategies in late socialism. Technological infrastructure and ethics of public property. *Sociology of Science and Technology*, vol. 14, to. 4, pp. 88–107 (in Russ.)
- Energy efficiency indicators (2015). Energy efficiency indicators: fundamentals of policy formation. The International Energy Agency (in Russ.) URL: <http://www.iea.org/media/training/eeukraine2015/Russian EPM.PDF>
- Tkachuk K.V. (2010). Evolution of approaches to energy security: importing countries versus exporting countries. *Bulletin of MSIIR University*, no. 6 (15), pp. 258–264 (in Russ.)
- Tsilibina V.M. (2021) *Energy efficiency of the economy: methodology and practice*. Institute of Economics of the National Academy of Sciences of Belarus. Minsk: Belarusskaya navuka. 215 p. (in Russ.)
- The evolution of world energy markets (2015). *The evolution of world energy markets and its consequences for Russia* / ed. by A.A. Makarov, L.M. Grigoriev, T.A. Mitrova. Moscow: INEI RAS-AC under the Government of the Russian Federation. 400 p. (in Russ.)

- Hirst E., Brown M. (1990). Closing the Efficiency Gap: Barriers to the Efficient Use of *Energy. Resources, Conservation and Recycling*, vol. 3, issue 4, pp. 267–281.
- Jaffe A.B., Stavins R.N. (1994). The energy-efficiency gap. What does it mean? *Energy Policy*, no. 22 (10), pp. 804–810.
- Krajačić G., Duić N., Tsikalakis A., Zoulias M., Caralis G., Panteri E., da Graça Carvalho M. (2011). Feed-in tariffs for promotion of energy storage technologies *Energy Policy*, no. 39 (3), pp. 1410–1425.
- Lozano S., Gutiérrez E. (2008). Nonparametric frontier approach to modeling the relationships among population, GDP, energy consumption and CO₂ emissions. *Ecological Economics*, vol. 66, issue 4, pp. 687–699.
- Net Zero by 2050 (2021). A Roadmap for the Global Energy Sector. International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>
- Nye J.S., Scowcroft B., Campbell K.M. et al. (2008). The Global Politics of Energy. Washington, D.C.: Aspen Institute. 249 p.
- Patterson M.G. (1993). An accounting framework for decomposing the energy-to-GDP ratio into its structural components of change. *Energy*, vol. 18, issue 7, pp. 741–761.
- Patterson M.G. (1996). What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues. *Energy Policy*, vol. 24, issue 5, pp. 377–390.
- Renewable Energy Directive (2024). European commission. URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en.
- Schipper L., Meyers S., Howarth R. et al. (1992). *Energy Efficiency and Human Activities: Past Trends, Future Prospects*. Cambridge: Cambridge University Press. 385 p.
- Stern N. (2006). Review on the Economics of Climate Change: Part III: The Economics of Stabilisation. London: HM Treasury. pp. 191–192.
- Sun J.W. (1998). Changes in energy consumption and energy intensity: A complete decomposition model. *Energy Economics*, vol. 20(1), pp. 85–100.
- Tajudeen I.A., Wossink A., Banerjee P. (2018). How Significant is Energy Efficiency to Mitigate CO₂ Emissions? Evidence from OECD Countries. *Energy Economics*, vol. 72(C), pp. 200–221.
- Tracking Industrial Energy Efficiency. (2007). Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/reports/tracking-industrial-energy-efficiency-and-co2-emissions>.
- Verbruggen A. (2021) *Pricing Carbon Emissions: Economic Reality and Utopia*. New York: Taylor & Francis Books, 198 p.
- World Energy Perspective (2013). *World Energy Perspective Energy efficiency policies: what works and what does not*. World Energy Council. URL: <https://www.worldenergy.org/publications/entry/world-energy-perspective-energy-efficiency-policies-a-what-works-and-what-does-not>
- Wu F., Fan L.W., Zhou P. et al. (2012). Industrial energy efficiency with CO₂ emissions in China: A nonparametric analysis. *Energy Policy*, vol. 49(C), pp. 164–172.