



ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ. ЭКОЛОГИЯ

<https://doi.org/10.47612/2789-5122-2024-9-77-87>

УДК 621.311.017:330.342

JEL N50, N70, O13, Q49

ГЕНЕЗИС ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ: СМЕНА ТРЕНДОВ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО БАЗИСА

А. В. Пилипук

pilipuk@list.ru

доктор экономических наук, профессор,
член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси
директор Республиканского научного унитарного предприятия
«Институт системных исследований в АПК
Национальной академии наук Беларуси»
г. Минск, Республика Беларусь

Г. А. Рудченко

кандидат экономических наук, доцент
докторант Республиканского научного унитарного предприятия
«Институт системных исследований в АПК
Национальной академии наук Беларуси»
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Выполнено исследование эволюции взглядов на проблему энергоэффективности в исторической ретроспективе, обоснована периодизация этапов, выделены предпосылки и условия, представлены ключевые характеристики и сущность понимания категории в разрезе периодов. Выявлены базовые теории, сформировавшие основы для современных исследований в указанной научной области, сгруппированные по ключевым аспектам энергоэффективности (ресурсной, инженерной, экономической, экологической). Представленные положения позволяют проследить происхождение, развитие и трансформацию проблемы рационального, бережного и эффективного производства и потребления энергии под влиянием смены мировых трендов в энергообеспечении и закладывают основу для формирования научного базиса по разработке теории энергоэффективности.

Ключевые слова: генезис энергоэффективности, топливно-энергетические ресурсы, энергопотребление, рациональное потребление энергии, энергоэффективность.

Для цитирования: Пилипук, А. В. Генезис энергоэффективности: смена трендов энергообеспечения и формирование концептуального базиса / А. В. Пилипук, Г. А. Рудченко // Вестник Института экономики НАН Беларуси : сб. науч. ст. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики. – 2024. – Вып. 9. – С. 77–87. <https://doi.org/10.47612/2789-5122-2024-9-77-87>

Введение

Выполненные исследования доказывают, что энергоэффективность в значительной степени определяется наличием ограничений доступности и обеспеченности топливно-энергетическими ресурсами отраслей экономики на различных уровнях (мир, регион, страна). Установлено, что при значительном объеме теоретических исследований по проблеме энергоэффективности не изучена эволюция взглядов на нее, не в достаточной степени отражены условия и факторы трансформации моделей энергообеспечения и энергопотребления, отсутствует систематизация теорий, концепций и подходов в историческом аспекте, заложивших основы современных исследований проблемы. Указанное в полной мере определяет актуальность и своевременность развития теоретических положений энергоэффективности. Практическая их значимость определяется высокой зависимостью Республики Беларусь от импорта энергоресурсов. В данной связи поиск путей и инструментов интенсификации энергопотребления в национальной экономике является актуальной научно-практической задачей современного этапа развития нашей страны.

Цель работы – изучить происхождение и развитие проблемы энергоэффективности под влиянием смены трендов энергообеспечения на глобальном уровне, идентифицировать и систематизировать теории и взгляды ученых, сформировавших концептуальный базис в данной области научных исследований.

Теоретической и методологической основой исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых по вопросам энергоэффективности с общетеоретических позиций. При подготовке работы были применены следующие методы: исторический, абстрактно-логический, индукции, дедукции и пр.

Результаты и их обсуждение

Выполненный нами ретроспективный анализ взглядов на проблему энергоэффективности позволил проследить их эволюцию, выделить предпосылки и условия, отразить ключевые характеристики и сущность понимания категории в разрезе периодов, социально-экономические особенности производства и потребления энергии для каждого из выделенных нами этапов. В основу проведенных исследований положены ключевые официальные международные издания, в которых в динамике прослеживается изменение риторики в части актуальности, проблем и стратегии в сфере добычи и использования топливно-энергетических ресурсов. Изучение научно-практических работ П. А. Кирюшина¹, В. Г. Селищева²,

¹ Кирюшин П. А. Эколого-экономическая оценка энергоэффективности в России : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. М., 2012. 23 с.

² Селищев В. Г. Энергоэффективность как фактор устойчивого развития: опыт, тенденции и перспективы (на примере стран «Большой восьмерки») : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.14 ; ФГБОУ ВПО «Рос. ун-т дружбы народов». М., 2014. 25 с.

Р. С. Соболева¹, В. М. Цилибиной [1, с. 7–52], В. И. Тимониной² и других авторов³ позволило классифицировать развитие концепции энергоэффективности по приведенным ниже четырем этапам (периодам), каждый последующий из которых последовательно добавляет к предыдущему новые параметры и критерии.

1. Энергоэкстенсивное индустриальное развитие экономики (ограничения использования ископаемых энергоресурсов детально не рассматривались до мирового энергетического кризиса в 1973 г.).

Предпосылки и условия: становление и развитие энергетики и энергомашиностроения, позволивших ускоренными темпами осуществить переход к индустриальному типу развития, повысить разнообразие производственных процессов, наладить массовое производство продукции.

Краткая характеристика этапа: ограниченное внимание (в теории и на практике) к вопросам эффективного использования топливно-энергетических ресурсов. Триггером к теоретическому переосмыслению и поиску практических способов решения проблемы энергоэффективности послужили выход отчета Римского клуба «Пределы роста» (1972 г.) [2] и первый энергетический кризис 1973 г.⁴

Суть понимания энергоэффективности: энергоэффективность в большей степени отождествляется с характеристикой технических объектов и систем в отношении преобразования или передачи энергии.

Последствия и состояние: рост цен на энергоносители; поиск альтернативных вариантов энергообеспечения и диверсификации поставок топливно-энергетических ресурсов с целью снижения издержек; зарождение возобновляемой энергетики.

¹ Соболев Р. С. Формирование энергоэффективной структуры промышленного производства как фактор долгосрочного роста российской экономики : автореф. дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05 ; ГОУ ВПО «Рос. гос. гуманитар. ун-т». М., 2011. 50 с.

² Тимонина В. И. Энергосбережение и энергоэффективность как показатели достижения энергобезопасности в стране [Электронный ресурс] // Теоретическая экономика. 2022. № 1. С. 111–119. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48179858_56335885.pdf (дата обращения: 01.11.2023). doi:10.52957/22213260_2022_1_111

³ Тупикина А. А. Развитие энергосбережения и повышения энергетической эффективности в России и за рубежом [Электронный ресурс] // Инфраструктурные отрасли экономики: проблемы и перспективы развития. 2014. № 4. С. 216–226. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiye-energosberezheniya-i-povysheniya-energeticheskoy-effektivnosti-v-rossii-i-za-rubezhom> (дата обращения: 02.02.2024) ; Мартынова С. Г., Мартынов Н. О. Основные эпохи развития энергетики [Электронный ресурс] // Евразийский Союз Ученых. 2015. № 3–4. С. 110–113. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-epohi-razvitiya-energetiki> (дата обращения: 02.02.2024).

⁴ Ефимов А. В., Косынкин Н. Е., Гладких В. О. Ретроспективный анализ развития энергетического кризиса в Европейском союзе [Электронный ресурс] // Стратегии бизнеса. 2023. № 1. С. 18–23. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/retrospektivnyy-analiz-razvitiya-energeticheskogo-krizisa-v-evropeyskom-soyuze> (дата обращения: 01.02.2024). doi:10.17747/2311-7184-2023-1-18-23 ; Макаров И. А., Чупилкин М. С. «Энергетический Перл-Харбор». Нефтяной кризис 1973 года [Электронный ресурс] // Россия в глобальной политике. 2021. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/energeticheskiy-pyorl-harbor-neftyanoy-krizis-1973-goda> (дата обращения: 01.02.2024).

2. Диверсификация источников (поставщиков и способов получения) обеспечения топливно-энергетического баланса потребителей (стран, регионов, отраслей, предприятий, домохозяйств) – с 1974 г.

Предпосылки и условия: быстрый рост потребления, объемов добычи и цен на энергоресурсы; проблемы с поставками нефти значительно повысили внимание регуляторов (правительства стран) и исследователей к вопросам количественного предела ископаемых топливно-энергетических ресурсов, влияния их добычи и потребления на изменение климата.

Краткая характеристика этапа: реформирование энергетической отрасли и изменение ее структуры в связи с необходимостью снижения стоимости топливно-энергетических ресурсов в том числе за счет расширения использования других их видов (возобновляемой и ядерной энергии) с целью диверсификации топливно-энергетического баланса, обеспечивающего сокращение влияния политико-экономических (второй энергетический кризис 1979–1980 гг.) и экологических (отражены, например, во Всемирной стратегии охраны природы 1980 г.¹) рисков.

Суть понимания энергоэффективности: снижение стоимости потребляемых топливно-энергетических ресурсов за счет диверсификации источников и минимизации рисков (логистических, геополитических, климатических, конъюнктурных и др.).

Последствия и состояние: техногенные катастрофы (ЧАЭС и др.), аргументированные факты наличия климатических угроз и усиление требований к ядерной энергетике стимулировали развитие низкоуглеродных, возобновляемых, вторичных, энергоэффективных и эколого-безопасных технологий производства и потребления энергии.

3. Энергобезопасный экономический рост – с 1987 г.

Предпосылки и условия: Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее» (1987 г.) [3], третий энергетический кризис 1990 г.²; экологические катастрофы (в Персидском заливе из-за сбросов нефти Ираком; глобальные последствия аварии на ЧАЭС и др.); ускорение научно-технического прогресса в энергетике; диспропорции развития экономики, экологии и энергетики.

Краткая характеристика этапа: поиск и внедрение механизмов удовлетворения текущих энергетических потребностей без ущерба для будущих поколений за счет снижения темпов наращивания добычи ископаемых ресурсов, применения экологичных технологий в энергетике и др.

¹ World conservation strategy : living resource conservation for sustainable development [Electronic resource] // IUCN Library System. URL: <https://portals.iucn.org/library/node/6424> (date of application: 01.11.2023).

² The First Oil War: Implications of the Gulf Crisis in the Oil Market [Electronic resource] / L. Archer [et al.] ; ed.: R. Mabro. Oxford : Oxford Institute for Energy Studies, 1990. 57 p. URL: <https://oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2010/11/SP1-TheFirstOil-WarImplicationsoftheGulfCrisisintheOilMarket-LArcheretal-1990.pdf> (date of application: 01.02.2024).

Суть понимания энергоэффективности: ключевой фактор обеспечения в кратко-, средне- и долгосрочной перспективе безопасного энергообеспечения возрастающих темпов экономического роста с целью снижения энергоемкости ВВП.

Последствия и состояние: актуализация экологической повестки («Наше общее будущее» (1987) [3], «Повестка дня на XXI век»¹ (1992), «Киотский протокол»² (1997), «Декларация тысячелетия»³ (2000), «Хартия Земли»⁴ (2000) и др.); повышение энергоэффективности на основе развития конкурентоспособных энерготехнологий, разработки специальных политик и программ регулирования, повышение доли распределенной генерации и др.

4. Энергоэффективный переход к устойчивому развитию – с 2001 г.

Предпосылки и условия: кризисы глобальной энергетической безопасности вследствие военно-политических конфликтов в добывающих регионах (2000 г., 2004–2005 и 2007–2009 гг.) и мировые экономические кризисы (2000–2003 гг., 2008 и 2020 г.) привлекли значительное внимание регуляторов и исследователей к изучению и прогнозированию параметров устойчивой (в первую очередь энергоэффективной) траектории экономического роста (стран, регионов, мира); например, широко обсуждаются и внедряются влияющие на энергосектор инструменты климатического регулирования (системы квот на выбросы, штрафы за их превышение, снижение экспорта ископаемого топлива, тарифные и нетарифные ограничения на поставки углеродоемкой продукции и пр.).

Краткая характеристика этапа: осуществляется активная деятельность по реализации мер перехода к устойчивому развитию, изменению моделей потребления и производства в целях рационального использования природной ресурсной базы в интересах социально-экономического развития, основа которых заложена Йоханнесбургской декларацией по устойчивому развитию⁵ (2002),

¹ Повестка дня на XXI век [Электронный ресурс] : [принята в г. Рио-де-Жанейро 3-14.06.1992 г.] // Организация Объединенных Наций. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21.shtml (дата обращения: 01.11.2023).

² Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата [Электронный ресурс] : [принят в г. Киото 11.12.1997 г.] // Организация Объединенных Наций. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/kyoto.shtml (дата обращения: 01.11.2023).

³ Декларация тысячелетия Организации Объединенных Наций [Электронный ресурс] : принята резолюцией 55/2 Генеральной Ассамблеи, 8 сент. 2000 г. // Организация Объединенных Наций. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/summitdecl.shtml (дата обращения: 01.11.2023).

⁴ The Earth Charter [Electronic resource] // UN Information Portal "One planet handle with care". URL: https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/earth_charter_english.pdf (date of application: 01.11.2023).

⁵ Йоханнесбургская декларация по устойчивому развитию [Электронный ресурс] : [принята в г. Йоханнесбург 26 авг. – 4 сент. 2002 г.] // Организация Объединенных Наций. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/decl_wssd.shtml (дата обращения: 01.11.2023).

резолюцией «Будущее, которого мы хотим»¹ (2012), Парижским соглашением² (2015) и др.

Суть понимания энергоэффективности: ключевое условие энергетически безопасного устойчивого развития на национальном и на глобальном уровнях.

Последствия и состояние: поддержание экономического роста через повышение энергоэффективности всех альтернативных (известных и разработка новых) источников энергии, масштабные инвестиции в энергетическую инфраструктуру, создание новых экологических мощностей, модернизацию сектора наукоемкими технологиями; при этом повышение физической и экономической доступности энергии ведет к росту ее потребления (эффект отскока³); активное развитие и внедрение энергетического менеджмента (ISO 50001⁴), цифровизация и переход от индустриальной (крупные централизованные источники энергии на ископаемом топливе с ориентацией на валовой поток энергии) к постиндустриальной фазе (децентрализованные источники с ориентацией на возобновляемые источники энергии и управление ее потоком).

Таким образом, по результатам ретроспективного анализа нами установлены: *во-первых*, значительный рост внимания к проблеме энергоэффективности после первого мирового энергетического кризиса и последующего повышения цен на ископаемые топливно-энергетические ресурсы; *во-вторых*, эволюция критериев оценки энергоэффективности в полном соответствии с причинами экономического (рост цен, эффективность разработки новых месторождений), геополитического (военные конфликты, политика государств-экспортеров и импортеров), техногенного (аварии и катастрофы на энергетических объектах), экологического (воздействие на окружающую среду), климатического (изменения климата) и социального (забота о благополучии будущих поколений) характера; *в-третьих*, вывод проблемы эффективности развития энергетического сектора на уровень общемирового значения в качестве важнейшего приоритета на всех уровнях, в отраслях и сферах человеческой деятельности.

¹ Будущее, которого мы хотим [Электронный ресурс] : принят резолюцией 66/288 Генер. Ассамблеи, 27 июля 2012 г. // Организация Объединенных Наций. URL: <https://www.un.org/ru/ga/66/docs/66res3.shtml> (дата обращения: 01.11.2023).

² Парижское климатическое соглашение [Электронный ресурс] : [заключено в г. Париже 12.12.2015 г.] // Офиц. сайт М-ва природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь. URL: https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/russian_paris_agreement.pdf (дата обращения: 01.11.2023).

³ Herring H., Roy R. Technological innovation, energy efficient design and the rebound effect [Electronic resource] // Technovation 2007. Vol. 27 (4). P. 194–203. URL: http://oro.open.ac.uk/7182/1/Herring&RoyTechnovationNov06v2.pdf?_x_tr_sch=http&_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=sc (date of application: 02.02.2024).

⁴ Хохлявин, С. А. ISO 50001 и другие стандарты – главный инструмент при реализации энергоменеджмента [Электронный ресурс] // Энергоаудит. 2011. № 1 (17). С. 42–47. URL: <https://finexcons.ru/assets/files/Energoaudit%201-2011.pdf> (дата обращения: 02.02.2024).

Представленные нами эмпирический анализ и классификация позволили выделить ученых, сформировавших современное понимание энергоэффективности в контексте актуальных экономических взглядов:

– *технократический подход* (С. Карно, с 1824 г.): введен термин «коэффициент полезного действия», ставший ключевым параметром оценки эффективности технической системы (устройства, машины) в отношении преобразования или передачи энергии [4];

– *энергетическая теория стоимости* (С. А. Подолинский, А. И. Субетто, К. В. Маркарян, с 1880 г.): указана необходимость сравнения стоимости товаров и услуг в зависимости от стоимости потребленных для их производства энергетических ресурсов, что послужило основой оценки энергетической составляющей в себестоимости продукции [5–7];

– *теория «внешних эффектов»* (А. Пигу, П. Самуэльсон, с 1920 г.): сформирован базис эколого-экономической оценки производства и использования топливно-энергетических ресурсов посредством констатации наличия внешних воздействий (в частности, побочного воздействия производственных систем в виде отрицательного влияния на окружающую среду при использовании экономических ресурсов, в том числе топливно-энергетических) [8, 9]. Это позволило ввести в научный оборот понятие «внешние эффекты» [10];

– *концепция «бережливого производства»* (Т. Оно, С. Синго, 1950-е гг.): акцентировано внимание на внедрении и развитии способов организации производства, направленных на выявление и устранение отходов, снижение затрат посредством исключения «скрытых потерь». Это послужило основой поиска методов исключения энергетических потерь [11, 12];

– *концепция «циркулярной (замкнутого цикла) экономики»* (К. Боулдинг, Д. Пирс, Р. Тернер, 1960-е – начало 1970-х гг.): сформированы основные идеи функционирования экономики замкнутого цикла¹, введен в научный оборот термин «циркулярная экономика» [13], что стимулировало развитие инициатив применения вторичных энергетических ресурсов, возобновляемых источников энергии;

– *концепция учета «воплощенной энергии»* (Б. Хэннон, с 1973 г.): заложены основы анализа полных энергозатрат продукции в течение жизненного цикла с возможностью оценки их воздействия на экологию, что позволило проводить сравнение производственных процессов и товаров друг с другом по воплощенной энергии и характеру влияния на окружающую среду [14];

– *концепция «устойчивого развития»* (Международный союз охраны природы и природных ресурсов, 1980 г.²): определена значимость перехода на ин-

¹ Boulding K. E. The Economics of the Coming Spaceship Earth [Electronic resource] // Environmental Quality in a Growing Economy: Essays from the Sixth RFF Forum / ed. H. Jarrett. Baltimore : John Hopkins University, 1966. P. 3–14. URL: <http://www.panarchy.org/boulding/spaceship.1966.html> (date of application: 01.11.2023).

² World conservation strategy : living resource conservation for sustainable development [Electronic resource] // IUCN Library System. URL: <https://portals.iucn.org/library/node/6424> (date of access: 01.11.2023).

новационный природоохранный, ресурсосберегающий тип развития экономики, достигаемый в том числе за счет рационального использования ископаемых топливно-энергетических ресурсов, и вовлечение возобновляемых источников энергии для обеспечения баланса между потребностями нынешнего и будущих поколений. Это заложило основу для дальнейшего эволюционного сдвига модели энергопотребления с целью повышения энергоэффективности;

– концепция «зеленой экономики» («зеленого роста») (Д. Пирс, А. Маркандья, Э. Барбье, 1989 г. [15]): развиты постулаты концепции «устойчивого развития» посредством ориентации в сфере производства и потребления энергии на наиболее широкое применение «зеленых» технологий в целях экологизации социально-экономических систем, сохранения и увеличения природного капитала, предотвращения утраты биоразнообразия;

– концепция «низкоуглеродного развития экономики» (декарбонизации) (Правительство Великобритании, 2003 г.¹): констатируется необходимость применения низкоуглеродных технологий, возобновляемых источников энергии с небольшим количеством выбросов парниковых газов с целью снижения углеродного следа. Это позволяет целенаправленно трансформировать секторы добычи и потребления топливно-энергетических ресурсов в сторону увеличения доли производства экологически чистой (низкоуглеродной) энергии.

Изучение временных периодов возникновения теоретических положений по вопросам энергоэффективности позволило установить следующее: *во-первых*, выявлен неравномерный, скачкообразный и в большей степени рефлексивный характер формирования концептуального базиса в вопросах энергоэффективности, ориентированного не столько на фундаментальную разработку проблемы, сколько в первую очередь на объяснение возникающих в практике хозяйствования проблем существующих моделей энергопотребления; *во-вторых*, энергоэффективность не рассматривалась в качестве основного аспекта приведенных теорий и подходов, которые содержали отдельные фрагменты соответствующих научных положений, что актуализирует необходимость формирования единого научного базиса в виде разработки теории энергоэффективности на современном этапе; *в-третьих*, импульсом к теоретическому поиску решения проблем энергопотребления стала активная индустриализация экономики, что объясняет накопительный эффект развития теоретических положений энергоэффективности до первого мирового энергетического кризиса 1973 г.

В процессе анализа эволюции практики (в первую очередь) и теории (как реакции на запросы экономического и социально-экологического развития) измерения и оценки энергоэффективности установлена значительная трансформация подходов к пониманию термина («энергоэффективность») как ключевого фактора развития различных систем. К настоящему времени актуальность ука-

¹ Our energy future – creating a low carbon economy [Electronic resource] // GOV.UK. URL: <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7c1f5940f0b645ba3c6d4f/5761.pdf> (date of application: 01.11.2023).

занного вопроса не вызывает сомнения для различных сфер (отрасли, экономика, регионы, предприятия, экология и др.). Рассмотренный выше научный задел в виде сформированных в процессе эволюционного развития теоретических подходов, концепций и отдельных теорий по изучению способов и механизмов рационального, бережного и эффективного производства и потребления энергии представляется целесообразным систематизировать по следующим основным направлениям:

- *эколого-ориентированные* (теория «внешних эффектов», концепция «циркулярной (замкнутого цикла) экономики», концепции учета «воплощенной энергии», «устойчивого развития», «зеленой экономики» («зеленого роста»), «низкоуглеродного развития экономики» (декарбонизации)), рассматривающие энергоэффективность как способ достижения экологической устойчивости путем активного вовлечения возобновляемых источников энергии и низкоуглеродных технологий в процессы энергообеспечения;

- *ресурсосберегающие* (отражают положения концепции «бережливого производства»), положения которых базируются на минимизации либо полном устранении отходов и потерь;

- *энергоэкономические* (основаны на энергетической теории стоимости), обосновывающие необходимость соизмерения стоимости товаров и услуг со стоимостью израсходованных на их производство энергетических ресурсов;

- *инженерные* (технократический подход), отражающие технические аспекты энергоэффективности.

Представленная группировка подходов базируется на определении важнейших составляемых энергоэффективности (ресурсной, инженерной, экономической, экологической), отражает наиболее актуальные аспекты проблемы энергоэффективности для современного этапа развития экономики и закладывает основы дальнейшей методической проработки критериальной системы оценки ее уровня.

Выводы

По результатам изучения происхождения и трансформации проблемы энергоэффективности под влиянием смены трендов энергообеспечения можно сделать следующие выводы.

1. Выявлено, что эволюция взглядов на проблему энергоэффективности последовательно раскрывала актуальные особенности и условия (экономические, геополитические, техногенные, экологические, климатические, социальные) развития энергетического сектора в выделенных периодах времени. Установлено, что ключевым стимулом к внедрению политики и программ по повышению энергоэффективности послужили последствия мирового энергетического кризиса 1973 г. Далее значительное влияние оказывают доказанные факты изменения климата, истощение запасов энергоресурсов и постоянное ужесточение экологических требований к энергетике.

2. Исследования показали, что энергоэффективность к настоящему времени – это сложная социо-эколого-экономическая категория, актуальная для большинства сфер деятельности человека. Выполненная систематизация теоретических подходов позволила сформировать современное понимание проблемы энергоэффективности как главного условия энергетически безопасного устойчивого развития многоуровневых экономических систем.

3. Указано, что к настоящему времени сформированы четыре основных направления теоретических исследований изучения способов и механизмов рационального, бережного и эффективного производства и потребления энергии (*эколого-ориентированные, ресурсосберегающие, энергоэкономические, инженерные*), отражающие наиболее актуальные аспекты проблемы энергоэффективности на современном этапе и составляющие основу для выработки системы критериев оценки ее уровня.

Таким образом, дальнейшее совершенствование и развитие сформированного научного базиса предполагает уточнение как положений общей теории энергоэффективности, так и специфики предметных областей ее применения, отражающих достижения технических, экономических, экологических и социальных теорий и концепций с целью синтеза передовых результатов различных областей знаний в условиях смены парадигмы добычи и потребления топливно-энергетических ресурсов.

Список использованных источников

1. Цилибина, В. М. Энергоэффективность экономики: методология и практика / В. М. Цилибина ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики. – Минск : Беларуская навука, 2021. – 215 с.
2. Пределы роста / Д. Медоуз [и др.] / пер. с англ. ; предисл. Г. А. Ягодина. – М. : Изд-во МГУ, 1991. – 208 с.
3. Наше общее будущее : Докл. Междунар. комис. по окружающей среде и развитию (МКОСР) : пер. с англ. ; под ред. С. А. Евтеева, Р. А. Перелета ; [предисл. Г. Харлем Брундтланд]. – М. : Прогресс, 1989. – 371 с.
4. Карно, С. Классики естествознания : Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу / С. Карно ; под ред. В. Р. Бурсиана, Ю. А. Круткова. – М. ; Л. : Гос. изд-во, 1923. – 78 с.
5. Подолинский, С. А. Труд человека и его отношение к распределению энергии / С. А. Подолинский. – 2-е изд. – М. : Белые Альвы, 2005. – 160 с.
6. Субетто, А. И. Энергетический взгляд на теоретические основания экономической науки (теоретический этюд) / А. И. Субетто // Вестник Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова. Сер. Экономические науки: Проблемы новой политической экономии. – 2004. – № 3. – С. 37–43.
7. Маркарян, К. В. Закон сохранения капитала / К. В. Маркарян. – М. : УРСС, 2004. – 29 с.
8. Пигу, А. Экономическая теория благосостояния : в 2 т. / А. Пигу. – М. : Прогресс, 1985. – Т. 1. – 512 с.
9. Пигу, А. Экономическая теория благосостояния : в 2 т. / А. Пигу. – М. : Прогресс, 1985. – Т. 2. – 456 с.
10. Samuelson, P. A. Economics, an Introductory Analysis / P. A. Samuelson. – New York : McGraw-Hill Book Company, 1948. – 622 p.
11. Оно, Т. Производственная система Тойоты : уходя от массового производства / Т. Оно. – 4-е изд. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2012. – 194 с.

12. Синго, С. Изучение производственной системы Тойоты с точки зрения организации производства / С. Синго ; под ред. В. Болтрукевича. – 2-е. изд., перераб. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2010. – 312 с.
13. Pearce, D.W. Economics of Natural Resources and the Environment / D. W. Pearce, R. K. Turner. – London : Harvester Wheatsheaf, 1990. – 378 p.
14. Hannon, B. The structure of ecosystems / B. Hannon // Journal of Theoretical Biology. – 1973. – Vol. 41. – P. 535–546.
15. Pearce, D. Blueprint for a Green economy / D. Pearce, A. Markandya, E. Barbier. – London : Earthscan Publications Ltd., 1989. – 192 p.

Поступила 28.02.2024

THE GENESIS OF ENERGY EFFICIENCY:
CHANGING TRENDS IN ENERGY SUPPLY
AND THE FORMATION OF A CONCEPTUAL FRAMEWORK

A. V. Pilipuk

pilipuk@list.ru

Doctor of Economics, Professor,

Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus

Director of the Republican Scientific Unitary Enterprise

"Institute of System Researches in the Agroindustrial Complex
of the National Academy of Sciences of Belarus"

Minsk, Republic of Belarus

H. A. Rudchanka

Candidate of Sciences in Economics, Associate Professor

Doctoral student of the Republican Scientific Unitary Enterprise

"Institute of System Research in the Agroindustrial Complex
of the National Academy of Sciences of Belarus"

Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The study of the evolution of views on the problem of energy efficiency in historical retrospect is carried out, the periodization of stages is justified, prerequisites and conditions are highlighted, key characteristics and the essence of understanding the category in the context of periods are presented. The basic theories that have formed the basis for modern research in this scientific field are identified, grouped by key aspects of energy efficiency (resource, engineering, economic, environmental). The presented provisions allow us to trace the origin, development and transformation of the problem of rational, careful and efficient energy production and consumption under the influence of changing global trends in energy supply and lay the foundation for the formation of a scientific basis for the development of the theory of energy efficiency.

Keywords: fuel and energy resources, energy consumption, rational energy consumption, energy efficiency.