

Галина РУДЧЕНКО

*Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого,
Гомель, Республика Беларусь,
e-mail: rudchenko_g_a@gstu.by*

УДК 338.439:658.26

<https://doi.org/10.29235/1818-9806-2026-4-47-57>

Организационно-экономический механизм достижения энергоэффективности производства продовольствия в Республике Беларусь

Предложенный механизм отражает интеграцию многокомпонентного состава модуля агропродовольственной системы и модулей ее внешнего окружения. Детализированы составляющие указанных модулей, конкретизированы инструменты их взаимодействия для обеспечения системной целостности, а также представлена 4-уровневая модель пирамиды энергоэффективности, учитывающая эффект отскока от удешевления и расширения доступности энергоресурсов. Структурная организация разработанного механизма позволяет минимизировать риски роста энергопотребления, повышать продовольственную независимость агросектора и в конечном итоге поддерживать энергоэффективность на целевом уровне.

Ключевые слова: энергоэффективность производства продовольствия, пирамида энергоэффективности, эффект отскока, агропродовольственная система, организационно-экономический механизм достижения энергоэффективности, модель энергоэффективности.

Halina RUDCHANKA

*Sukhoi State Technical University of Gomel,
Gomel, Republic of Belarus,
e-mail: rudchenko_g_a@gstu.by*

Organizational and economic mechanism for achieving energy efficiency in food production in the Republic of Belarus

The proposed mechanism reflects the integration of the multi-component structure of the agri-food system module and its external environment. The components of these modules are detailed, the tools for their interaction to ensure systemic integrity are specified, and a four-tier energy efficiency pyramid model is presented, taking into account the rebound effect from lower prices and increased availability of energy resources. The structural organization of the developed mechanism minimizes the risks of increased energy consumption, increases food security for the agricultural sector, and ultimately maintains energy efficiency at target levels.

Keywords: energy efficiency of food production, energy efficiency pyramid, rebound effect, agri-food system, organizational and economic mechanism for achieving energy efficiency, energy efficiency model.

Введение

Достижение результативного, высококонкурентного, устойчивого и экологически сбалансированного производства сельскохозяйственной продукции, сырья и готового продовольствия определяется степенью научной обоснованности принимаемых стратегических решений и мероприятий по повышению энергетической эффективности в агропродовольственной системе. Ключевым фактором успешной реализации данных мероприятий является формирование комплексного организационно-экономического механизма, обеспечивающего системную координацию, сопровождение и методологию энергоэффективных инициатив с учетом динамического изменения внешних условий и технологического уровня производства пищевой продукции.

В данном контексте представленная нами разработка способствует достижению энергоэффективности производства продовольствия, выступая базисом для интеграции научно-технических и управленческих решений по оптимизации использования энергетических ресурсов и повышению устойчивости функционирования АПК.

Материалы и методы

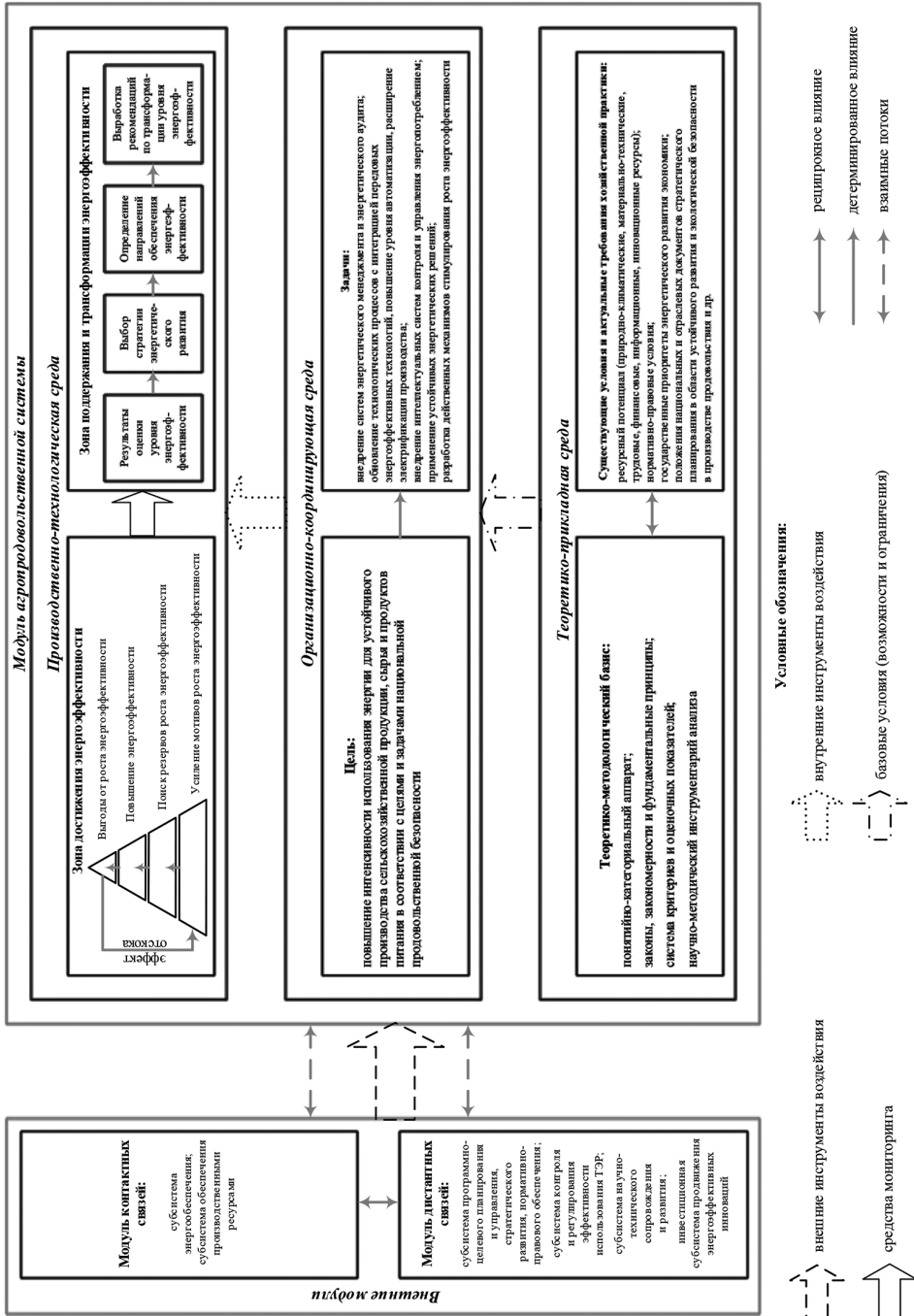
Теоретико-методологическая база исследования сформирована на основе трудов отечественных и зарубежных ученых по проблемам повышения энергоэффективности агропромышленного производства. Применены общие методы научного исследования: анализ, синтез, моделирование, абстрагирование, индукция, дедукция.

Основная часть

В ходе моделирования организационно-экономического механизма достижения энергоэффективности производства продовольствия нами были выделены ключевые структурно-функциональные компоненты: собственно модуль агропродовольственной системы и внешние по отношению к нему модули контактных и дистантных связей (см. рисунок). Состав данных модулей, их назначение, а также идентификация основных субъектов и детерминант роста энергоэффективности производства продовольствия ранее нами формализованы и представлены в работе [1].

Модуль контактных связей интегрирует подсистемы, отвечающие за обеспечение энергетическими и материально-техническими ресурсами, которые создают критически важные инфраструктурные условия для организации процессов производства в агропродовольственной сфере.

Модуль дистантных связей консолидирует совокупность подсистем, направленных на формирование стратегических ориентиров развития, реализацию программно-целевого управления и мониторинга, а также создание финансовых



Организационно-экономический механизм достижения энергоэффективности производства продовольствия (выполнен по результатам собственных исследований)

механизмов и укрепление научного потенциала в целях роста энергоэффективности в сфере производства сельскохозяйственной продукции, сырья и готового продовольствия. Анализ субъектной структуры указанного модуля позволяет констатировать доминирование государственно-директивной модели управления процессами энергосбережения и рационального энергопользования. В данном контексте повышение энергоэффективности в национальной агропродовольственной сфере реализуется через инструменты стратегического планирования и нормативно-правового регулирования со стороны профильных органов координации и управления на государственном, региональном и отраслевом уровнях [2, с. 7–8]. Ключевыми субъектами данной системы выступают высшие органы исполнительной власти (Совет Министров, Министерство энергетики, Министерство экономики), специализированные структуры (Государственный комитет по стандартизации, в том числе Департамент по энергоэффективности), отраслевые регуляторы (Министерство сельского хозяйства и продовольствия, концерн «Белгоспищепром»), а также функциональные ведомства (Министерство антимонопольного регулирования и торговли, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды). Научно-инновационный базис обеспечивает Национальная академия наук Беларуси.

Взаимодействие между модулем агропродовольственной системы и внешними реализуется посредством многокомпонентных связей экономического, контрольно-распорядительного, управленческо-правового и научного характера, а также через формирование и координацию организованных потоков материальных, финансовых, информационных ресурсов и услуг, обеспечивающих непрерывное и согласованное функционирование элементов разработанного механизма достижения энергоэффективности производства продовольствия.

Повышение энергоэффективности при этом происходит при помощи комплексного применения внешних регуляторных и инновационно-управленческих инструментов воздействия, направленных на оптимизацию энергетических затрат, совершенствование производственных процессов, а также на обеспечение устойчивого развития агропродовольственной цепочки [1, с. 79–80].

Ведущими компонентами данного инструментария в условиях Республики Беларусь выступают:

экономические рычаги и стимулы (налоговые льготы, субсидии, дотации, льготное кредитование, тарифы и др.) [3–7];

нормативные правовые акты и административно-правовые нормы, а также механизмы контроля за соблюдением требований в сфере энергосбережения (включая стандартизацию, квотирование, экологические нормативы) [4, 8–11];

установленные директивные и расчетные показатели энергосбережения и энергоэффективности с учетом специфики агропроизводственных процессов [2, с. 70–71; 5];

целевые показатели устойчивого развития и эффективности энергоиспользования, отражающие взаимодействие экономических, экологических и социальных эффектов [2, 5, 12, 13].

Применение такого системного подхода способствует комплексному регулированию энергетических параметров, оптимизации затрат и реализации адаптивных мер, направленных на устойчивое развитие и повышение конкурентоспособности производства продовольственных товаров в рамках организационно-экономического механизма.

Модуль агропродовольственной системы представлен как совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых структурно-функциональных элементов, включающих теоретико-прикладную, организационно-координирующую и производственно-технологическую среду.

Такая структурная организация создает условия для достижения синергии, обеспечивающей оптимизацию и повышение энергетической эффективности агропродовольственного производства посредством интеграции научно-методологических подходов, управленческих механизмов и технологических инноваций.

В рамках теоретико-прикладной среды разработанного организационно-экономического механизма достижения энергоэффективности производства продовольствия выделены следующие основные компоненты:

теоретико-методологический базис, охватывающий понятийно-категориальный аппарат, законы, закономерности и фундаментальные принципы энергоэффективного производства продовольствия, а также комплексную систему критериев и показателей для оценки уровня энергоэффективности [13, 14]. Кроме того, данный элемент включает необходимый для этого научно-методический инструментарий;

актуальные условия и требования хозяйственной практики, которые учитывают ресурсный потенциал (природно-климатические, материально-технические, трудовые, финансовые, информационные и инновационные ресурсы). Также важную роль играют нормативно-правовые рамки, приоритеты государственной энергетической политики, положения стратегических документов, направленных на устойчивое развитие и обеспечение экологической безопасности в сфере производства продовольствия.

Предложенный подход способствует целостности понимания и системности управления процессами повышения энергоэффективности в агропродовольственном секторе за счет комплексного учета как теоретических основ, так и практических условий и требований.

Элементы теоретико-прикладной среды формируют исходные предпосылки, а также определяют возможности и ограничения, которые выступают в качестве фундаментальных условий для реализации энергоэффективного производства продовольствия. Они создают научную базу для разработки и внедрения механизмов, направленных на рациональное использование энергетических ресурсов, снижение энергоемкости технологических процессов и обеспечение устойчивого развития АПК. При этом на практике устанавливается баланс между экономическими, экологическими и социальными целями, что является ключевым аспектом современного агропромышленного производства.

В рамках организационно-координирующей среды конкретизируются цель и задачи организационно-экономического механизма достижения энергоэффективности выпуска продовольствия. Ключевой целью является повышение интенсивности использования энергии для устойчивого производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продуктов питания в соответствии с постулатами национальной продовольственной безопасности. Достижение этой цели предопределяет постановку и решение следующего круга задач:

- внедрение систем энергетического менеджмента и энергетического аудита;
- обновление производственных процессов с интеграцией передовых энергоэффективных технологий, повышение уровня автоматизации, расширение электрификации;

- использование интеллектуальных систем контроля энергопотребления и управления им;

- применение устойчивых энергетических решений, основанных на использовании возобновляемых и вторичных ресурсов;

- разработка и внедрение действенных механизмов поощрения за достигнутые результаты по повышению энергоэффективности производства и др.

Исходя из сформулированных целей и задач формируется комплекс внутрисистемных инструментов воздействия, включающий:

- технические средства, такие как энергоэффективное оборудование, оснащенное современными системами контроля и управления; автоматизированные системы мониторинга и управления в режиме реального времени; цифровые двойники энергетических процессов и другие инновационные решения, способствующие оптимизации энергопотребления;

- технологические инструменты: комплекс инновационных методов и процедур, направленных на оптимизацию энергетических затрат на всех этапах производственного цикла: нетепловые варианты обработки продуктов (воздействие высоким давлением, импульсное электрическое поле, мембранная фильтрация, ультрафиолетовое облучение), способы умеренного нагрева (СВЧ-, омический нагрев), а также применение инновационных упаковочных материалов (биопластик, переработанный мицелий грибов, биodeградируемые интерактивные материалы) и передовых методов хранения (ультранизкотемпературные процессы);

- управленческие меры, охватывающие системы энергетического менеджмента и аудита, программы повышения энергоэффективности и энергосбережения, а также материальные стимулы и механизмы поощрения за достижение заданных показателей рационального и эффективного использования ТЭР.

Указанные инструменты ориентированы на оптимизацию энергетико-ресурсных затрат, повышение технико-экономической эффективности технологических процессов, а также устойчивое развитие агропродовольственной цепочки.

В составе производственно-технологической среды нами выделены две взаимосвязанные зоны: достижения энергоэффективности выпуска продовольст-

вия и ее поддержания с последующей трансформацией. В первой представлена разработанная нами иерархическая структура – пирамида достижения энергоэффективности производства продовольствия, состоящая из четырех уровней:

- 1) формирование и усиление мотивации для достижения энергоэффективности на всех эшелонах управления и производства;
- 2) выявление и использование резервов и источников повышения энергоэффективности в рабочих процессах агропродовольственной системы;
- 3) непосредственное повышение энергетической эффективности посредством оптимизации технологий и внедрения инновационных решений;
- 4) (высший) получение экономических, экологических и социальных выгод благодаря реализации мероприятий по энергосбережению и рациональному использованию энергии.

Особое значение имеет учет эффекта отскока, который может нивелировать достигнутые положительные результаты за счет повторного увеличения энергопотребления при снижении стоимости и повышении доступности ТЭР. Это требует системного и комплексного подхода к управлению энергоресурсами, а также постоянного мониторинга эффективности реализуемых мер [15, с. 82]. В качестве инструментов последнего, обеспечивающих интеграцию между зонами достижения энергоэффективности, ее поддержки и трансформации, а также способствующих выявлению закономерностей и тенденций, необходимых для прогнозирования ключевых направлений развития и функционирования АПК, применяются следующие аналитические методы:

- комплекс показателей энергоэффективности производства [16, 17];
- авторская методика оценки ее уровня с применением интегрального SRBP-индекса [14] и др.

Реализация данных инструментов обеспечивает научно обоснованную базу для принятия управленческих решений, направленных на предупреждение возникновения негативных сценариев функционирования агропродовольственной системы.

В рамках зоны поддержания и последующей трансформации энергоэффективности производства продовольственной продукции, структурированной как цепь взаимосвязанных элементов, осуществляется комплексная оценка уровня энергоэффективности. Она базируется на применении интегральных методик и ключевых показателей энергопотребления и энергоемкости. Результаты оценки служат основанием для формирования стратегий энергетического развития (представлены нами ранее [18]): стабилизационной, поддерживающей, редуцирующей и трансформационной. Каждая из них отражает различные аспекты энергоэффективного производства продовольствия, способствуя всестороннему и сбалансированному планированию энергетического развития, отвечающему вызовам устойчивости, адаптивности, эффективности и инновационности.

Предложенные стратегии ориентированы на конкретные направления обеспечения и повышения энергоэффективности в производстве продовольственной

продукции, что позволяет адаптировать управленческие меры к современному состоянию отрасли и ее долгосрочным целям. Такой дифференцированный подход предопределяет системность управления энергетическими ресурсами и способствует стабильному развитию агропродовольственного сектора.

Идентификация путей повышения энергоэффективности производства продовольствия посредством системного анализа ее текущего уровня, выявления критических параметров и ограничений закладывает фундамент для выработки методологически обоснованных рекомендаций, направленных на реализацию трансформационных мероприятий по оптимизации использования энергетических ресурсов и внедрению инновационных технологических и управленческих решений. В долгосрочной перспективе они обеспечат повышение ключевых показателей энергетической производительности и устойчивое функционирование производства.

Научная новизна разработки заключается в системном и комплексном представлении процесса достижения энергоэффективности производства продовольствия, что позволило:

установить компонентный состав, включающий многоэлементные модули (агропродовольственной системы и внешние), взаимосвязанные и взаимодействующие посредством формируемых двунаправленных потоков и применения внешних инструментов воздействия;

выделить структурно-функциональные элементы предложенных модулей: для внешних – модули контактных и дистантных связей; для модуля агропродовольственной системы – теоретико-прикладная, организационно-координирующая и производственно-технологическая среда. Выполнено формирование состава рассматриваемых элементов и выявлены их взаимосвязи: в модулях контактных и дистантных связей – через встречные потоки, в модуле агропродовольственной системы – посредством базовых условий и внутренних системных инструментов воздействия;

сформировать структурный состав элементов модуля агропродовольственной системы: теоретико-прикладная среда включает теоретико-методологический базис, актуальные условия и требования хозяйственной практики; организационно-координирующая – характеризуется целью и основными задачами; производственно-технологическая – охватывает зону достижения энергоэффективности, а также ее поддержания и совершенствования;

разработать пирамиду достижения энергоэффективности производства продовольствия, включающую четыре уровня (усиление мотивации к росту энергоэффективности, поиск резервов и источников для него, непосредственно повышение энергоэффективности, получение выгод от роста). Предложенная иерархическая структура учитывает эффект отскока, который может нивелировать положительные результаты путем повторного увеличения энергопотребления вследствие снижения стоимости и повышения доступности ТЭР.

Таким образом, реализация на практике разработанного организационно-экономического механизма будет способствовать:

рациональному распределению энергоресурсов и эффективному управлению ими в агропродовольственных цепочках;

созданию предпосылок для внедрения инноваций и повышения уровня технологичности производства;

обеспечению адаптивности производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продуктов питания к изменяющимся внешним условиям;

поддержанию устойчивого развития агропродовольственного сектора.

Данный механизм выступает мощным инструментом повышения энергоэффективности, экономической и экологической безопасности, что имеет существенное практическое значение для развития аграрного сектора и обеспечения продовольственной независимости страны.

Заключение

В процессе поиска научно-методических решений, направленных на повышение энергоэффективности функционирования агропродовольственной системы, нами впервые предложен организационно-экономический механизм ее достижения, в котором:

установлен многокомпонентный состав, включающий взаимосвязанные модули агропродовольственной системы и его внешнего окружения, функционирующие через встречные потоки и инструменты воздействия;

выделены и детально структурированы элементы предложенных модулей (для модуля агропродовольственной системы – теоретико-прикладная, организационно-координирующая и производственно-технологическая среда, для внешних – модуль контактных и дистантных связей), установлен состав их элементов и выявлены механизмы взаимодействия, обеспечивающие системную целостность;

разработан структурный состав элементов модуля агропродовольственной системы, учитывающий теоретико-методологическую основу, актуальные условия практики, цели и задачи управления, а также зону достижения и поддержания энергоэффективности;

предложена модель пирамиды достижения энергоэффективности, которая интегрирует последовательные уровни развития и учитывает эффект отскока, нейтрализующий положительные достижения за счет роста энергопотребления на фоне удешевления и расширения доступности ТЭР.

Предложенная структурная организация дает возможность для более точного прогнозирования и энергоменеджмента в агропродовольственной системе, обеспечивает целостное функционирование механизма ее достижения за счет синергетического взаимодействия научно-методологических подходов, управленческих процессов и технологических операций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рудченко, Г. А. Сетевая модель системы энергоэффективного производства продовольствия в Республике Беларусь / Г. А. Рудченко // Новая экономика. – 2025. – № 2. – С. 73–80. – URL: https://neweconomics.by/attachments/neweconomics_2025_2.pdf (дата обращения: 21.01.2026).
2. Рудченко, Г. А. Совершенствование системы энергосбережения предприятий АПК на основе использования экономического инструментария / Г. А. Рудченко; под науч. ред. М. И. Запольского. – Мн.: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2020. – 134 с.
3. Казакевич, И. А. Льготное кредитование как мера государственной поддержки АПК Беларуси в рамках ЕАЭС и ВТО / И. А. Казакевич // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2017. – № 2. – С. 36–47. – URL: <https://vestiagr.belnauka.by/jour/article/view/250/250> (дата обращения: 04.02.2026).
4. Об энергосбережении: Закон Респ. Беларусь от 8 янв. 2015 г. № 239-З // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=H11500239> (дата обращения: 02.12.2025).
5. О Государственной программе «Устойчивая энергетика и энергоэффективность» на 2026–2030 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 31 дек. 2025 г. № 819 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22500819> (дата обращения: 02.02.2026).
6. О Государственной программе «АПК будущего» на 2026–2030 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 31 дек. 2025 г. № 814 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22500814> (дата обращения: 02.02.2026).
7. Налоговый кодекс Республики Беларусь (Особенная часть): 29 дек. 2009 г. № 71-З: принят Палатой представителей 11 дек. 2009 г.; одобр. Советом Респ. 18 дек. 2009 г.; в ред. Закона Респ. Беларусь от 30 дек. 2025 г. № 127-З // ЭТАЛОН: информ.-поисковая система (дата обращения: 02.02.2026).
8. Об утверждении положений по вопросам энергосбережения, внесении изменений и дополнений в постановления Совета Министров Республики Беларусь от 31 июля 2006 г. № 981 и от 17 февраля 2012 г. № 156 и признании утратившими силу постановлений Совета Министров Республики Беларусь и структурных элементов постановлений Совета Министров Республики Беларусь: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 18 марта 2016 г. № 216 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21600216> (дата обращения: 02.02.2026).
9. Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 18 марта 2016 г. № 216: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 22 дек. 2022 г. № 900 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22200900> (дата обращения: 02.02.2026).
10. Концепция проекта Экологического кодекса Республики Беларусь // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. – URL: <https://www.minpriroda.gov.by/uploads/files/Kontseptsiya-EK-28.08.2023-na-obsch.-obszhd.pdf> (дата обращения: 02.02.2026).
11. Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению: ГОСТ ISO 50001-2021. – Взамен СТБ ISO 50001-2013; введ. 01.06.2021. – Мн.: Госстандарт: Бел. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2021. – 38 с.
12. Платформа региональных данных по устойчивому развитию // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – URL: <https://sdgregions.belstat.gov.by/?regionId=all> (дата обращения: 02.02.2026).
13. Рудченко, Г. Энергоэффективное производство продовольствия: теоретико-методологический базис / Г. Рудченко // Аграрная экономика. – 2026. – № 2. – С. 33–45. <https://doi.org/10.29235/1818-9806-2026-2-33-45>.

14. Рудченко, Г. Интегральная оценка уровня энергоэффективности производства продовольствия на основании применения многокритериального композитного индекса / Г. Рудченко // Аграрная экономика. – 2025. – № 8. – С. 21–38. <https://doi.org/10.29235/1818-9806-2025-8-21-38>.

15. 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 НАН Беларуси. – 2024. – Вып. 9. – С. 77–87. <https://doi.org/10.47612/2789-5122-2024-9-77-87>.

16. Семенов, А. В. Повышение энергетической эффективности производства сельскохозяйственной продукции: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Семенов Александр Владимирович; Рос. гос. аграр. заоч. ун-т. – М., 2013. – 23 с.

17. Воронкова, Е. А. Управление энергоэффективностью в растениеводстве (на примере Оренбургской области): автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Воронкова Екатерина Александровна; Саратов. гос. аграр. ун-т им. Н. И. Вавилова. – Саратов, 2011. – 25 с.

18. Рудченко, Г. А. Состояние энергопотребления и стратегии энергетического развития в производстве продовольствия Республики Беларусь / Г. А. Рудченко // Экономика и банки. – 2024. – № 1. – С. 84–93. – URL: <https://ojs.poleessu.by/EB/article/view/1889/1580> (дата обращения: 21.01.2026).

Поступила в редакцию 02.03.2026

Сведения об авторе

Рудченко Галина Анатольевна – доцент кафедры промышленной теплоэнергетики и экологии, кандидат экономических наук, доцент

Information about the author

Rudchanka Halina Anatolievna – Associate Professor of the Department of Industrial Heat Power Engineering and Ecology, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor