

Галина РУДЧЕНКО

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

УДК 338.439:658.26

<https://doi.org/10.29235/1818-9806-2023-7-20-33>

## **Методические аспекты оценки энергоэффективности в агропромышленном производстве**

Систематизированы методические подходы к оценке энергоэффективности в агропромышленном производстве, определены их достоинства и недостатки, идентифицированы общие черты и отличительные особенности. В зависимости от целевого назначения установлены основные критерии и оценочные показатели, применяемые для анализа энергоэффективности в агропромышленном производстве.

*Ключевые слова:* оценка энергоэффективности, энергоэффективность агропромышленного производства, критерии энергоэффективности, показатели энергоэффективности.

Halina RUDCHANKA

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

## **Methodological aspects of energy efficiency assessment in agroindustrial production**

The article systematizes the existing methodological approaches to assessing energy efficiency in agroindustrial production, identifies their advantages and disadvantages, identifies common features and distinctive features. Depending on the intended purpose, the main criteria and evaluation indicators used to analyze energy efficiency in agroindustrial production are established.

*Keywords:* energy efficiency assessment, energy efficiency of agroindustrial production, energy efficiency criteria, energy efficiency indicators.

### **Введение**

В современном формате динамично изменяющейся ситуации в мировой и национальной экономике усиливается значимость решения проблемы рационального импортозамещения, укрепления продовольственной безопасности, в том числе за счет оптимизации использования экономических ресурсов, в частности топливно-энергетических. Этап активизации интеграционных процессов в рамках Союзного государства, направленных на выравнивание условий деятельности хозяйствующих субъектов в разных областях экономики, создание единых энергетических рынков, формирование общей сельскохозяйственной политики

© Рудченко Г., 2023

требуют применения адекватных моделей и механизмов снижения энергоемкости и повышения энергоэффективности субъектов хозяйствования национально-агропромышленного комплекса. В данной ситуации разработка научно обоснованных методов оценки энергоэффективности в агропромышленном производстве является критерием достоверного определения достигнутого уровня и выявления резервов роста экономической и энергетической эффективности его функционирования.

Актуальность темы исследования подтверждается положениями Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2035 года, Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы, Государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы, Государственной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы и др.

### Материалы и методы

Теоретико-методологической основой для исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых по оценке энергоэффективности в аграрном секторе экономики. Применялись следующие методы: абстрактно-логический, системного и сравнительного анализа.

### Основная часть

Изучение научной литературы показало, что большинство ученых понимают под энергетической эффективностью характеристику, отражающую отношение полученного эффекта от использования топливно-энергетических ресурсов к их затратам, произведенным в целях получения такого эффекта. Вместе с тем, как показало исследование, имеют место различные подходы к оценке энергетической эффективности, определяемые целью анализа и специфическими особенностями изучаемого объекта.

Вопросам оценки энергоэффективности в аграрном секторе экономики посвящены труды таких ученых, как В. Г. Гусаков, Л. С. Герасимович [50], А. В. Горбатовский, О. Н. Горбатовская, М. В. Тимошенко [16], С. В. Макрак [33], Л. Н. Андреев [5], В. М. Базилевич [7], Е. А. Воронкова [13], В. Н. Дашков [18], О. А. Казаков [24], В. С. Карабута [25], В. И. Кравчук [30], В. Б. Ловкис, В. А. Колос [32], А. С. Миндрин [37], Н. П. Мишуков [38], Е. Е. Можаяев, Е. Н. Закабунина, Н. А. Хаустова [39], К. Ю. Ран, Х. Чжоу [53], А. В. Семёнов [44], М. А. Степанов [46], Х. Ли, Л. Ло, С. Чжан, Ц. Чжан [51], Е. В. Чумаков [49], С. Юань, С. Пэн [54], В. Ю. Ю, Ю. Б. Ци, Ю. М. Ли [55] и др.

Научные разработки включают:

комплекс методических подходов к оценке энергоэффективности на уровне технологических процессов производства, некоторых видов агропродовольственной продукции, сельского хозяйства и агропромышленного комплекса в целом;

механизмы управления энергоэффективностью хозяйствующих субъектов (организационный, экономический и др.);

систему экономических рычагов и стимулов повышения энергоэффективности и пр.

Однако современный уровень изучения вопросов, связанных с методическим обеспечением оценки энергоэффективности в аграрном секторе, оставляет без внимания ряд аспектов, несмотря на наличие значительного количества исследований, посвященных указанной проблеме. Установлено, что недостаточно разработан комплексный методический подход к решению данной задачи. Требуется подготовка методического инструментария комплексной оценки уровня энергоэффективности производства продовольствия, позволяющего учесть границы указанной сферы и особенности применяемых технологий.

Для целей нашего исследования мы систематизировали методические подходы к оценке энергоэффективности в аграрном секторе и предложили их авторскую классификацию (табл. 1). В основу классификации положено функциональное назначение применяемых показателей и способы их измерения (единицы энергии (мощности), натуральные, стоимостные и пр.).

Предложенная нами классификация подходов к оценке энергоэффективности в аграрном секторе позволяет: во-первых, отразить многоаспектность проблемы и многовариантность способов; во-вторых, наиболее полно представить набор подходов; в-третьих, систематизировать подходы по выделенным группам; в-четвертых, выполнить выбор наиболее приемлемого подхода с позиций его функционального назначения (цели анализа). Вышеперечисленные подходы дополняют друг друга и в совокупности позволяют всесторонне проанализировать энергоэффективность в аграрном секторе экономики.

Практическая реализация подходов к оценке энергоэффективности осуществляется на всех иерархических уровнях управления национальной экономикой. В данном контексте нам представляется целесообразным выделить международный, национальный, региональный (областной), отраслевой, уровень хозяйствующего субъекта, продукции, технологического процесса, технического объекта (системы). В исследовании установлена применимость существующих подходов к оценке энергоэффективности аграрного производства за исключением уровня технического объекта (системы), в рамках которого может использоваться только технократический подход.

На основе изучения научных трудов таких авторов, как В. А. Колос, Ю. Н. Сапьян, Е. Н. Кабакова [27], С. В. Макрак [33], К. Ю. Ран, Х. Чжоу [53], Д. А. Тихомиров [48], Х. Ли, Л. Ло, С. Чжан, Ц. Чжан [51], С. Юань, С. Пэн [54], В. Ю. Ю, Ю. Б. Ци, Ю. М. Ли [55], Б. Парис, Ф. Вандору, А. Т. Балафутис, К. Вайопулос, Дж. Кириакаракос, Д. Манолакос, Дж. Пападакис [52], а также собственного анализа нами определены общие черты и отличия применяемых в настоящее время подходов к оценке энергоэффективности в аграрном секторе (табл. 2).

Т а б л и ц а 1. Методические подходы к оценке энергоэффективности в аграрном секторе

| Сущность подхода  | Преимущества  | Недостатки   |
|---|---|--|
| <i>Технократический подход</i>  |   |  |
| <p>П. А. Амельченко, Д. А. Дубовик [4], Г. А. Белозеров, Н. М. Медникова [8], Р. Р. Гимазетдинов [14], Е. Д. Година, А. П. Уханов, А. Ковачев [15], Ю. Г. Горшков, С. В. Золотых, С. В. Щиголов [17], И. Ю. Долгов [19], А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов [21], В. С. Карабута [25], В. Н. Карлов [26], Ю. В. Родионов [28], Б. П. Коршунов [29], А. В. Линенко, М. Ф. Туктаров, В. Г. Байназаров [31], Ц. Я. Мэй, О. П. Иванов [40], Е. Н. Соснина, Д. А. Филатов [45], Д. С. Стребков, Е. Д. Сорокодум [47], М. Г. Шляпников [23] и др.</p> <p>Характеристика эффективности технической системы (устройства, машины) в отношении преобразования или передачи энергии</p>  | <p>Расчеты показателей весьма просты и понятны</p>  | <p>Узкая область применения (для отдельных технических объектов и систем)</p>                        |
| <i>Биоэнергетический подход</i>   |   |  |
| <p>Л. Н. Андреев [5], Е. И. Базаров [36], О. Г. Бурдо, С. Г. Терзиев, Ю. О. Левтринская [11], Е. А. Воронкова [13], А. В. Горбатовский, О. Н. Горбатовская, М. В. Тимошенко [16], В. Н. Дашков [18], А. С. Евстропов [20], В. И. Кравчук, М. М. Луценко [30], В. Б. Ловкис, В. А. Колос [32], Р. В. Мельников, И. И. Берестов [35], А. С. Миндрин [37], Н. П. Мишуков [38], Ю. Ф. Новиков [10], Н. В. Самойлова [43], М. А. Степанов [46], Ф. Сибатагулин [9], Б. Парис, Ф. Вандору, А. Т. Балафутис, К. Вайопулос, Дж. Кириакаракос, Д. Манолакис, Дж. Пападакис [52] и др.</p> <p>Оценка строится на сопоставлении энергосодержания готовой продукции и энергетических эквивалентов заграничных производителей ресурсов</p> | <p>Позволяет всеобъемлюще оценить затраты энергии на производство продукции в аграрном секторе и сопоставить с энергосодержанием продукции</p>  | <p>Оценка энергетических эквивалентов производителей ресурсов и готовой продукции затруднительна</p> |
| <i>Био-эколого-энергетический подход</i>  |   |  |
| <p>С. Юань, С. Пэн [54], Х. Ли, Л. Ло, С. Чжан, Ц. Чжан [51], В. Ю. Ю. Б. Ци, Ю. М. Ли [55], К. Ю. Ран, Х. Чжоу [53] и др.</p> <p>Развивает биоэнергетический подход посредством включения в измерительную систему экологических показателей</p>  | <p>Дает возможность получить информацию об экологических последствиях при производстве агропродовольственной продукции в единой системе измерительных показателей, позволяет проводить мониторинг процессов, ведущих к экологизации</p> | <p>Усложнение расчетов оценкой экологических показателей в энергетическом эквиваленте</p>            |

Окончание табл. 1

| Сущность подхода  | Преимущества  | Недостатки   |
|---|---|--|
| <i>Энергоэкономический подход</i>   |   |  |
| Н. Д. Аварский, В. В. Таран, А. В. Алпатов [1], А. И. Алтухов, М. Н. Дудин, А. Н. Анищенко [3], В. И. Буць [12], Е. А. Воронкова [13], В. Г. Гусаков, Л. С. Герасимович [50], В. Н. Дашков [18], Л. О. Жигальская [22], О. А. Казаков [24], С. В. Макрак [33], Е. К. Маркелова, А. В. Тихомиров, В. Ю. Уханова [34], Е. Е. Можаяв, Е. Н. Закабулина, Н. А. Хаустова [39], И. А. Немцев, А. А. Немцев [41], В. И. Загинайлов [42], А. В. Семёнов [44], Е. В. Чумаков [49] и др.) | Возможность всестороннего анализа использования топливно-энергетических ресурсов по видам и направлениям во взаимосвязи с производственными ресурсами и конечными результатами производственно-хозяйственной деятельности | Сложность детальных расчетов по отраслям и видам продукции ввиду несовершенства существующего учета и отчетности |
| <i>Общэкономический подход</i>  |   |  |
| А. В. Алпатов, Э. А. Новоселов [2], В. М. Базилевич [7], Е. А. Воронкова [13], С. В. Макрак [33], Е. В. Чумаков [49] и др.<br>Показывает взаимосвязь расхода топливно-энергетических ресурсов с итоговыми показателями производственно-хозяйственной деятельности   | Простота измерения и оценки применяемых показателей   | Необходимость переоценки применяемых показателей для целей их сравнения в динамике                               |

Т а б л и ц а 2. Общие черты и отличия применяемых подходов к оценке энергоэффективности в аграрном секторе

| Критерий сравнения                             | Подход   |   |   |                               |                    |
|--|--|---|---|-------------------------------|--------------------|
|  | технократический   | биоэнергетический   | био-эколого-энергетический  | энерго-экономический          | обще-экономический |
| Объект оценки                                  | Технический объект (система)                                       | Технологический процесс, производимая продукция, отрасль  |   |                               |                    |
| Подход к построению показателей                | Относительные прямые и обратные показатели                         |   |   |                               |                    |
| Применяемая для расчетов измерительная система | Единицы энергии (мощности)   | Единицы энергии   | Натуральные (условно-натуральные) и стоимостные единицы измерения | Стоимостные единицы измерения |                    |
| Направления применения                         | Анализ энергоэффективности на уровне технических объектов и систем | Оценка, сравнительный анализ и построение рейтинга на уровне стран, регионов (областей) и субъектов хозяйствования; оценка и выявление существующих на уровне страны (региона, отрасли, хозяйствующего субъекта) тенденций по энергоэффективности; анализ итогов реализации политики в области энергоэффективности; выявление резервов и определение мер по повышению энергоэффективности |   |                               |                    |
| Уровень применения                             | Уровень технического объекта (система)                             | Уровень технологического процесса, продукции, хозяйствующего субъекта, отрасли, региона (области), национальной экономики, международный  |   |                               |                    |

Так, общими аспектами в анализируемых подходах оценки энергоэффективности в аграрном секторе являются объект, подход к построению показателей, направления и уровень их использования; различия определяются спецификой применяемых для целей исследования систем параметров.

Следует отметить, что энергоэкономический и общеэкономический подходы шире применяются и чаще используются в аналитических исследованиях за счет разнообразия оценочных показателей и возможности их вычисления для большего количества иерархических уровней. Концептуальные отличия по всем критериям сравнения наблюдаются в технократическом подходе, имеющем ограниченную область применения.

Изучение профильной научной литературы показало, что в настоящее время недостаточно четко определены показатели энергоэффективности в целом, в том числе в аграрном производстве. В этой связи нами предложена система критериев энергоэффективности в этой сфере в зависимости от решаемых задач в сфере рационального использования энергоресурсов (табл. 3).

**Т а б л и ц а 3. Система критериев энергоэффективности  
в аграрном производстве**

| Критерий           | Характеристика  | Авторские рекомендации применения в контексте энергоэффективности агропродовольственных систем   |
|--------------------|---|--|
| Выгодность         | Максимизация результатов на единицу расходуемых ресурсов                          | Увеличение конечных результатов деятельности социально-экономической системы на единицу израсходованных энергетических ресурсов  |
| Экономичность      | Минимизация расхода ресурсов на единицу результата                                | Использование минимального количества энергетических ресурсов, достаточного для обеспечения роста конечных результатов деятельности социально-экономической системы                    |
| Оптимальность      | Достижение наиболее приемлемых результатов при функционировании элементов системы | Установление наилучшего соотношения между величиной затраченных энергетических ресурсов и конечными результатами деятельности социально-экономической системы                          |
| Пропорциональность | Соразмерное развитие элементов системы  | Соблюдение научно обоснованных пропорций использования производственных ресурсов, в том числе энергетических, с целью симметричного развития элементов социально-экономической системы |
| Экологичность      | Минимизация негативного воздействия на окружающую среду                           | Сокращение выбросов загрязняющих веществ на единицу израсходованных энергетических ресурсов  |

Количественная оценка энергоэффективности аграрного производства может быть проведена с помощью измерительной системы. Показатели распределены нами по группам в зависимости от критериев энергоэффективности.

Основываясь на исследованиях таких ученых, как А. В. Горбатовский, О. Н. Горбатовская, М. В. Тимошенко [16], С. В. Макрак [33], Н. Д. Аварский [1], А. В. Алпатов [2], А. И. Алтухов [3], Л. Н. Андреев [5], Е. И. Базаров [6], О. Г. Бурдо, С. Г. Терзиев, Ю. О. Левтринская [11], Е. А. Воронкова [13], В. Н. Дашков [18], А. С. Евстропов [20], Л. О. Жигальская [22], О. А. Казаков [24], В. С. Карабута [25], В. И. Кравчук, М. М. Луценко [30], В. Б. Ловкис, В. А. Колос [32], Р. В. Мельников, И. И. Берестов [35], К. Ю. Ран, Х. Чжоу [53], Х. Ли, Л. Ло, С. Чжан, Ц. Чжан [51], С. Юань, С. Пэн [54], В. Ю. Ю, Ю. Б. Ци, Ю. М. Ли [55], Б. Парис, Ф. Вандору, А. Т. Балафутис, К. Вайопулос, Дж. Кирикаракос, Д. Манолакос, Дж. Пападакис [52], а также с учетом собственных взглядов нами предложена систематизация применяемых для оценки энергоэффективности в аграрном секторе экономики показателей в разрезе выделенных выше критериев в зависимости от аналитических целей исследования (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Систематизация показателей оценки энергоэффективности в аграрном секторе экономики

| Критерий   | Основные показатели  | Уровень применения  |
|--|--|---------------------|
| <b>Группа I</b><br>Цель: анализ энергоэффективности технической системы (устройства, машины)   |  |                     |
| Выгодность   | Коэффициенты: полезного действия, трансформации (для тепловых насосов), холодильный (для холодильных машин и тепловых насосов); эксергетический коэффициент полезного действия   | А                   |
| Экономичность  | Процент потерь энергии (мощности)  |                     |
| Оптимальность  | Относительная энергоемкость  |                     |
| <b>Группа II</b><br>Цель: сравнение энергосодержания получаемой продукции и энергетических эквивалентов затраченных производственных ресурсов  |  |                     |
| Выгодность   | Расход тепловой энергии топлива в сравнении с обменной энергией сельскохозяйственных культур; коэффициенты биоэнергетической эффективности: основной и дополнительной продукции, всей продукции  | Б, В, Г, Д, Е, Ж, З |
| Экономичность  | Удельные энергозатраты на 1 ц прибавки урожайности; удельная энергоемкость (энергозатраты) производства продукции  |                     |
| Пропорциональность   | Доля прямой и косвенной энергии в общем расходе энергии и др.  |                     |
| <b>Группа III</b><br>Цель: сопоставление энергосодержания готовой продукции с энергетическими эквивалентами затраченных производственных ресурсов во взаимосвязи с экологическими показателями     |  |                     |
| Экологичность  | Система показателей группы II дополняется следующими: выбросы парниковых газов на единицу произведенной продукции; выбросы парниковых газов на единицу чистой энергии (разница между энергозатратами на производство продукции и энергосодержанием полученной продукции) и пр. | Б, В, Г, Д, Е, Ж, З |
| <b>Группа IV</b><br>Цель: изучение соотношения величины расхода топливно-энергетических ресурсов с производственными ресурсами и итоговыми результатами производственно-хозяйственной деятельности |  |                     |
| Экономичность  | Энергоемкость производства продукции, удельный расход топливно-энергетических ресурсов на единицу продукции (работ, услуг), топливно-, электро-, теплоемкость, удельный расход топливно-энергетических ресурсов на 1 га пашни (сельхозугодий)                                  | Б, В, Г, Д, Е, Ж, З |
| Выгодность   | Энергоотдача, прибыль в расчете на 1 кг условного топлива и др.  |                     |



| Критерий  | Основные показатели  | Уровень применения     |
|---|--|------------------------|
| Группа V<br>Цель: оценка тенденций соотношения расхода топливно-энергетических ресурсов и итоговых показателей производственно-хозяйственной деятельности |  |                        |
| Экономичность   | Энергоемкость производства продукции, доля энергетической составляющей в себестоимости продукции (общих затратах)                                      | Б, В, Г, Д,<br>Е, Ж, З |
| Выгодность  | Прибыль на 1 руб. затраченных энергетических ресурсов, выручка на 1 руб. затраченных энергетических ресурсов, энергоотдача, индекс энергоэффективности |                        |
| Пропорциональность  | Коэффициенты опережения роста индекса энергоэффективности и индекса роста: окупаемости затрат, кадрового обеспечения, фондовооруженности               |                        |

Примечание. А – уровень технического объекта (системы), Б – уровень технологического процесса, В – уровень продукции, Г – уровень хозяйствующего субъекта, Д – отраслевой уровень, Е – региональный (областной) уровень, Ж – национальный уровень, З – международный уровень.

Таким образом, научная новизна разработанной нами системы показателей, обуславливающая возможность ее практического применения, заключается в осуществляемой по имеющимся подходам систематизации показателей и установлении направлений их использования для оценки энергоэффективности аграрного производства. Предложенная нами систематизация таких показателей позволяет: во-первых, наиболее полно представить набор показателей в рамках существующих подходов; во-вторых, сформировать единую методическую базу для аналитических расчетов; в-третьих, разграничить показатели по выделенным группам; в-четвертых, сформировать оценочный аппарат в зависимости от целей проведения; в-пятых, выявить и диагностировать комплекс объективно существующих проблем и скорректировать стратегию и тактику в области энергоэффективности аграрного производства.

### **Заключение**

Исследование методологических аспектов оценки энергоэффективности аграрного производства позволило сделать следующие выводы:

выяснено, что, несмотря на наличие значительного количества исследований, посвященных проблемам оценки энергоэффективности аграрного производства, необходимо совершенствование комплексного методического подхода к решению данной задачи, что требует дальнейших научных исследований в этой области. В данном контексте нами систематизированы методические подходы к оценке энергоэффективности аграрного производства, а также проведена их авторская классификация (технократический, биоэнергетический, био-эколого-энергетический, энергоэкономический, общеэкономический подходы), базиру-

ющаяся на функциональном назначении применяемых показателей и способах их измерения (единицы энергии (мощности), натуральные, стоимостные и пр.). Предложенная классификация позволяет отразить многовариантность способов оценки энергоэффективности аграрного производства, выбрать конкретный подход в зависимости от области ее применения, комплексно представить набор подходов к оценке энергоэффективности в аграрном секторе, выявить их преимущества и недостатки, а также дать их сравнительную характеристику;

систематизированы показатели и определены направления их использования в рамках рассмотренных подходов к оценке энергоэффективности в аграрном секторе, что позволило сгруппировать показатели и разграничить их в рамках существующих подходов, сформировать единую методическую базу для аналитических расчетов, выбрать оценочный аппарат в зависимости от целей проведения, выявить и диагностировать комплекс объективно существующих проблем и скорректировать стратегию и тактику в области энергоэффективности аграрного производства;

установлено, что практическая реализация подходов к оценке энергоэффективности осуществляется на всех иерархических уровнях управления национальной экономики. В этой связи нами выполнена группировка указанных подходов по следующим уровням их применения: международный, национальный, региональный (областной), отраслевой, уровень хозяйствующего субъекта, продукции, технологического процесса, технического объекта (системы). Это позволило определить применимость подходов к оценке энергоэффективности аграрного производства на всех иерархических уровнях, за исключением технического объекта (системы), в рамках которого может использоваться только технократический подход;

выявлены общие черты (объект оценки, подход к построению показателей, направления и уровень их применения) и отличия (система применяемых показателей) используемых в настоящее время подходов к оценке энергоэффективности в аграрном секторе. Выяснено, что энергоэкономический и общеэкономический подходы имеют более широкую сферу применения и чаще используются в аналитических исследованиях за счет разнообразия оценочных показателей и возможности их вычисления для большего количества иерархических уровней;

определено, что, несмотря на достоинства научных разработок, остается нерешенной задача комплексной оценки энергоэффективности производства продовольствия, в рамках которой в полной мере учитывается специфика применяемых технологий и границы продовольственных систем. Рассмотренные подходы к оценке энергоэффективности аграрного производства послужат основой для формирования системы ее оценочных показателей энергоэффективности производства продовольствия, подготовки научно обоснованного математического аппарата, позволяющего выполнить аналитические исследования по указанной проблеме, а также разработать стратегию оптимального управления энергопотреблением.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Аварский, Н. Д. Научные подходы к формированию государственной политики в сфере энергообеспечения и эффективности использования энергии в процессах производства и товародвижения агропродовольственной продукции в России / Н. Д. Аварский, В. В. Таран, А. В. Алпатов // Экономика, труд, упр. в сел. хоз-ве. – 2019. – № 2. – С. 2–10.
2. Алпатов, А. В. Оценка энергетической эффективности сельскохозяйственного производства Орловской области / А. В. Алпатов, Э. А. Новоселов // Экономика, труд, упр. в сел. хоз-ве. – 2019. – № 8. – С. 8–22.
3. Алтухов, А. И. Оптимизация энергопотребления на предприятиях АПК с использованием технологий «умное производство» (промышленный Интернет вещей) / А. И. Алтухов, М. Н. Дудин, А. Н. Анищенко // Проблемы рыноч. экономики. – 2019. – № 1. – С. 58–66.
4. Амельченко, П. А. Энергонасыщенные тракторы: структура, производство и потребности АПК Беларуси [Электронный ресурс] / П. А. Амельченко, Д. А. Дубовик, И. Н. Жуковский // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2020. – № 3. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/energonasyshennye-traktory-struktura-proizvodstvo-i-potrebnosti-apk-belarusi>. – Дата доступа: 10.05.2023.
5. Андреев, Л. Н. Энергетическая оценка производства продукции животноводства [Электронный ресурс] / Л. Н. Андреев // АгроЭкоИнфо. – 2021. – № 6. – Режим доступа: [http://agrocointfo.ru/STATYI/2021/7/st\\_005.pdf](http://agrocointfo.ru/STATYI/2021/7/st_005.pdf). – Дата доступа: 10.05.2023.
6. Базаров, Е. И. Методические основы определения совокупной энергоёмкости сельскохозяйственного производства / Е. И. Базаров // Сб. науч. тр. ВНИИ экономики сел. хоз-ва. – 1986. – Вып. 116. – С. 125–134.
7. Базилевич, В. М. Эффективное использование энергоресурсов – направление экономической безопасности предприятий АПК / В. М. Базилевич // Вестн. Черниг. гос. технол. ун-та. Сер. «Экон. науки». – 2013. – № 2. – С. 101–105.
8. Белозеров, Г. А. Развитие систем холодоснабжения для предприятий мясной промышленности [Электронный ресурс] / Г. А. Белозеров, Н. М. Медникова // Все о мясе. – 2012. – № 6. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-sistem-holodosnabzheniya-dlya-predpriyatiy-myasnoy-promyshlennosti>. – Дата доступа: 10.05.2023.
9. Биоэнергетическая оценка и основные пути снижения энергоёмкости производства продукции животноводства / Ф. Сибатулин [и др.] // Уч. зап. Казан. гос. акад. ветеринар. медицины им. Н. Э. Баумана. – 2013. – № 216. – С. 295–302.
10. Биоэнергетическая оценка сельскохозяйственных технологий и пути экономии энергии: метод. рекомендации / Ю. Ф. Новиков [и др.]. – М.: ВАСХНИЛ, 1983. – 34 с.
11. Бурдо, О. Г. Энергетические проблемы экономики Украины [Электронный ресурс] / О. Г. Бурдо, С. Г. Терзиев, Ю. О. Левтринская // Энергетика: економіка, технології, екологія. – 2015. – № 4. – Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/eete\\_2015\\_4\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/eete_2015_4_16). – Дата доступа: 10.05.2023.
12. Буць, В. И. Теория и методология управления ресурсосбережением в агропромышленном производстве: дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.05 / В. И. Буць. – Минск, 2017. – 300 л.
13. Воронкова, Е. А. Управление энергоэффективностью в растениеводстве (на примере Оренбургской области): автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Е. А. Воронкова; Саратов. гос. аграр. ун-т им. Н. И. Вавилова. – Саратов, 2011. – 25 с.
14. Гимазетдинов, Р. Р. Разработка когенерационной установки на базе электростанции ДГУ-100С [Электронный ресурс] / Р. Р. Гимазетдинов // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2018. – № 2. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-kogeneratsionnoy-ustanovki-na-baze-elektrostantsii-dgu-100s>. – Дата доступа: 10.05.2023.
15. Година, Е. Д. Результаты исследования дизеля Д-243-648 при работе на дизельном смесином соево-минеральном топливе [Электронный ресурс] / Е. Д. Година, А. П. Уханов, А. Ковачев //

Вост.-европ. науч. журн. – 2016. – № 4. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-issledovaniya-dizelya-d-243-648-pri-rabote-na-dizelnom-smesevom-coevo-mineralnom-toplive>. – Дата доступа: 07.04.2023.

16. Горбатовский, А. Биоэнергетическая эффективность объемно-планировочных и технологических решений в молочном скотоводстве: оценка вариантов, перспективные модели / А. Горбатовский, О. Горбатовская, М. Тимошенко // Аграр. экономика. – 2022. – № 3. – С. 74–82.

17. Горшков, Ю. Г. Исследование буксования, КПД дифференциала и двигателя автомобиля ГАЗ-3302 / Ю. Г. Горшков, С. В. Золотых, С. В. Щиголев // Агроинженерия. – 2019. – № 4. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-buksovaniya-kpd-differentsiala-i-dvizhitelya-avtomobilya-gaz-3302>. – Дата доступа: 10.05.2023.

18. Дашков, В. Н. Энергоемкость производства продукции как показатель состояния технической базы сельского хозяйства Республики Беларусь / В. Н. Дашков // Изв. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2002. – № 4. – С. 71–76.

19. Долгов, И. Ю. Термодинамический анализ, энергетические и эксергетические характеристики парокompрессионных тепловых насосов с электроприводом и пути их улучшения [Электронный ресурс] / И. Ю. Долгов // Альтернатив. энергетика и экология. – 2011. – № 12. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/termodinamicheskiy-analiz-energeticheskie-i-eks-ergeticheskie-harakteristiki-parokomp-ressionnyh-teplovyyh-nasosov-s-elektroprivodom-i>. – Дата доступа: 10.05.2023.

20. Евстропов, А. С. Алгоритм оценки биоэнергетической эффективности технологий производства растениеводческой продукции / А. С. Евстропов // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: тр. 7-й Междунар. науч.-техн. конф., М., 18–19 мая 2010 г.: в 5 ч. / ГНУ ВИЭСХ [и др.]; ред. И. Ф. Бородин [и др.]. – М., 2010. – Ч. 1. – С. 196–201.

21. Епифанов, А. П. Линейные асинхронные электродвигатели в низкоскоростных транспортных системах [Электронный ресурс] / А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов // Изв. С.-Петерб. гос. аграр. ун-та. – 2014. – № 37. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/lineynye-asinhronnye-elektrodvigateli-v-nizkoskorostnyh-transportnyh-sistemah>. – Дата доступа: 10.05.2023.

22. Жигальская, Л. О. Государственное регулирование в сфере энергоэффективности агропромышленного комплекса Республики Беларусь / Л. О. Жигальская // Тенденции экономического развития в XXI веке: материалы III Междунар. науч. конф., Минск, 1 марта 2021 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: А. А. Королева (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2021. – С. 59–62.

23. К вопросу определения общего коэффициента полезного действия приводов технологических машин в АПК [Электронный ресурс] / М. Г. Шляпников [и др.] // E-Scio. – 2019. – № 11. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-opredeleniya-obshchego-koeffitsienta-poleznogo-deystviya-privodov-tehnologicheskikh-mashin-v-apk>. – Дата доступа: 10.05.2023.

24. Казаков, О. А. Анализ энергоёмкости производства овощей защищенного грунта (на материалах тепличных предприятий Гомельской области) / О. А. Казаков // Агропанорама. – 2015. – № 2. – С. 38–43.

25. Карабута, В. С. Метод оценки энергоэффективности оборудования систем энергообеспечения предприятий агропромышленного комплекса / В. С. Карабута // Изв. С.-Петерб. гос. аграр. ун-та. – 2016. – № 44. – С. 287–294.

26. Карпов, В. Н. Введение в энергосбережение на предприятиях АПК / В. Н. Карпов. – СПб.: СПбГАУ, 1999. – 73 с.

27. Колос, В. А. Энергосберегающая оптимизация технологии растениеводства при энергоаудите / В. А. Колос, Ю. Н. Сапьян, Е. Н. Кабакова // Инновации в сел. хоз-ве. – 2016. – № 3. – С. 24–30.

28. Комбинированная конструкция жидкостно-кольцевого вакуумного насоса для технологических процессов АПК [Электронный ресурс] / Ю. В. Родионов [и др.] // Вест. Рязан. гос. агро-технол. ун-та им. П. А. Костычева. – 2022. – № 2. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kombinirovannaya-konstruktsiya-zhidkostno-koltsevogo-vakuumnogo-nasosa-dlya-tehnologicheskikh-protssesov-apk>. – Дата доступа: 10.05.2023.

29. Коршунов, Б. П. Энергосберегающая система охлаждения молока с использованием комбинированных водоледяных аккумуляторов [Электронный ресурс] / Б. П. Коршунов // Техника и технологии в животноводстве. – 2016. – № 3. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/energoberegayuschaya-sistema-ohlazhdeniya-moloka-s-ispolzovaniem-kombinirovannyh-vodoledyanyh-akkumulyatorov>. – Дата доступа: 10.05.2023.

30. Кравчук, В. И. Биоэнергетическая оценка технологии производства молока / В. И. Кравчук, М. М. Луценко // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: тр. 9-й Международ. науч.-техн. конф., М., 21–22 мая 2014 г.: в 5 ч. / ГНУ ВИЭСХ [и др.]; ред. И. Ф. Бородин [и др.]. – М., 2014. – Ч. 3. – С. 44–50.

31. Линенко, А. В. Анализ импульсного режима работы линейного электропривода зерноочистительной машины [Электронный ресурс] / А. В. Линенко, М. Ф. Туктаров, В. Г. Байназаров // Вестн. Ульянов. гос. с.-х. акад. – 2017. – № 3. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-impulsnogo-rezhima-raboty-lineynogo-elektroprivoda-zernoочистitelnoy-mashiny>. – Дата доступа: 10.05.2023.

32. Ловкис, В. Б. О критериях энергетической эффективности сельскохозяйственных технологий [Электронный ресурс] / В. Б. Ловкис, В. А. Колос // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. – 2008. – № 42. – Режим доступа: <https://mechel.belal.by/jour/article/view/4/4>. – Дата доступа: 10.05.2023.

33. Макрак, С. Система показателей оценки эффективного управления топливно-энергетическими ресурсами в сельском хозяйстве / С. Макрак // Аграр. экономика. – 2021. – № 6. – С. 11–34.

34. Маркелова, Е. К. Практическая методика определения норм энергопотребления и потребностей в энергоресурсах в отраслях животноводства на примере свиноводческой отрасли / Е. К. Маркелова, А. В. Тихомиров, В. Ю. Уханова. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2013. – 60 с.

35. Мельников, Р. Экономическая и энергетическая эффективность применения азотного удобрения на посевах сортов и образцов яровой мягкой пшеницы / Р. Мельников, И. Берестов // Аграр. экономика. – 2020. – № 4. – С. 59–65.

36. Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства / Е. И. Базаров [и др.]. – М.: Минсельхоз СССР, 1983. – 44 с.

37. Миндрин, А. С. Энергоемкость сельскохозяйственного производства: теория, методология, оценка / А. С. Миндрин. – М.: Восход-А, 2009. – 388 с.

38. Мишуоров, Н. П. Биоэнергетическая оценка и основные направления снижения энергоемкости производства молока / Н. П. Мишуоров. – М.: Росинформагротех, 2010. – 152 с.

39. Можаяев, Е. Е. Теоретические основы стратегического управления энергетической эффективностью в сельском хозяйстве / Е. Е. Можаяев, Е. Н. Закабунина, Н. А. Хаустова // Вест. Екатеринбург. ин-та. – 2021. – № 4. – С. 86–93.

40. Мэй, Ц. Я. Применение h-d- и s-d-диаграмм для расчета утилизаторов [Электронный ресурс] / Ц. Я. Мэй, О. П. Иванов // Вестн. междунар. акад. холода. – 2007. – № 4. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-h-d-i-s-d-diagramm-dlya-rascheta-utilizatorov>. – Дата доступа: 10.05.2023.

41. Немцев, И. А. Энергоемкость продукции как базовый индикатор устойчивого развития предприятий АПК / И. А. Немцев, А. А. Немцев // Science Time. – 2015. – № 6. – С. 380–384.

42. Повышение энергоэффективности производства продукции сельскохозяйственными предприятиями / В. И. Загинайлов [и др.] // Вестн. АПК Верхневолжья. – 2022. – № 3. – С. 54–64.

43. Самойлова, Н. В. Методика энергоэкономической оценки сельскохозяйственного производства через энергетические эквиваленты стоимости продукции отраслей // Изв. Тимирязев. с.-х. акад. – 2013. – № 6. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-energoekonomicheskoy-otsenki-selskohozyaystvennogo-proizvodstva-cherez-energeticheskie-ekvivalenty-stoimosti-produktsii>. – Дата доступа: 10.05.2023.

44. Семенов, А. В. Повышение энергетической эффективности производства сельскохозяйственной продукции: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / А. В. Семенов; Рос. гос. аграр. заоч. ун-т. – М., 2013. – 22 с.

45. Соснина, Е. Н. Исследование эксплуатационно-технологических параметров энергоустановок на возобновляемых источниках энергии [Электронный ресурс] / Е. Н. Соснина, Д. А. Филатов // Инженер. вестн. Дона. – 2015. – № 2. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-ekspluatatsionno-tehnologicheskikh-parametrov-energoustanovok-na-vozobnovlyaemyh-istochnikah-energii>. – Дата доступа: 10.05.2023.
46. Степанов, М. А. Биоэнергетическая оценка технологий производства молока / М. А. Степанов // Технологии и техн. средства механизир. производства продукции растениеводства и животноводства. – 2000. – № 71. – С. 109–116.
47. Стребков, Д. С. Использование низкопотенциальной энергии для производства электрической и тепловой энергии [Электронный ресурс] / Д. С. Стребков, Е. Д. Сорокодум // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 3. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-nizkopotentsialnoy-energii-dlya-proizvodstva-elektricheskoy-i-teplovoy-energii-1>. – Дата доступа: 10.05.2023.
48. Тихомиров, Д. А. Показатели энергоэффективности сельхозпроизводства и перспективные направления их роста / Д. А. Тихомиров // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 5. – С. 32–37.
49. Чумаков, Е. В. Стратегическое управление энергоэффективностью промышленных предприятий: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Е. В. Чумаков; Белгород. гос. технол. ун-т им. В. Г. Шухова. – Белгород, 2013. – 25 с.
50. Энергоэффективность аграрного производства / В. Г. Гусаков [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики; Ин-т энергетики; под общ. ред. В. Г. Гусакова и Л. С. Герасимовича. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 776 с.
51. Dynamic change of agricultural energy efficiency and its influencing factors in China [Electronic resource] / H. Li [et al.] // Chinese Journal of Population, Resources and Environment. – 2021. – № 19. – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/search?q=energy%20efficiency%20in%20agriculture>. – Date of access: 06.04.2023.
52. Energy use in open-field agriculture in the EU: A critical review recommending energy efficiency measures and renewable energy sources adoption [Electronic resource] / B. Paris [et al.] // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2022. – № 158. – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/search?q=energy%20efficiency%20in%20agriculture>. – Date of access: 06.04.2023.
53. Ran, Q. Y. Research on agricultural total factor energy efficiency under environmental constraints: based on SBM-TOBIT model [Electronic resource] / Q. Y. Ran, H. Zhou // Econ. Probl. – 2017. – № 1. – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/search?q=energy%20efficiency%20in%20agriculture>. – Date of access: 06.04.2023.
54. Yuan, S. Food-energy-emission nexus of rice production in China [Electronic resource] / S. Yuan, S. Peng // Crop and Environment. – 2022. – № 1. – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/search?q=energy%20efficiency%20in%20food%20production>. – Date of access: 06.04.2023.
55. Yu, W. Y. Agricultural energy efficiency and total factor productivity under carbon emission constraints in China [Electronic resource] / W. Y. Yu, Y. B. Qi, Y. M. Li // Rural. Econ. – 2015. – № 8. – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/search?q=energy%20efficiency%20in%20agriculture>. – Date of access: 06.04.2023.

*Поступила в редакцию 13.05.2023*

#### 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