

УДК 658.26:620.9

**Г.А. РУДЧЕНКО**, канд. экон. наук  
доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика и экология»  
Гомельский государственный технический университет  
им. П. О. Сухого, г. Гомель, Республика Беларусь



Статья поступила 12 октября 2021 г.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ АПК С ПРИМЕНЕНИЕМ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

*Цель* – развитие теоретико-методологических основ по применению децентрализованных источников энергии при организации энергосбережения в АПК.

*Материалы и методы.* Теоретической основой для исследований послужили труды отечественных и зарубежных авторов по вопросам применения децентрализованных источников энергии в АПК. Информационной базой для исследований являлись нормативные и правовые акты Республики Беларусь, данные Национального статистического комитета Республики Беларусь, применены системный подход, абстрактно-логический методы и метод сравнительного анализа.

*Результаты.* В статье получили развитие теоретико-методологические основы применению децентрализованных источников энергии при организации энергосбережения в АПК, в частности, выполнена систематизация имеющихся трактовок процесса внедрения в организациях собственных источников энергии в работах различных авторов, установлены особенности функционирования децентрализованных источников энергии в странах с развитой рыночной экономикой. В данном исследовании определены основные преимущества и недостатки систем генерации на базе возобновляемых источников энергии в отечественном АПК.

*Заключение.* Выявлены барьеры, сдерживающие внедрение децентрализованных источников энергии в аграрной сфере, учет которых на практике позволит более обоснованно подойти к выбору вида ТЭР в случае принятия решения о внедрении децентрализованного источника энергии для целей энергоснабжения и энергосбережения в организациях аграрного сектора.

**Ключевые слова:** энергосбережение, децентрализованные источники энергии, барьеры, возобновляемые источники энергии.

**RUDCHENKO G.**, Cand. of Econ. Sc.  
Senior Lecturer, Department of Industrial Heat Power Engineering and Ecology  
Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

## ORGANIZATION OF ENERGY SAVING OF AIC WITH THE APPLICATION OF DECENTRALIZED ENERGY SOURCES

*The goal* is to develop theoretical and methodological foundations for the use of decentralized energy sources in the organization of energy conservation in the agro-industrial complex.

*Materials and methods:* The theoretical basis for the research was the works of domestic and foreign authors on the use of decentralized energy sources in the agro-industrial complex. The information base for

*the research was the normative and legal acts of the Republic of Belarus, data from the National Statistical Committee of the Republic of Belarus, a systematic approach, abstract-logical methods and the method of comparative analysis were applied.*

**Results.** *The article has developed the theoretical and methodological foundations for the use of decentralized energy sources in the organization of energy conservation in the agro-industrial complex. In particular, the existing interpretations of the process of introducing their own energy sources in organizations have been systematized in the works of various authors, the features of the functioning of decentralized energy sources in countries with developed market economies have been established.*

*This study identifies the main advantages and disadvantages of generation systems based on renewable energy sources in the domestic agro-industrial complex.*

**Conclusions.** *The article identifies barriers hindering the introduction of decentralized energy sources in the agricultural sector, the consideration of which in practice will allow a more reasonable approach to the choice of the type of fuel and energy resources in the event of a decision to introduce a decentralized energy source for energy supply and energy conservation in organizations of the agricultural sector.*

**Keywords:** *energy saving, decentralized energy sources, barriers, renewable energy sources.*

**Введение.** Одним из направлений энергосбережения и повышения энергоэффективности в аграрном секторе является внедрение объектов децентрализованной энергетики, использующих потенциал местных и возобновляемых источников энергии. Возможность и целесообразность таких решений подтверждаются мировым и отечественным опытом.

Различные вопросы повышения энергоэффективности в деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей нашли отражение в работах отечественных и зарубежных ученых, среди которых Г.Н. Рязанова, В.С. Симанков, В.А. Бородуля, Э.М. Перминов, А.Г. Васьков, М.Г. Тягунов, В.Г. Родионов, П.П. Безруких, О.В. Шеповалова и др.

Применению децентрализованных источников энергии (ДИЭ) посвящены работы таких авторов, как А.Е. Баглаева, Д.А. Вавулин, А.С. Вертешев, В.П. Грицина, А.Ф. Дьяков, О.В. Епифанова, Д.А. Мамедов, Н.А. Томских, С.А. Харитонов, В.Р. Киушкина, Г.П. Кутовой, В.И. Русан, Ю.С. Почанин, В.П. Нистюк и др.

Вместе с тем, несмотря на наличие значительного количества исследований, посвященных проблемам энергосбережения и повышения энергоэффективности, современный уровень изучения вопросов, связанных с внедрением децентрализованных источников энергии в аграрном секторе, не учитывает ряд аспектов.

Так, в теоретическом аспекте отсутствует определение термина «децентрализованная

энергетика в АПК»; не установлены особенности функционирования децентрализованных источников энергии в странах с развитой рыночной экономикой.

**Основная часть.** В последние годы проявляется повышенный интерес к созданию на предприятиях собственных генерирующих мощностей и организации энергоснабжения, позволяющего использовать оптимальные для данных условий источники энергии. Актуальность указанной проблематики обусловлена как общемировыми детерминантами (изменение цен на энергоносители, совершенствование технологий, необходимость экономии невозполняемых энергетических ресурсов, защита окружающей среды, переход к низкоуглеродной энергетике), так и национальными (зависимость от импорта ТЭР, обеспечение энергетической безопасности, вовлечение в топливно-энергетический баланс возобновляемых источников энергии и местных ТЭР), а также собственными экономическими интересами хозяйствующих субъектов в надежном, экономичном, качественном энергоснабжении.

В настоящее время в научном обороте авторами с целью описания одного и того же явления – ухода от сложившейся в период плановой экономики централизованной системы энергоснабжения путем создания хозяйствующими субъектами собственных генерирующих мощностей – применяется ряд категорий, используемых в качестве тождественных. Изучение показывает, что данные термины имеют некоторые недостатки, обусловленные узким описанием рассматривае-

мого процесса. Так, использование термина «автономная энергетика» (О.В. Епифанова, Д.А. Вавулин, С.А. Харитонов) не вполне корректно в связи с тем, что наличие полной независимости от централизованного энергообеспечения невозможно по причине необходимости резервирования мощностей в национальной энергосистеме для обеспечения бесперебойного и надежного энергообеспечения.

Не совсем корректным является также термин «альтернативная энергетика» (Г.Н. Рязанова, В.С. Симанков, В.А. Бородуля), так как внедрение альтернативных технологий генерации энергии может быть реализовано как в рамках национальной энергосистемы, так и на уровне субъектов хозяйствования.

Термин «малая энергетика» (В.П., Грицина, А.Е. Баглаева, Н.А. Томских) применим только в целях описания энергетических объектов с точки зрения характеристики их установленной мощности, которые наряду с объектами «нетрадиционной энергетика» (Д.А. Мамедов, А.Ф. Дьяков) могут быть структурной единицей объединенной энергосистемы государства либо находиться в собственности отдельных хозяйствующих субъектов.

Представляется, что термины «распределенная энергетика» (С.А. Некрасов, Г.Э. Попов) и «децентрализованная энергетика» (А.С. Вертешев) являются родственными с позиций описания сущности процесса появления, функционирования и развития собственных генерирующих мощностей у потребителей конечного звена. Однако если в употреблении термина «распределенная энергетика» заложен территориальный аспект, то применение термина «децентрализованная энергетика» предполагает отсутствие единого управляющего центра, то есть передачу части функций по организации энергообеспечения на уровень субъектов хозяйствования.

Таким образом, в рамках проводимого исследования под *децентрализованной энерге-*

*тикой в АПК* понимается совокупность энергоустановок, расположенных вблизи потребителя, находящихся в его балансовой принадлежности, предназначенных для обеспечения, прежде всего, собственных потребностей предприятия в энергии, имеющих или не имеющих электрическую связь с централизованной системой энергообеспечения [1]. В отличие от существующих трактовок предложенное определение является комплексным и учитывает: *во-первых*, территориальное размещение объектов генерации; *во-вторых*, право собственности на объекты генерации; *в-третьих*, подход к созданию и управлению объектами генерации. В том случае, когда вид применяемого энергоресурса и установленная мощность децентрализованных источников энергии приводят к возникновению ее излишков, они могут направляться в общую сеть.

Результаты исследования показывают, что в мировой энергетике тенденция децентрализации производства энергии имеет особую актуальность во всех отраслях экономики, в том числе в аграрном секторе, и воспринимается как наиболее реальная альтернатива традиционным централизованным системам энергообеспечения.

По материалам исследований таких авторов, как А.Ф. Дьяков, Э.М. Перминов [2], В.Р. Киушкина [3], Г.П. Кутовой, В.И. Русан, Ю.С. Почанин, В.П. Нистюк, В.Г. Родионов, а также собственного анализа сформулированы отличительные особенности функционирования децентрализованных источников энергии в странах с развитой рыночной экономикой (ключевые предпосылки развития, основные мотивы и концепция развития, экономические рычаги и стимулы, роль государства, преобладающий тип генерации, перспективные направления развития) и выявлены основные характеристики каждой из особенностей, что позволило выделить методологические подходы по их установлению (таблица 1.).

Таблица 1. – Особенности функционирования децентрализованных источников энергии в странах с развитой рыночной экономикой

Основные особенности	Характеристика
Ключевые предпосылки развития	Возникновение и развитие новых технологий генерации энергии, появление нового оборудования, рост конкуренции за энергоресурсы, участвовавшие в мире аварии и отключения техногенного происхождения, нарастающая нагрузка на окружающую среду, геополитические и социальные угрозы.
Основные мотивы и концепция развития	Поиск путей снижения зависимости энергетических систем государства от ископаемых источников энергии, сокращение закупок первичных энергоресурсов за рубежом, растущие требования к уровню энергоснабжения и энергетической эффективности, необходимость создания безопасных источников генерации энергии, потребность перехода к низкоуглеродной энергетике в связи с истощением мировых запасов традиционных ТЭР, поиск и освоение новых видов энергоресурсов, энергоснабжение потребителей, удаленных от источников централизованной системы энергоснабжения, уменьшение социальной напряженности. Концепции энергосбережения и энергозамещения в настоящее время являются ведущими.
Преобладающий тип генерации	Применяется два типа систем: на базе возобновляемых источников энергии (являются доминирующими); с использованием углеводородного топлива (преимущественно природного газа).
Государственные меры по обеспечению развития	Государственная поддержка безуглеродной генерации, современных энергетических технологий путем разработки и реализации соответствующих технологических платформ, программ государственной поддержки, создания благоприятных условий для производителей и потребителей оборудования, использующих возобновляемые источники энергии; государственная поддержка научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, региональных и международных проектов; разработка стандартов по инженерным вопросам, безопасности, сертификации и гарантиям.
Экономические рычаги и стимулы	Надбавки к тарифам на энергию, вырабатываемую на возобновляемых источниках энергии, освобождение производителей «чистой» энергии от энергетических налогов, льготное налогообложение прибыли, инвестируемой в развитие нетрадиционной энергетики, ускоренная амортизация оборудования и пр.
Перспективные направления развития	Развитие гибридных систем генерации энергии, энергетики на базе возобновляемых источников энергии, топливных элементов, «умных сетей», управляемого термоядерного синтеза, водородной энергетики и пр.

Примечание – Таблица составлена автором на основе аналитического обзора источников [2, 3, 4, 5, 6].

Изучение мировой практики функционирования и развития децентрализованных источников энергии позволяет заключить, что данная форма организации энергообеспечения является широко распространенной. В ходе исследования выявлено, что основными приоритетами в развитии децентрализован-

ных источников энергии за рубежом в настоящее время являются: эколого-экономическая направленность, минимизация риска техногенных катастроф, защита климата, обеспечение устойчивого развития.

Изучение мировой практики применения децентрализованных источников энергии

показало, что наибольшее распространение получили объекты генерации на основе возобновляемых источников энергии, такие как ветроэнергетические и фотоэлектрические установки, системы, использующие биомассу и гидроэнергию и др. В настоящее время в Республике Беларусь также внедряются и функционируют объекты децентрализованной энергетики на основе возобновляемых источников энергии в аграрной сфере. По материалам исследований А.Г. Васькова, Д.С. Стребкова [7], М.Г. Тягунова [8], П.П. Безруких, А.А. Гасниковой [9], О.В. Шеповой выявлены основные преимущества и

недостатки систем генерации на основе возобновляемых источников энергии (таблица 2.).

Результаты проведенных исследований показали, что широкому практическому применению децентрализованных систем генерации на основе возобновляемых источников энергии препятствует ряд барьеров. На основе изучения работ таких авторов, как А.Ф. Дьяков, Э.М. Перминов [2], А.Г. Васьков, М.Г. Тягунов [8], В.Г. Родионов установлены следующие барьеры, ограничивающие применение децентрализованных источников энергии в аграрной сфере (таблица 3.).

Таблица 2. – Преимущества и недостатки систем генерации на основе возобновляемых источников энергии

Преимущества	Недостатки
Экологичность: меньшее негативное влияние на окружающую природную среду; отсутствие выбросов загрязняющих веществ, теплового загрязнения.	Энергетические установки на основе возобновляемых источников энергии во многих случаях не обладают достаточной надежностью энергоснабжения.
Возобновляемость, широкая распространенность и доступность.	Более высокая стоимость приобретения оборудования и обслуживания ввиду значительной единичности строительства таких объектов.
Автономность: возможность снабжать энергией потребителей, не присоединенных к распределительным сетям централизованных источников энергии.	Низкая плотность потока и нерегулярность поступления первичных энергоресурсов приводят к колебаниям выходной мощности и неравномерности выработки электроэнергии.
Приближение объектов генерации к объектам потребления, что позволяет сократить потери энергии, связанные с ее транспортировкой и распределением.	В большинстве случаев энергия альтернативных источников носит рассеянный характер и отличается небольшой плотностью энергетических потоков, что ведет к необходимости установки более габаритных энергоустановок.
Применение возобновляемых источников энергии позволяет использовать углеводородное сырье в других отраслях экономики (в нефте- и газохимии).	На начальной стадии эксплуатации альтернативных источников энергии экономические показатели несколько ниже традиционных.
В большинстве случаев электростанции, работающие на основе возобновляемых источников энергии, легко автоматизируются и могут функционировать без прямого участия человека.	Необходимость резервировать мощности традиционной энергетики.
Низкая вероятность техногенных катастроф.	Сооружение сложной и дорогой инфраструктуры для реализации излишков электрической энергии другим потребителям.

Примечание – Таблица составлена автором на основе аналитического обзора источников [7, 8, 9].

Таблица 3. – Барьеры внедрения децентрализованных источников энергии

Барьеры	Характеристика
Технические	Отсутствие в отечественном АПК коммерческого производства необходимого оборудования, обеспечивающего эффективное энергоснабжение.
Экономические	Относительно высокая стоимость оборудования для возобновляемых источников энергии, низкий платежеспособный спрос.
Правовые	Недостатки законодательных и нормативных актов, регулирующих поставку и продажу энергии от возобновляемых источников.
Информационные	Недостаточность информации о коммерчески зрелых технологиях, предлагаемых рынком, их преимуществах, особенностях и способах применения.
Общественно-психологические	Убежденность в более эффективном функционировании крупных электростанций.

Примечание – Таблица составлена автором на основе аналитического обзора источников [2, 8, 10].

В процессе исследования литературных источников установлено, что наиболее целесообразным направлением применения децентрализованных источников энергии в аграрном секторе может быть строительство локальных биогазовых комплексов в организациях, занимающихся производством крупного рогатого скота, свиней и птицы. Это обусловлено тем, что в сельском хозяйстве Республики Беларусь на начало 2018 г. насчитывалось около 4,3 млн голов крупного рогатого скота, 2,8 – свиней и 44,3 млн гол. птицы. В связи с этим потенциальные возможности получения товарного биогаза от переработки годовой биомассы животноводческих комплексов весьма значительны. Эффективное внедрение биогазовых технологий позволит получать электрическую и тепловую энергию, а также высококачественные органические удобрения из эпидемиологически опасного животноводческого сырья после его переработки в биогазовых установках.

**Заключение.** Выполненные нами исследования позволили:

– выявить, что в настоящее время в научном обороте для характеристики процесса децентрализации энергоснабжения применяется ряд категорий, используемых в качестве тождественных. В данном контексте сформулировано определение термина «децентрализованная энергетика», которое в авторской интерпретации означает совокупность энергоустановок, расположенных вблизи потребителя, находящихся в его балансовой принадлежности, предназначенных для обеспечения, прежде всего, собственных потребностей предпри-

ятия в энергии, имеющих или не имеющих электрическую связь с централизованной системой энергоснабжения. В отличие от существующих трактовок предложенное определение является комплексным и учитывает: во-первых, территориальное размещение объектов генерации; во-вторых, право собственности на объекты генерации; в-третьих, подход к созданию и управлению объектами генерации;

– установить отличительные особенности функционирования децентрализованных источников энергии в странах с развитой рыночной экономикой (ключевые предпосылки развития, основные мотивы и концепция развития, экономические рычаги и стимулы, роль государства, преобладающий тип генерации, перспективные направления развития), что позволит идентифицировать особенности внедрения и функционирования децентрализованных источников энергии в практике работы хозяйствующих субъектов Республики Беларусь;

– установить, что в АПК Республики Беларусь на современном этапе внедряются и функционируют объекты децентрализованной энергетики на основе возобновляемых источников энергии. В данном контексте выявлены основные преимущества и недостатки систем генерации энергии на базе возобновляемых источников энергии, а также установлены барьеры, сдерживающие внедрение децентрализованных источников энергии в аграрной сфере (технические, экономические, правовые, информационные, общественно-психологические), учет которых на практике позволит более обоснованно подойти к выбору вида ТЭР в случае принятия решения о

внедрении децентрализованного источника энергии для целей энергоснабжения и энергосбережения в организациях аграрного сектора.

### Список литературы

1. Рудченко, Г. А. Совершенствование системы энергосбережения предприятий АПК на основе использования экономического инструментария / Г. А. Рудченко ; под науч. ред. М. И. Запольского. – Минск : Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2020. – 134 с.
2. Дьяков, А. Ф. Состояние и перспективы развития нетрадиционной энергетики в России / А. Ф. Дьяков // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2002. – № 4. – С. 13–29.
3. Киушкина, В. Р. Тенденции децентрализации энергетики и пути совершенствования малой энергетики / В. Р. Киушкина, А. Р. Шарипова // Промышленная энергетика. – № 5. – 2014. – С. 2–8.
4. Мамедов, Д. А. Организационно-экономический механизм развития нетрадиционной энергетики в северных районах Дальнего Востока : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Д. А. Мамедов ; Дальневост. акад. гос. службы. – Хабаровск, 2005. – 19 с.
5. Основы энергосбережения : учеб. пособие / Б. И. Врублевский [и др.] ; под ред. Б. И. Врублевского. – Гомель : ЧУП «ЦНТУ «Развитие», 2002. – 190 с.
6. Пospelova, Т. Г. Основы энергосбережения / Т. Г. Пospelova. – Минск : Технопринт, 2000. – 353 с.
7. Безруких, П. П. Возобновляемая энергетика: стратегия, ресурсы, технологии / П. П. Безруких, Д. С. Стребков. – М. : ГНУ ВИ-ЭСХ, 2005. – 264 с.
8. Васьков, А. Г. Оптимизация структуры гибридных энергетических комплексов с потребителями различного типа / А. Г. Васьков, М. Г. Тягунов // Энергетик. – 2013. – № 6. – С. 97–100.
9. Гасникова, А. А. Роль традиционной и альтернативной энергетики в регионах Севера / А. А. Гасникова // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2013. – № 5 (29). – С. 77–88.
10. Рудченко, Г. Методические подходы к оценке экономической эффективности внедрения биогазовых комплексов в сель-

скохозяйственных организациях / Г. Рудченко // Аграрная экономика. – 2017. – № 11. – С. 45–53.

### References

1. Rudchenko G. A. *Sovershenstvovaniye sistemy energosberezheniya predpriyatiy APK na osnove ispol'zovaniya ekonomicheskogo instrumentariya* [Improving the energy saving system of agricultural enterprises based on the use of economic tools]. Eds. M. I. Zapol'skogo. Minsk, 2020. 134 p. (In Russian)
2. D'yakov A. F. *Sostoyaniye i perspektivy razvitiya netraditsionnoy energetiki v Rossii* [State and prospects for the development of non-traditional energy in Russia]. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Energetika* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Energy]. 2002, no. 4, pp. 13–29. (In Russian)
3. Kiushkina V. R., Sharipova A. R. *Tendentsii detsentralizatsii energetiki i puti sovershenstvovaniya maloy energetiki* [Trends in the decentralization of energy and ways to improve small-scale energy]. *Promyshlennaya energetika* [Industrial energy]. 2014, no. 5, pp. 2–8. (In Russian)
4. Mamedov D. A. *Organizatsionno-ekonomicheskiy mekhanizm razvitiya netraditsionnoy energetiki v severnykh rayonakh Dal'nego Vostoka* [Organizational and economic mechanism for the development of non-traditional energy in the northern regions of the Far East]. Abstract of Ph.D. thesis. Khabarovsk, 2005. 19 p. (In Russian)
5. *Osnovy energosberezheniya* [Energy Saving Basics]. Eds. Vrublevsky B. I. – Gomel'. CHUP «TSNTU «Razvitiye», 2002. 190 p. (In Russian)
6. Pospelova T. G. *Osnovy energosberezheniya* [Energy Saving Basics]. Minsk, Tekhnoprint, 2000. 353 p. (In Russian)
7. Bezrukikh P.P., Strebkov D.S. *Vozobnovlyayemaya energetika: strategiya, resursy, tekhnologii* [Renewable energy: strategy, resources, technologies]. M, GNU VIESKH, 2005. 264 p. (In Russian)
8. Vas'kov A.G., Tyagunov M. G. *Optimizatsiya struktury gibridnykh energeticheskikh kompleksov s potrebitelyami razlichnogo tipa* [Optimization of the structure of hybrid energy complexes with consumers of various

- types]. *Energetik*. 2013, no. 6, pp. 97–100. (In Russian)
9. Gasnikova A. A. Rol' traditsionnoy i al'ternativnoy energetiki v regionakh Severa [The role of traditional and alternative energy in the regions of the North]. *Ekonomicheskiye i sotsial'nyye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and social changes: facts, trends, forecast.]. 2013, no. 5 (29), pp. 77–88. (In Russian)
10. Rudchenko G. Metodicheskiye podkhody k otsenke ekonomicheskoy effektivnosti vnedreniya biogazovykh kompleksov v sel'skokhozyaystvennykh organizatsiyakh [Methodological approaches to assessing the economic efficiency of the introduction of biogas complexes in agricultural organizations]. *Agrarnaya Ekonomika* [Agrarian economy]. 2017, no. 11, pp. 45–53. (In Russian)

*Received 12 October 2021*