

ГЕРАСИМОВИЧ Л. С., доктор економічних наук, професор,
академік Національної академії наук Республіки Беларусь,
САПУН О. Л., кандидат педагогічних наук, доцент,
Белорусский государственный аграрный технический университет

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ АГРОГОРОДКОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Герасимович Л. С., Сапун О. Л. Энергетическая эффективность системы комплексного энергообеспечения агрогородков Республики Беларусь.

Статья посвящена разработке научно-методологических основ концептуального проектирования и моделирования кластеров агрогородков Республики Беларусь. Проведена классификация агрогородков, группировка и кластерный анализ в соответствии с обоснованием системы демонстрационных зон высокой энергетической эффективности системы комплексного энергообеспечения агрогородков. Экономические оценки рассчитываются исходя из предполагаемых величин доходов и расходов, инвестиций и ставок налогообложения для определения финансовой жизнеспособности и рентабельности вовлечения местных энергоресурсов в топливо-энергетический баланс агрогородка.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, кластерный анализ, агрогородок, системы комплексного энергообеспечения.

Постановка проблемы в общем виде.

Переход аграрной энергетики на инновационный путь развития градообразующих агропромышленных предприятий и жилищно-коммунальной сферы агрогородков, является важной проблемой, успешное решение которой во многом будет предопределять энергоэффективность, энергобезопасность и перспективы повышения конкурентоспособности аграрного производства, достойные социально-бытовые условия жизнеобеспечения сельского населения.

Одним из принципов государственного управления в сфере энергосбережения в Республике Беларусь является сооружение проектов демонстрационных зон высокой энергетической эффективности (ДЗВЭ).

ДЗВЭ представляют собой проект (совокупность проектов), осуществляемый в масштабах района, промышленного и сельскохозяйственного предприятия, агрогородка и примыкающих сельских поселений. На этих объектах создаются благоприятные условия для получения и демонстрации совокупного эффекта за счет повышения эффективности использования и диверсификации, различных топливно-энергетических ресурсов, решения организационных, технических, экономических, нормативно-правовых проблем по приоритетным направлениям энергосбережения, концентрации ресурсов производственного и научно-технического потенциала.

Анализ последних исследований и публикаций. Создание демонстрационных

зон позволяет осуществлять накопление и адаптацию зарубежного и отечественного опыта, привлечение прямых иностранных инвестиций с целью дальнейшего развития экономики и социальной сферы агропромышленного комплекса (АПК) Беларуси.

Объектами демонстрационных зон в АПК могут быть: агропромышленные объекты, предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции; жилые комплексы усадебного типа, жилые и общественные здания и сооружения, объекты коммунально-бытового и социально-культурного назначения; автономные энергоцентры и управляющие организации топливно-энергетического комплекса, задействованные в производстве, преобразовании, передаче, хранении и распределении топлива, тепловой и электрической энергии [1].

Для разработки системы энергоэффективных и энергобезопасных демонстрационных зон сделан выбор представительных базовых сельхозпредприятий агрогородков.

Кластер – это группа схожих объектов в системе более высокого порядка, сформированная на основе близости их свойств.

Кластеризация – это группировка объектов на основе данных, описывающих свойства объекта. Объекты внутри классов должны быть схожи по комплексу выбранных свойств и отличаться от других, которые вошли в другие кластеры. Для объяснения сформированных кластеров

необходима их дополнительная интерпретация.

Методологической основой формирования кластеров, с точки зрения экспертов, считается интеграция системно-ситуационного подхода, ресурсной концепции, концепции заинтересованных сторон. Общеизвестным фактом для зарубежных и отечественных исследователей является признание отсутствия кластерной теории и единого методологического подхода к выделению кластеров.

Методология системного анализа позволяет провести комплексный анализ региональной кластеризации, а именно, выявить структуру и типизацию связей отдельных элементов внутри кластера и его отношения с внешней средой [2].

Для АПК Республики Беларусь характерны модели создания новых производств с целью расширения занятости населения при слабой или отсутствующей инновационной активности и использования ограниченных интеллектуальных запасов науки для агропромышленного комплекса в части разработок институтов и опытных хозяйств АПК, в частности, при создании биогазового комплекса с использованием вторичной биомассы животноводства, растениеводства и переработки сельхозпродукции, тепловых насосов, фотоэлектростанций и др. [3].

Формулирование целей статьи.

Основная цель исследования состояла в разработке научно-методологических основ концептуального проектирования и моделирования кластеров агрогородков.

Основной материал исследования.

Классификация агрогородков АПК является первым шагом в их группировке и кластерном анализе в соответствии с обоснованием системы демонстрационных зон высокой энергетической эффективности системы комплексного энергообеспечения агрогородков.

В настоящее время в АПК Беларуси преобразовано и вновь отстроено 1481 агрогородок, где сосредоточено около 60% сельского населения страны и такой же объём аграрного производства. В таблице 1 приведены данные о структуре базовых агрогородков Беларуси на которых опирается наше исследование. Проведенные исследования всех агрогородков Могилевской области позволили выполнить представительную группировку градообразующих агропромышленных предприятий по производственно-

хозяйственным и энергетическим показателям, полученные результаты представлены в таблице 2 [4].

Таблица 1

Структура базовых агрогородков

Область	Общее количество базовых агрогородков
Брестская область	8
Витебская область	8
Гомельская область	7
Гродненская область	9
Минская область	10
Могилевская область	12

Таблица 2

Структура показателей агрогородков

Количество проживающих в агрогородке	до 200 чел.	от 200 до 500 чел.	от 500 до 1000 чел.	более 1000 чел.
	1	64	48	7
Площадь пашни в хозяйстве	до 2000 га	от 2000 до 3000 га	от 3000 до 4000 га	более 4000 га
	26	43	28	23
Потребление электроэнергии в хозяйстве	до 300 тыс. кВт*ч	от 300 до 500 тыс. кВт*ч	от 500 до 1000 тыс. кВт*ч	более 1000 тыс. кВт*ч
	39	42	29	10
Потребление дизельного топлива в хозяйстве	до 200 тонн	от 200 до 300 тонн	от 300 до 400 тонн	более 400 тонн
	29	49	25	17

Следует сузить дальнейший анализ агрогородков для возможного размещения ДЗВЭ в передовых базовых агрогородках.

Для наших исследований было выделено 60 базовых сельхозпредприятий для решения вопросов повышения эффективности сосредоточенного в них сельскохозяйственного производства. Среди отобранных предприятий было определено эталонное хозяйство (СПК «Агрокомбинат «Снов» Несвижского района Минской области) и остальные сельхозпредприятия обязаны выйти на его уровень.

Была проведена кластеризация этих предприятий по динамике следующих показателей: результирующего критерия (индекса) по природно-климатическим условиям с использованием микроиндексов финансового состояния и эффективности деятельности. При этом сделан вывод о преимущественно определяющем критерии кластеризации агрогородков по природно-климатическим условиям аграрного производства [5].

Одной из основных задач при формировании энергетического кластера система комплексного энергообеспечения агрогородков является проведение энергетических обследований современного состояния энергообеспечения агрогородков,

оценка технических и организационных мероприятий по снижению расхода энергоресурсов и оценка прогнозируемого значения снижения потерь электроэнергии в результате внедрения рекомендуемых мероприятий.

Анализ кластерной экономики агрогородков можно характеризовать с помощью двух энергоэкономических показателей: энергоемкости сектора аграрного производства и душевым энергопотреблением социально-культурного сектора агрогородка данного кластера. Существенное значение здесь имеют природно-климатические условия регионального расположения агрогородков.

Резервы повышения энергоэффективности заключены также в особенностях регионального технического потенциала местных энергоресурсов, включая возобновляемые (МВЭР) и в зависимости от уровня сравнительной базовой энергоемкости кластера агрогородков.

Закономерности снижения энергоемкости систем энергоснабжения потребителей агрогородков сводятся к повышению энергоэффективности выработки и передачи потоков энергии (механической, электрической и тепловой)

Эффективность автономных энергоцентров, использующих МВЭР, связана с комбинированным производством электрической и тепловой энергии на базе газопоршневых и парогазовых когенерационных агрегатов малой мощности, размещаемых на территории аграрных предприятий и жилищно-коммунального хозяйства агрогородков, что обеспечивает существенное повышение общего коэффициента полезного действия преобразования местных энергоресурсов, включая возобновляемые.

Другие местные энергоресурсы (ветро-, гелио-, геотермо- и гидроэнергия) в комплексе с биогазовой энергией определяют энергоэффективные кластеры комплексных систем энергоснабжения агрогородков.

Для энергосистем агрогородков основными системообразующими факторами являются энергоэффективность производственного сектора и соблюдение социальных стандартов социально-бытовой сферы. При этом свойства энергоэкономичности должны выполняться с минимальными (оптимальными) затратами энергетических и других ресурсов, выполнять свои функции в требуемом объеме в нормальных условиях и в периоды нештатных

ситуаций под влиянием внутренних и внешних угроз.

Технические требования к системе энергоснабжения агрогородков включают:

- технико-технологические назначения видов энергии;
- суммарная установленная мощность энергоприемников;
- установленный максимум энергетической нагрузки;
- графики энергопотребления по видам энергии (получасовой, сутки, месяц, сезон, год);
- условия энергоснабжения (погодно-климатические, категории потребителей и др.).

Энергетическая база агрогородков складывается из энергопотребителей социально-культурной, жилищно-коммунальной и производственной сферы.

Производственный сектор включает, одно или несколько градообразующих агропромышленных предприятий с центром управления в центральном населенном пункте (одном или нескольких).

Производственный сектор в общем случае включает различные отрасли животноводства, растениеводства, первичной или углубленной переработки сельскохозяйственной продукции, а также подсобными предприятиями и промыслами.

Социально-культурный и жилищно-коммунальный (обобщенно, социально-бытовой) сектор включает разветвленную структуру зданий, сооружений и коммуникаций социально-культурного, жилищно-коммунального фонда, а также малые предприятия и сферу их обслуживания.

Различные стационарные и мобильные технологические процессы всех секторов агрогородка потребляют различные ТЭР: электроэнергию, природный или сжиженный газ, жидкое моторное и котельно-печное топливо, твердое топливо (привозное или местное) в разных количествах и со своими графиками нагрузок.

Эти энергоресурсы доставляют по различным каналам со значительными расходами на транспорт, средства хранения, конверсию и распределение.

Потребление топливно-энергетических ресурсов в аграрном секторе экономике страны после вынужденного периода спада производства неуклонно повышается. При этом следует учитывать дефицит собственных энергоресурсов и как следствие, зависимость страны от импорта и стоимости поставляемых

енергоресурсов, а проблема проектування модернізації і реконструкції системи комплексного енергообеспечення агрогородков (СКЭОА) потребує свого техніко-технологічного і економічного обґрунтування.

Требует учета диверсификация потребляемых энергоресурсов вместе с качественными изменениями в составе энергопотребителей агрогородков в связи с усиливающейся специализацией и технико-технологическом переоснащением аграрного производства,

Развитие рыночных отношений, малого и среднего бизнеса, в том числе, в производстве, переработке и доставке МВЭР, так же требует своевременного разрешения в обосновании эффективных СКЭОА.

Социальный и экономический эффект СКЭОА возникает на различных этапах их развития энергетики:

- на этапе кратко- и среднесрочного прогнозирования эффект достигается при использовании эффективных методов и моделей модернизации (реинжиниринге) энергосистем агрогородков в различных экономических ситуациях на региональном и внешних энергетических рынках государства, а эффект достигается от экономии капитальных затрат и планируемых энергосберегающих мероприятий при технико-технологическом перевооружении агрогородков;

- при эксплуатации СКЭОА экономический эффект достигается в результате снижения хозяйственных ущербов в производственной сфере и социальный эффект - при соблюдении минимальных государственных социальных стандартов.

Экономические оценки рассчитываются исходя из предполагаемых величин доходов и расходов, инвестиций и ставок налогообложения для определения финансовой жизнеспособности и рентабельности для общества вовлечения МВЭР в ТЭБ агрогородка. Экономический анализ позволяет рассчитать различные виды МВЭР и демонстрационные объекты как для отдельных демонстрационных зон секторов агрогородка.

В дальнейшем описании будут использованы следующие обозначения:

K_t - капитальные вложения в год t ;

I_t - текущие издержки в год t ;

$\bar{I}_t = I_t - I_{ам t}$ - текущие издержки без амортизации в год t ;

P_t - приток наличности в год t ;

\mathcal{E} - произведенная энергия за расчетный период в натуральном выражении;

K_{Σ} - суммарные инвестиции в объект;

T - расчетный период; r - норма дисконтирования;

B_t - коэффициент одновременности затрат;

$$B_t = \frac{1}{(1+r)^t};$$

n_r - годовая процентная ставка по депозитам;

$$r = \frac{n_r + b}{1 + b}.$$

Определяются следующие основные критерии экономической эффективности по которым следует осуществлять экономическое сопоставление конверсионных установок и структуры ДЗВЭ [6, 7, 8].

1) По затратам на создание объектов возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и их функционирование - сумма полных затрат в объеме ВИЭ (с учетом инфляционных процессов, дисконтирования, пользования кредитами и др.). За расчетный период, в пределах которого определяется экономическая оценка системы

$$3 = \sum_{t=1}^{T_c} (K_t + \bar{I}_t) \cdot B_t$$

2) По усредненным удельным полным дисконтированным затратам в развитие ресурсов ВИЭ, обеспечивающим выдачу потребителю полезной энергии в течение расчетного периода (цент/кВт ч):

$$z = \frac{3}{\mathcal{E}}$$

3) По суммарному чистому дисконтированному доходу (ЧДД) от развития ресурса ВИЭ за расчетный период:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^{T_c} (P_t - K_t - \bar{I}_t) \cdot B_t$$

Если ЧДД > 0, то развитие ресурсов ВИЭ в данном объеме экономически целесообразно.

4) По индексу доходности (ИД):

$$\text{ИД} = \frac{\text{ЧДД}}{K_{\Sigma}}$$

5) По сроку окупаемости T_0 , определяемому с учетом дисконтирования из уравнения:

$$\sum_{t=1}^{T_0} (P_t - K_t - \bar{I}_t) \cdot B_t = 0$$

6) По внутренней норме доходности (ВНД), определяемой из уравнения:

$$\sum_{t=1}^{T_c} (P_t - K_t - \bar{I}_t) \cdot \frac{1}{(1 + ВНД)^t} = 0$$

Эти шесть экономических показателей позволяют дать полное представление об экономической целесообразности объекта и могут быть использованы в качестве основных показателей экономической значимости создания ДЗВЭ и вовлечения МВЭР в состав топливно-энергетических ресурсов региона.

Выводы. Таким образом, динамический мониторинг 60 базовых сельхозпредприятий за пять лет показал, что в целом положительная тенденция по результирующему критерию присуща половине предприятий, в том числе по микроиндексам финансового состояния и эффективности деятельности – 30 и 52%, соответственно. Несмотря на то, что показатели хозяйств, функционирующих в лучших природно-климатических условиях, достаточно высоки, большинство предприятий, обладающих направленностью к росту значений параметров, сосредоточено в группах, не имеющих благоприятных погодных и почвенных условий. Это свидетельствует о том, что хозяйства, обладающие преимуществами в природно-климатических условиях, не используют весь свой потенциал. Но с другой стороны, эти

предприятия более перспективны для создания ДЗВЭ на территории агрогородков, учитывая достигнутый уровень производства и высокую организацию производства.

Несмотря на то, что ряд предприятий приближается к значениям СПК «Агрокомбинат «Снов», все же большинство далеко от них. Поэтому в каждой группе хозяйств, функционирующих в различных природно-климатических условиях, были выделены свои лидеры, к уровню которых, по мнению авторов, необходимо стремиться остальным предприятиям соответствующей группы.

Вместе с тем, поскольку, даже работая весьма эффективно в неблагоприятных природно-климатических условиях, достигнуть уровня предприятия, обладающего не только новейшими технологиями, высокой культурой земледелия, но и более выгодными природно-климатическими условиями, как доказано этими исследованиями, физически невозможно.

Таким образом, результаты представленного анализа вместе с учетом регионального потенциала и вида МВЭР, позволяет обосновать выбор кластеров агрогородков.

Література.

1. Рутко Д. Ф. Теоретические аспекты интеграции субъектов хозяйствования / Д. Ф. Рутко // Экономическое образование и современные педагогические технологии. Экономика и предпринимательство: сб. науч. работ. Вып. 2 / Ин-т предпринимательской деятельности; под общ. ред. В.В. Швердова, И.С. Солодухи. – Минск, 2008. – 176 с. – С. 149-155.
2. Чернышев В. О. Системный подход к управлению субъектами хозяйствования: [монография] / В.О. Чернышев и В.А. Грабауров; под ред. Ф. А. Романюк - Минск: БНТУ, 2014. - 271 с.
3. Энергоэффективность аграрного производства / В. Г. Гусаков [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, отд. агр. наук, Ин-т экономики, Ин-т энергетики; под общ. ред. акад. В. Г. Гусакова, Л. С. Герасимовича. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 776 с.
4. Комплексное энергообеспечение агрогородков Могилевской области / Л. С. Герасимович [и др.] // Вес.Нац. акад. Навук Беларусі. – 2009. – №1. – С. 99-105.
5. Ковалев М. М. Рейтинг экономического развития 60 базовых сельхозпредприятий Республики Беларусь / М. М. Ковалев, Е. С. Тарасенко // Вестник ассоциации белорусских банков. – 2009. – №6. – С. 10-19.
6. Симанков В. С. Оценка эффективности вовлечения нетрадиционных возобновляемых источников энергии в энергобаланс региона / В. С. Симанков, П. Ю. Буцацкий // Вестник Адыгейского государственного университета. Сер.: Естественно-математические и технические науки. – 2012. – Вып. 2. – С. 123-132.
7. Безруких П. П. Основные методические положения выбора демонстрационных объектов возобновляемой энергетики (на примере Республики Карелия) / П. П. Безруких, Г. И. Сидоренко // Энергетическая политика. – 2004. – № 4. – С. 8-21.
8. Сергеев Н. Н. Использование энергосберегающих технологий в хозяйственной деятельности промышленных предприятий / Н. Н. Сергеев // Вестник УдмГУ. – 2011. – № 2-3. – С. 53-57.

References.

1. Rutko D. F. (2008). Teoreticheskiye aspekty integratsii sub'yektov khozyaystvovaniya [Theoretical aspects of integration of economic entities]. Ekonomicheskoye obrazovaniye i sovremennyye pedagogicheskiye tekhnologii.

Ekonomika i predprinimatel'stvo: sb. nauch. rabot. Vyp. 2 / In-t predprinimatel'skoy deyatelnosti; pod obshch. red. V. V. Sheverdova, I.S. Solodukhi, P. 149-155 [in Russian].

2. *Chernyshev V. O. (2017). Sistemnyy podkhod k upravleniyu sub'yektami khozyaystvovaniya [System approach to management of business entities]. Monograph, 271 p. [in Russian].*

3. *Energoeffektivnost' agrarnogo proizvodstva [Energy efficiency of agricultural production]. V. G. Gusakov [i dr.] (2011); Nats. akad. nauk Belarusi, otd. agr. nauk, In-t ekonomiki, In-t energetiki; pod obshch. red. akad. V. G. Gusakova, L. C. Gerasimovicha. Minsk: Belarus. navuka, 776 p. [in Russian].*

4. *L. S. Gerasimovich [i dr.] (2009) Kompleksnoye energoobespecheniye agrogorodkov Mogilevskoy oblasti [Integrated energy supply for agro-towns of the Mogilev region]. Ves.Nats. akad. Navuk Belarusi, №1, P. 99-105 [in Russian].*

5. *Kovalev M. M. (2009) Reyting ekonomicheskogo razvitiya 60 bazovykh sel'khozpredpriyatiy Respubliki Belarus' [The rating of economic development of 60 basic agricultural enterprises of the Republic of Belarus]. Bulletin of the Association of Belarusian Banks, № 6, P. 10-19 [in Russian].*

6. *Simankov V. S., Buchatskiy P. Yu. (2012) Otsenka effektivnosti вовлечeniya netraditsionnykh vozobnovlyayemykh istochnikov energii v energobalans regiona [Evaluation of the effectiveness of the involvement of non-traditional renewable energy sources in the energy balance of the region]. Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Estestvenno-matematicheskie i tehnicheckie nauki, Issue 2, P. 123-132 [in Russian].*

7. *Bezrukikh P. P., Sidorenko G. I. (2004) Osnovnyye metodicheskiye polozheniya vybora demonstratsionnykh ob'yektov vozobnovlyayemoy energetiki (na primere Respubliki Kareliya) [The main methodological provisions of the choice of demonstration objects of renewable energy (on the example of the Republic of Karelia)]. Energeticheskaya politika, № 6, P. 8-21 [in Russian].*

8. *Sergeyev N. N. (2011) Ispol'zovaniye energosberegayushchikh tekhnologiy v khozyaystvennoy deyatelnosti promyshlennykh predpriyatiy [Usage of energy-saving technologies in the economic activity of industrial enterprises]. Vestnik UdmGU, No. 2-3, P. 53-57 [in Russian].*

Анотація.

Герасимович Л. С., Сапун О. Л. Енергетична ефективність системи комплексного енергозабезпечення агромістечок Республіки Білорусь.

Стаття присвячена розробці науково-методологічних основ концептуального проектування і моделювання кластерів агромістечок Республіки Білорусь. Проведено класифікацію агромістечок, угрупування і кластерний аналіз у відповідності з обґрунтуванням системи демонстраційних зон високої енергетичної ефективності системи комплексного енергозабезпечення агромістечок. Економічні оцінки розраховуватися виходячи з передбачуваних величин доходів і витрат, інвестицій та ставок оподаткування для визначення фінансової життєздатності та рентабельності залучення місцевих енергоресурсів в паливо-енергетичний баланс агромістечок.

Ключові слова: енергетична ефективність, кластерний аналіз, агромістечко, системи комплексного енергозабезпечення.

Abstract.

Gerasimovich L. S., Sapun O. L. Energy efficiency of the complex energy supply system for agro towns of the Republic of Belarus.

The article is devoted to the development of scientific and methodological foundations of conceptual design and modeling of clusters of agro towns of the Republic of Belarus. Classification of agro-towns, grouping and cluster analysis in accordance with the justification of the system of demonstration zones of high energy efficiency of the complex energy supply system for agro-towns was carried out. Economic estimates are calculated on the basis of the expected values of income and expenditure, investments and tax rates to determine the financial viability and profitability of involving local energy resources in the fuel-energy balance of the agro-town.

Keywords: energy efficiency, cluster analysis, agro-towns, integrated energy supply systems.

Стаття надійшла до редакції 02.03.2018 р.

Бібліографічний опис статті:

Герасимович Л. С. Энергетическая эффективность системы комплексного энергообеспечения аггородков Республики Беларусь / Л. С. Герасимович, О. Л. Сапун // Актуальні проблеми інноваційної економіки. – 2018. – № 2. – С. 10-15.

Gerasimovich L. S., Sapun O. L. (2018) Energy efficiency of the complex energy supply system for agro towns of the Republic of Belarus. Actual problems of innovative economy, No 2, pp. 10-15.

