

Галина РУДЧЕНКО

*преподаватель кафедры экономики и управления  
в отраслях Гомельского государственного  
технического университета им. П. О. Сухого*

УДК 658.26

## **Методические подходы к оценке экономической эффективности внедрения биогазовых комплексов в сельскохозяйственных организациях**

### **Введение**

Одним из наиболее значимых условий эффективного функционирования сельскохозяйственных организаций является их надежное энергоснабжение при соблюдении все возрастающих требований к бесперебойности и экологической безопасности процессов генерации и передачи энергии. Это условие может быть выполнено посредством вовлечения в энергетический баланс экологически безопасных и надежных источников энергии. Значимость данной проблематики отмечается в [1, 2, 3].

Перспективным направлением развития систем энергообеспечения сельскохозяйственных организаций может стать использование децентрализованных источников энергии на базе возобновляемых энергоресурсов (далее – ВИЭ). Из всего их многообразия наиболее эффективными в сельском хозяйстве являются биогазовые комплексы, работающие на отходах животноводческих и птицеводческих производств.

Цель проводимых нами исследований заключалась в систематизации методических подходов к оценке экономической эффективности внедрения децентрализованных источников энергии у потребителя, а также в разработке методики оценки экономической эффективности внедрения биогазовых комплексов (далее – БГК) в сельскохозяйственных организациях.

### **Основная часть**

Вопросам оценки эффективности внедрения децентрализованных источников энергии посвящены труды таких ученых, как А. Вертешев, Ю. Воропанова, Н. Дроздова, М. Казанов, А. Кондратьев, Е. Карасева, Т. Каримова, А. Квитко, Я. Семенов, Г. Отмахов, В. Киушкина, О. Кузнецова, В. Лебедев, Д. Лебедь, Л. Падалко, А. Куксов, С. Прусов, Г. Рязанова, Е. Смышляева, О. Суржикова, М. Сысоева, В. Тарасенко, Р. Фархутдинов, Л. Хабачев и др. [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23]. В настоящее время действует Методика оценки целесообразности строительства локальных энергоисточников с учетом экономического эффекта для республики [24, с. 100].

На основе проведенных исследований нами была осуществлена систематизация имеющихся методических подходов к оценке эффективности внедрения децентрализованных источников энергии и выработана их авторская классификация (см. табл. 1).

Предложенная нами классификация подходов к оценке эффективности внедрения децентрализованных источников энергии позволяет: во-первых, отразить многовариантность способов оценки эффективности внедрения такого рода объектов, во-вторых, выбрать конкретный подход в зависимости от области применения оценки, в-третьих, комплексно представить набор имеющихся подходов к оценке эффективности децентрализованных источников энергии.

Изучение содержания рассмотренных выше методов позволило нам выявить их преимущества и недостатки, а также дать их сравнительную характеристику (см. табл. 2).

Таблица 1. Методические подходы к оценке эффективности внедрения децентрализованных источников энергии

Критерии оценки	Подходы к оценке	Авторы или методики, применяющие данные подходы
1. Тип первичного энергоносителя	Оценка проводится для ветроэлектростанций, солнечных электростанций, дизельных электростанций и пр.	Ю. Воропанова [5], Н. Дроздова [6], Е. Карасева [8], В. Киушкина [11], Г. Рязанова [17], О. Суржикова [19], М. Сысоева [20]
2. Балансовая принадлежность объекта генерации	2.1. Оценка для децентрализованных объектов генерации, принадлежащих энергосистеме	Методика оценки целесообразности строительства локальных энергоисточников с учетом экономического эффекта для республики [24], Н. В. Дроздова [6], С. Прусов [16]
	2.2. Оценка для децентрализованных объектов генерации, принадлежащих юридическим лицам	Н. Дроздова [6], Е. Карасева [8], Т. Каримова [9], Г. Рязанова [17], Е. Смышляева [18]
3. Вид оцениваемого эффекта	3.1. Технический подход	А. Квитко, Я. Семенов, Г. Отмахов [10], В. Лебедев [13]
	3.2. Экономический подход	А. Вертешев [4], Ю. Воропанова [5], Е. Карасева [8], Г. Рязанова [17], Р. Фархутдинов [22]
	3.3. Сочетание экономического и технического подходов	Н. Дроздова [6], М. Казанов, А. Кондратьев [7], Т. Каримова [9], В. Киушкина [11], О. Суржикова [16], М. Сысоева [20], В. Тарасенко [21], Л. Хабачев [23]
4. Учет фактора времени	4.1. Статический подход	В. Киушкина [11], Д. Лебедь [14], Л. Падалко, А. Куксов [15], О. Суржикова [16], М. Сысоева [20], В. Тарасенко [21]
	4.2. Динамический подход	Ю. Воропанова [5], Н. Дроздова [6], Е. Карасева [8], Т. Каримова [9], Г. Рязанова [17], Е. Смышляева [18], М. Сысоева [20], Р. Фархутдинов [22], Л. Хабачев [23]

Примечание. Составлена автором по результатам собственных исследований.

Таблица 2. Сравнительная характеристика методов оценки эффективности внедрения децентрализованных источников энергии

Метод оценки	Преимущества	Недостатки
1. Методы оценки в зависимости от типа первичного энергоносителя	Позволяют провести квалифицированную и достоверную оценку конкретного децентрализованного источника энергии, то есть учесть специфику рассматриваемой задачи	Узкая область применения: только для соответствующих генерирующих установок
2. Методы оценки в зависимости от балансовой принадлежности децентрализованного источника энергии	Позволяют провести оценку эффективности внедрения соответствующего объекта с точки зрения собственника	Спорные аспекты в оценке получаемой экономии условного топлива
3. Методы оценки в зависимости от вида оцениваемого эффекта	Позволяют провести достоверную оценку одной из сторон функционирования объекта	Оставляют без внимания социальную и экологическую составляющие
4. Методы оценки в зависимости от учета фактора времени	Расчет статических показателей является весьма простым и понятным. Динамические методы оценки позволяют определить доходность проекта	Применение только одного подхода является ограниченным. Во-первых, в случае использования статических методов отсутствует возможность учета экономических последствий от вложения инвестиций в разные годы расчетного периода и изменения ценности капитала во времени. Во-вторых, при расчете чистой дисконтированной стоимости предполагается заданным срок службы объекта, что лишено смысла в случае развивающейся энергосистемы

Примечание. Составлена автором по результатам собственных исследований.

По результатам сравнительной характеристики методов оценки эффективности децентрализованных источников энергии (см. табл. 2) нами установлено следующее:

основные различия рассмотренных подходов обуславливаются областью их применения на практике; в качестве базовой группы следует отметить методы оценки экономической эффективности, в основе которых лежит расчет динамических показателей.

Внедрение децентрализованных источников энергии в систему энергообеспечения хозяйствующих субъектов позволяет решить комплекс задач, в связи с чем для каждого конкретного объекта должно быть осуществлено приложение общей методики с учетом особенностей рассматриваемого объекта. В Республике Беларусь имеется развитое сельское хозяйство. Одним из наиболее перспективных направлений является возведение БГК в крупнотоварных сельскохозяйственных организациях, использующих в качестве сырья отходы животноводства, в первую очередь навоз свиней и крупного рогатого скота, птичий помет.

По результатам анализа имеющихся подходов к оценке экономической эффективности внедрения БГК в сельскохозяйственных предприятиях, а также с учетом собственных исследований нами разработана методика комплексной оценки эффективности внедрения БГК в сельскохозяйственных организациях. В основу предлагаемой методики положены следующие концептуальные принципы:

во-первых, персонификация расчетов при оценке экономической эффективности проекта, то есть проведение расчетов с позиций выгоды для субъекта хозяйственной деятельности;

во-вторых, обязательный учет участия энергосистемы в процессе энергоснабжения сельскохозяйственных организаций вследствие того, что децентрализованные источники энергии не могут служить единственным источником энергоснабжения;

в-третьих, сооружение децентрализованных источников энергии нарушает работу энергосистемы, в связи с чем следует учитывать методические приемы по ограничению влияния таких объектов на белорусскую энергосистему при их интеграции в нее.

Методика предполагает выполнение совокупности расчетных и аналитических операций, сгруппированных нами в рамках взаимосвязанных этапов (см. табл. 3).

Таблица 3. Этапы оценки экономической эффективности внедрения БГК

Наименование этапа	Содержание этапа
Этап 1. Подготовительный	1.1. Определение сценария и варианта работы БГК
	1.2. Определение набора показателей для проведения расчетов
	1.3. Формирование перечня исходных данных в соответствии с целями расчетов
Этап 2. Расчетный	2.1. Расчет единовременных капиталовложений по проекту
	2.2. Расчет притоков денежных средств по проекту
	2.3. Расчет оттоков денежных средств по проекту
	2.4. Расчет ЧДС и дополнительных критериев оценки эффективности проекта
Этап 3. Аналитико-диагностический	3.1. Анализ эффективности реализации проекта в соответствии с выбранным сценарием и вариантом
	3.2. Принятие решения об изменении сценария либо о реализации (отклонении) проекта

Примечание. Составлена автором по результатам собственных исследований.

Назначение первого этапа заключается в установлении порядка проведения работы в зависимости от сценария и варианта функционирования БГК, определении набора показателей, объема имеющейся исходной информации. При принятии решения о целесообразности сооружения БГК в сельскохозяйственных предприятиях должны найти отражение следующие сценарии:

I – с выдачей избыточно произведенной на БГК электроэнергии в энергосистему.

II – без выдачи избыточно произведенной электроэнергии в энергосистему при соответствующем снижении годового числа часов использования установленной электрической мощности БГК.

В расчетах также необходимо предусмотреть 2 варианта:

вариант 1 – до ввода БГК в эксплуатацию предприятие получало и тепловую, и электрическую энергию от энергосистемы;

вариант 2 – до ввода БГК в эксплуатацию предприятие получало от энергосистемы только электроэнергию, тепловую энергию – от собственных теплоисточников.

На втором (расчетном) этапе последовательно выполняются операции по определению капитальных вложений по проекту (этап 2.1), расчету притоков денежных средств (этап 2.2), расчету оттоков денежных средств (этап 2.3), а также чистой дисконтированной стоимости и дополнительных критериев оценки эффективности проекта: динамического срока окупаемости, индекса доходности, внутренней нормы рентабельности. Используемые формулы для расчета притоков и оттоков денежных средств приведены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4. Составляющие притоков денежных средств

Вид результата	Показатели	Расчетные формулы	Примечания
Экономический	Приток денежных средств за счет снижения платы предприятия энергосистеме за потребленную электрическую энергию, USD/год	$P_{\text{э}} = W_{\text{п}} \cdot T_{\text{э}}$ (1)	$W_{\text{п}}$ – количество электроэнергии, потребляемой предприятием в течение года и замещенной получением от БГК, тыс. кВт·ч/год; $T_{\text{э}}$ – среднегодовой тариф на электроэнергию для предприятия, 0,01 USD/кВт·ч
	Приток денежных средств за счет снижения платы предприятия энергосистеме за потребленную тепловую энергию, USD/год	$P_{\text{т,з}} = Q_{\text{п}} \cdot T_{\text{т,з}}$ (2)	$Q_{\text{п}}$ – количество тепловой энергии, потребляемой предприятием в течение года и замещенной получением от БГК, тыс. Гкал/год; $T_{\text{т,з}}$ – среднегодовой тариф на тепловую энергию для предприятия, USD/Гкал
	Приток денежных средств от реализации в энергосистему избыточно произведенной на БГК электрической энергии, USD/год	$D_{\text{э,з}}^{\text{изб}} = T_{\text{э}}^{\text{изб}} \cdot \Delta W_{\text{изб}}$ (3)	$T_{\text{э}}^{\text{изб}}$ – средний тариф на избыточную электрическую энергию, выдаваемую в энергосистему, 0,01 USD/кВт·ч; $\Delta W_{\text{изб}}$ – количество избыточно произведенной электрической энергии, тыс. кВт·ч/год
	Приток денежных средств от реализации в энергосистему избыточно произведенной на БГК тепловой энергии, USD/год	$D_{\text{т,з}}^{\text{изб}} = T_{\text{т,з}}^{\text{изб}} \cdot \Delta Q_{\text{изб}}$ (4)	$T_{\text{т,з}}^{\text{изб}}$ – средний тариф на избыточную тепловую энергию, выдаваемую в энергосистему, USD/Гкал; $\Delta Q_{\text{изб}}$ – количество избыточно произведенной тепловой энергии, Гкал/год
	Приток денежных средств от продажи добровольных сокращений выбросов парниковых газов, USD/год	$P_{\text{плг}} = \Delta G_{\text{плг}} \cdot C_{\text{плг}}$ (5)	$\Delta G_{\text{плг}}$ – снижение выбросов парниковых газов в атмосферный воздух в пересчете на диоксид углерода, т/год, определяемое по ТКП 17.09-01. Для проведения предварительных расчетов $\Delta G_{\text{плг}} = \frac{P_{\text{уст.}}}{500} \cdot 10500$ , где $P_{\text{уст.}}$ – установленная мощность БГК, кВт; 10500 – величина сокращения выбросов парниковых газов в пересчете на диоксид углерода для БГК мощностью 500 кВт, т/год, при сокращении выбросов диоксида углерода на 9600 т/год, метана – на 37,24 т/год, закиси азота – на 0,38 т/год. $C_{\text{плг}}$ – стоимость тонны выбросов парниковых газов в пересчете на диоксид углерода, реализованных по схеме добровольных сокращений выбросов, USD/т
Экологический	Снижение выплат экологического налога в связи с сокращением выбросов загрязняющих веществ, USD/год	$P_{\text{з.в}} = \sum \Delta G_{\text{з.в}}^i \cdot S_{\text{з.в}}^i$ (6)	$\Delta G_{\text{з.в}}^i$ – снижение (увеличение) выбросов $i$ -го загрязняющего вещества в атмосферный воздух при горении биогаза за счет замещения природного газа, определяемое по ТКП 17.08-01, а также снижение выбросов аммиака, метанола (метилового спирта), сероводорода, метиламина (мометиламина), фенола (гидроксибензола) за счет внедрения новой системы уборки, хранения и использования навоза, определяемое по ТКП 17.08-11, т/год. Для проведения предварительных расчетов $\Delta G_{\text{з.в}}^i = \frac{P_{\text{уст.}}}{500} \cdot (1,32_2 + 0,88_3 + 1,65_4)$ , где $P_{\text{уст.}}$ – установленная мощность БГК, кВт; 1,32 – величина сокращения выбросов загрязняющих веществ второго класса опасности (диоксида азота, сероводорода, метиламина (мометиламина), фенола (гидроксибензола)) для БГК мощностью 500 кВт, т/год;

			<p>0,88 – величина сокращения выбросов загрязняющих веществ третьего класса опасности, равная разнице между сокращением выбросов загрязняющих веществ (диоксида азота, метанола (метилового спирта)) и увеличением выбросов загрязняющих веществ (диоксида серы, твердых частиц) для БГК мощностью 500 кВт, т/год; 1,65 – величина сокращения выбросов загрязняющих веществ четвертого класса опасности (аммиака, оксида углерода, предельных углеводородов алифатического ряда C1–C10 (алканы)) для БГК мощностью 500 кВт, т/год; <math>S_{зв}^i</math> – ставка экологического налога за выброс <math>i</math>-го загрязняющего вещества в атмосферный воздух, USD/т</p>
	<p>Приток денежных средств за счет сокращения сбрасываемых стоков, снижения нагрузки на очистные сооружения, USD/год</p>	$П_{оч} = \frac{\Delta C_{оч} \cdot T \cdot \sum V_i}{24 \cdot 1000} \quad (7)$	<p><math>\Delta C_{оч}</math> – снижение стоимости вносимых в качестве удобрений и не поступающих на очистные сооружения удобрений, USD/т;  <math>T</math> – число часов работы технологического оборудования в году, ч; для проведения предварительных расчетов принимается равным 8760 ч/год;  <math>V_i</math> – объем <math>i</math>-го сырья, поступающего на переработку, кг/сут. (определяется в соответствии с ТКП 17.02-05-2011, с. 20–23)</p>
	<p>Приток денежных средств от продажи разделенной твердой фракции в качестве удобрений, плодородных слоев почв и компостов (в случае имеющегося разрешения санитарно-эпидемиологических служб и наличия гарантированных покупателей удобрений, плодородных почв и компостов), USD/год</p>	$П_{ул} = \frac{G_{ул} \cdot C_{ул} \cdot T}{24 \cdot 1000} \quad (8)$	<p><math>G_{ул}</math> – суточный объем образующейся твердой фракции, кг/сут., определяемый в соответствии с ТКП 17.02-05-2011, с. 13–14;  <math>C_{ул}</math> – стоимость твердой фракции, USD/т, зависящая от ее состава и агротехнических свойств и определяемая индивидуально для каждого БГК, USD/т;  <math>T</math> – число часов работы технологического оборудования в году, ч; для проведения предварительных расчетов принимается равным 8760 ч/год</p>
<p>Агрономический</p>	<p>Приток денежных средств от увеличения урожайности, USD/год</p>	$П_{ур} = \sum \Delta U_{ур}^i \cdot C_{к}^i \quad (9)$	<p><math>\Delta U_{ур}^i</math> – увеличение урожайности <math>i</math>-й сельскохозяйственной культуры в натуральном выражении, т/год, определяемое в соответствии с ТКП 17.02-05-2011, с. 16–17;  <math>C_{к}^i</math> – стоимость <math>i</math>-й сельскохозяйственной культуры, USD/т, принимается по среднерыночным расценкам на момент проведения расчетов</p>
	<p>Приток денежных средств за счет сокращения объемов вносимых в почву химических веществ (пестицидов и гербицидов), USD/год</p>	$П_{х} = \sum C_{х}^i \cdot \frac{\Delta X^i}{100} \cdot S_{х} \quad (10)$	<p><math>C_{х}^i</math> – первоначальная стоимость обработки химическими препаратами для <math>i</math>-й сельскохозяйственной культуры, руб./га. Первоначальная стоимость вносимых химических препаратов определяется для каждого из обрабатываемых участков полей в зависимости от их типа и состава индивидуально для каждого предприятия;  <math>\Delta X^i</math> – сокращение внесения химических препаратов для <math>i</math>-й сельскохозяйственной культуры, %, определяемое в соответствии с ТКП 17.02-05-2011, с. 11;  <math>S_{х}</math> – площадь земли, на которую вносятся химические препараты, га/год, определяется индивидуально для каждого предприятия</p>
<p>Итого: приток денежных средств</p>			

Примечание. Составлена автором по результатам собственных исследований.

Таблица 5. Составляющие оттоков денежных средств

Виды затрат	Показатели	Расчетные формулы	Примечания
Единовременные затраты	Единовременные капиталовложения в сооружение БГК, USD	$K_{\text{БГК}} = \sum_{i=1}^n k_i \cdot P_{\text{вет}}^i \quad (11)$	$k_i$ – удельные капиталовложения в БГК с $i$ -м энергетическим оборудованием, USD/кВт, принимаются по сметным стоимостям оборудования либо по зарубежным объектам-аналогам. В случае отсутствия этих данных для предварительных расчетов принимаются значения в соответствии с ТКП 17.02-05-2011, с. 4; $P_{\text{вет}}^i$ – установленная мощность БГК с $i$ -м энергетическим оборудованием, определяемая в соответствии с ТКП 17.02-05-2011, с. 11–12
Годовые издержки по БГК	Ежегодные отчисления на обслуживание и ремонт БГК, энергетического оборудования, USD/год	$Z_p = \sum_{i=1}^n \frac{z_i}{100} \cdot K_i \quad (12)$	$z_i$ – доля отчислений от первоначальной стоимости основного оборудования БГК с $i$ -м энергетическим оборудованием в год, %, принимается по данным, предоставленным заводами-изготовителями в зависимости от состава оборудования БГК. Для проведения предварительных расчетов принимаются значения из ТКП 17.02-05-2011, с. 9; $K_i$ – капиталовложения в БГК с $i$ -м энергетическим оборудованием, USD. Для проведения предварительных расчетов принимаются значения из ТКП 17.02-05-2011, с. 4
Ежегодные затраты на закупку сырья для производства биогаза, USD/год	Ежегодные затраты на закупку сырья для производства биогаза, USD/год	$Z_c = \sum_{i=1}^n V_i^c \cdot C_i \quad (13)$	$V_i^c$ – объем $i$ -го закупаемого сырья, поступающего на переработку, т/год; $C_i$ – стоимость $i$ -го закупаемого сырья, поступающего на переработку, USD/т, определяемая индивидуально для каждого БГК. В соответствии с ТКП 17.02-05-2011 при использовании для работы БГК собственного сырья и отсутствии закупки сырья у сторонних организаций стоимость закупаемого сырья приравнивается к нулю
Плата предприятия за резервную электрическую мощность, USD/год	Плата предприятия за резервную электрическую мощность, USD/год	$C_{\text{э.}}^{\text{рез.}} = N_{\text{БГК}}^{\text{рез.}} \cdot \overline{C_{\text{э.}}}^{\text{рез.}} \quad (14)$	$N_{\text{БГК}}^{\text{рез.}}$ – величина резервной электрической мощности для БГК в энергосистеме, кВт; $\overline{C_{\text{э.}}}^{\text{рез.}}$ – удельная среднегодовая плата за единицу резервной электрической мощности для БГК, USD/кВт (предоставляется ГПО «Белэнерго»)
Дополнительные годовые издержки по БГК, связанные с оплатой энергосистеме содержания резервных мощностей	Плата предприятия за резервную тепловую мощность, USD/год	$C_{\text{т.э.}}^{\text{рез.}} = q_{\text{БГК}}^{\text{рез.}} \cdot \overline{C_{\text{т.э.}}}^{\text{рез.}} \quad (15)$	$q_{\text{БГК}}^{\text{рез.}}$ – величина резервной тепловой мощности для БГК в энергосистеме, Гкал/ч; $\overline{C_{\text{т.э.}}}^{\text{рез.}}$ – удельная среднегодовая плата за единицу резервной тепловой мощности для БГК, USD/Гкал/ч (Предоставляется ГПО «Белэнерго»)
	Плата за диспетчеризацию, USD/год	$T_{\text{дисп.}} = \mathcal{E}_{\text{БГК}} \cdot \overline{C_{\text{э.}}}^{\text{дисп.}} \quad (16)$	$\mathcal{E}_{\text{БГК}}$ – выработка электрической энергии на БГК за период, кВт·ч; $\overline{C_{\text{э.}}}^{\text{дисп.}}$ – удельная среднегодовая плата за диспетчеризацию для БГК, 0,01 USD/кВт·ч
Итого: отток денежных средств	Плата за передачу и распределение, USD/год	$T_{\text{расп.}} = \mathcal{E}_{\text{БГК}} \cdot \overline{C_{\text{э.}}}^{\text{расп.}} \quad (17)$	$\overline{C_{\text{э.}}}^{\text{расп.}}$ – удельная среднегодовая плата за передачу и распределение для БГК, 0,01 USD/кВт·ч

Примечание. Составлена автором по результатам собственных исследований.

Третий этап – аналитико-диагностический. Во время него производится экономическая интерпретация полученных на втором этапе показателей и делается заключение о принятии (отклонении) проекта либо об изменении первоначально принятого сценария.

При формировании оттока денежных средств на основе [24, 26] были выработаны методические приемы по учету дополнительных годовых издержек по БГК, связанных с оплатой энергосистеме содержания резервных мощностей (см. табл. 5).

В качестве отличительных особенностей предлагаемой методики, определяющих ее научную новизну и практическую значимость, следует отметить: во-первых, максимально полный учет всех для сельскохозяйственной организации аспектов внедрения и функционирования БГК; во-вторых, выделение вида результата при формировании притока денежных средств (экономический, экологический, агрономический); в-третьих, отражение вида затрат при формировании оттока денежных средств (единовременные затраты, годовые издержки, дополнительные годовые затраты, связанные с оплатой энергосистеме содержания резервных мощностей).

Таким образом, использование разработанной методики будет способствовать:

развитию методических положений по оценке эффективности внедрения БГК в сельскохозяйственных предприятиях;

повышению в практике хозяйствования уровня методической обеспеченности процесса принятия решений и степени научной обоснованности реализуемых мер по сооружению БГК в сельском хозяйстве.

## Заключение

Исследование подходов к внедрению децентрализованных источников энергии у потребителей позволило нам сделать перечисленные ниже выводы.

1. При оценке эффективности внедрения децентрализованных источников энергии используются различные подходы, сгруппированные нами по следующим критериям: тип первичного энергоносителя, балансовая принадлежность объекта генерации, вид оцениваемого эффекта, учет фактора времени.

2. Выбор конкретного подхода оценки эффективности внедрения децентрализованных источников энергии зависит от области применения объекта. В качестве базовой группы выступают методы оценки экономической эффективности, в основу которых положен расчет динамических показателей.

3. В сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь одним из наиболее перспективных направлений применения децентрализованных источников энергии является возведение БГК, работающих на отходах животноводства и птицеводства.

4. Разработанная методика комплексной оценки эффективности внедрения БГК в сельскохозяйственных организациях позволяет максимально полно учесть для сельскохозяйственного предприятия все аспекты внедрения и функционирования БГК, выделить вид результата при формировании притока денежных средств (экономический, экологический, агрономический), отразить вид затрат при формировании оттока денежных средств (единовременные затраты, годовые издержки, дополнительные годовые затраты, связанные с оплатой энергосистеме содержания резервных мощностей). Это в свою очередь будет способствовать развитию методических положений по оценке эффективности внедрения БГК в сельскохозяйственных предприятиях, а также повышению в практике хозяйствования уровня методической обеспеченности процесса принятия решений и степени научной обоснованности реализуемых мер по сооружению БГК в сельском хозяйстве.

## ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Национальный план действий по развитию «зеленой экономики» в Республике Беларусь до 2020 года [Электронный ресурс]: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь, 21 дек. 2016 г., № 1061 // Министерство экономики Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://economy.gov.by/uploads/files/1061r.pdf>. – Дата доступа: 06.09.2017.

2. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года [Электронный ресурс] / Министерство экономики Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.srrb.niks.by/info/program.pdf>. – Дата доступа: 07.09.2017.
3. Государственная программа «Энергосбережение» на 2016–2020 годы [Электронный ресурс]: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь, 28 марта 2016 г., № 248 // Национальный правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/document/?guid=3871&p0=C21600248>. – Дата доступа: 07.09.2017.
4. Вертешев, А. С. Методы и модели обеспечения устойчивого энергоснабжения энергодефицитных регионов: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / А. С. Вертешев; Санкт-Петербургский гос. политехн. ун-т. – СПб., 2012. – 19 с.
5. Воропанова, Ю. В. Методика оценки экономической эффективности инвестиций в объекты нетрадиционной электроэнергетики: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Ю. В. Воропанова; Вологодский гос. техн. ун-т. – М., 2004. – 20 с.
6. Дроздова, Н. В. Инструменты стратегического управления системами энергообеспечения промышленных предприятий на основе топливных элементов: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Н. В. Дроздова; Нац. исслед. ун-т «МЭИ» в г. Смоленске. – М., 2013. – 26 с.
7. Казанов, М. С. Методика определения технико-экономической эффективности внедрения распределенной генерации в электрохозяйствах объектов для решения оптимизационных задач / М. С. Казанов, А. В. Кондратьев // Промышленная энергетика. – 2016. – № 10. – С. 37–41.
8. Карасева, Е. В. Экономическая оценка комплексного использования энергетических ресурсов в системе энергоснабжения объектов нефтегазодобычи: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Е. В. Карасева; Санкт-Петербургский горный ун-т. – СПб., 2016. – 22 с.
9. Каримова, Т. Г. Исследование и оценка экономической эффективности децентрализации энергоснабжения промышленных предприятий по критерию энергобезопасности: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Т. Г. Каримова; Южно-Уральский гос. ун-т. – Челябинск, 2009. – 26 с.
10. Квитко, А. В. Автономные ветроэлектрические установки и системы [Электронный ресурс] / А. В. Квитко, Я. А. Семенов, Г. С. Отмахов // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского гос. аграрного ун-та (Научный журнал КубГАУ). – 2015. – № 112 (08). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/72.pdf>. – Дата доступа: 07.09.2017.
11. Киушкина, В. Р. Децентрализованное электроснабжение районов Якутии с использованием энергии ветра: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.09.03 / В. Р. Киушкина; Нерюнгринский техн. ин-т (филиал) Якутского гос. ун-та. – Томск, 2005. – 24 с.
12. Кузнецова, О. Р. Экономическая эффективность систем децентрализованного энергоснабжения (на примере Хабаровского края): дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / О. Р. Кузнецова. – Комсомольск-на-Амуре, 2002. – 171 л.
13. Лебедев, В. А. Эксергетический метод оценки энергоэффективности оборудования систем энергообеспечения предприятий минерально-сырьевого комплекса [Электронный ресурс] / В. А. Лебедев // Записки Горного института. – 2016. – № 3. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/eksergeticheskiy-metod-otsenki-energoeffektivnosti-oborudovaniya-sistem-energoobespecheniya-predpriyatiy-mineralno-syrievogo>. – Дата доступа: 28.08.2017.
14. Лебедь, Д. В. Эффективность инвестиций в использование биотоплива (на примере котельных Ленинградской области): автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Д. В. Лебедь; Санкт-Петербургский гос. технол. ун-т растительных полимеров. – СПб, 2007. – 21 с.
15. Падалко, Л. Методические основы выбора оптимальной системы энергоснабжения малых и средних городов / Л. Падалко, А. Куксов // Энергетика и ТЭК. – 2012. – № 5. – С. 20–23.
16. Прусов, С. Г. Формирование инвестиционных программ в электроэнергетике Республики Беларусь: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / С. Г. Прусов; Бел. гос. экономич. ун-т. – Минск, 2015. – 23 с.
17. Рязанова, Г. В. Институциональные аспекты альтернативного энергообеспечения предприятий в народном хозяйстве: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Г. В. Рязанова; Гос. ун-т управления. – М., 2015. – 28 с.
18. Смышляева, Е. Г. Организационно-экономический механизм совмещенного энергообеспечения промышленных предприятий: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Е. Г. Смышляева; Тольяттинский гос. ун-т. – Тольятти, 2006. – 28 с.
19. Суржикова, О. А. Формирование оптимальной структуры источников электрической энергии для территориально удаленных районов: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / О. А. Суржикова; Нац. исслед. Томский политехн. ун-т. – Красноярск, 2011. – 24 с.
20. Сысоева, М. С. Совершенствование методического аппарата оценки экономической эффективности инновационно-инвестиционных проектов внедрения альтернативных источников энергии: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / М. С. Сысоева; Академия экономики и управления Тамбовского гос. ун-та им. Г. Р. Державина. – Тамбов, 2011. – 23 с.
21. Тарасенко, В. В. Оптимизация развития и функционирования системы энергоснабжения с распределенной генерацией: дис. ... канд. техн. наук: 05.09.03 / В. В. Тарасенко. – Челябинск, 2012. – 163 л.
22. Фархутдинов, Р. Р. Формирование региональных кластерных стратегий на основе использования потенциала малой распределенной энергетики: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Р. Р. Фархутдинов; Казанский нац. исслед. техн. ун-т им. А. Н. Туполева. – Казань, 2013. – 24 с.
23. Хабачев, Л. Д. Методы оценки системных эффектов от ввода объектов малой распределенной энергетики в региональные энергосистемы / Л. Д. Хабачев // Промышленная энергетика. – 2016. – № 2. – С. 13–18.

24. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий [Электронный ресурс]: утв. Департаментом по энергоэффективности Гос. комитета по стандартизации Респ. Беларусь, 11 мая 2017 г. // Департамент по энергоэффективности Гос. комитета по стандартизации Респ. Беларусь; Минск. – Режим доступа: <http://energoeffekt.gov.by/supervision/framework/2468> -рекомендации-по-составлению-гэо-2016. – Дата доступа: 17.08.2017.

25. Харитонов, Д. А. Разработка методики выбора и рационального использования когенерационных систем в качестве источника энергии на предприятии по технико-экономическим критериям: дис. ... канд. техн. наук: 05.09.03 / Д. А. Харитонов. – М., 2007. – 160 л.

26. Зорина, Т. Г. Устойчивое энергетическое развитие Республики Беларусь: теория, методология, экономический механизм: автореф. дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.05 / Т. Г. Зорина; Бел. гос. экономич. ун-т. – Минск, 2017. – 48 с.

27. Охрана окружающей среды и природопользование. Порядок расчета экономической эффективности биогазовых комплексов = Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Парадак разліку эканамічнай эфектыўнасці біягазавых комплексаў: ТПК 17.02-05-2011(02120). – Введ. 05.09.2011. – Минск: Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 2011 – 30 с.

#### РЕЗЮМЕ

В статье рассматриваются методические подходы к оценке экономической эффективности внедрения децентрализованных источников энергии в систему энергообеспечения субъектов хозяйствования. Представлена авторская методика комплексной оценки эффективности внедрения биогазовых комплексов, в которой предлагается при формировании притоков денежных средств выделять вид получаемого результата (экономический, экологический, агрономический), а при формировании оттока денежных средств разграничивать затраты (единовременные затраты, годовые издержки, дополнительные годовые затраты, связанные с оплатой энергосистеме содержания резервных мощностей).

#### SUMMARY

The article deals with methodological approaches to assessing the economic efficiency of introducing decentralized energy sources into the energy supply system of economic entities. The author's methodology for a comprehensive assessment of the effectiveness of the introduction of biogas complexes is proposed, which proposes to distinguish the type of the received result (economic, ecological, agronomic) when forming the cash inflows, and in the formation of the outflow of money, to differentiate costs (one-time costs, annual costs, additional annual costs, with payment to the power system for the maintenance of reserve capacities).

*Поступила 16.10. 2017*