

УДК 338.24

## АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ: АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

**С.П. СТУДЕНИКИНА**  
(Полоцкий государственный университет)

*Исследуется проблема энергозависимости Республики Беларусь от внешних поставщиков углеводородного сырья. Рассмотрены возможности применения альтернативных источников энергии с учетом климатических особенностей Республики Беларусь. Проанализирована эффективность производства и использования биогаза наряду с возможными альтернативными источниками энергии. Предложены возможные варианты производства и использования биогаза как различных энергоносителей.*

**Ключевые слова:** энергоэффективность, альтернативные источники энергии, биомасса, производство биогаза, источник электроэнергии, биогаз как топливо.

Высокие темпы роста производственных сил в большинстве стран мира привели к резкому увеличению потребления всех видов энергии, в особенности угля, нефти и природного газа. Республика Беларусь является страной, экономика которой не обеспечена полностью собственными энергетическими ресурсами. Большинство нефтяных месторождений в нашей стране находятся в одном нефтегазовом бассейне – Полесской низменности, где бесспорное лидерство принадлежит Речицкому району, на территории которого находится 29 месторождений, и в год добывается более 50% белорусской нефти. Но ограниченность ресурсной базы, истощение запасов, неустойчивая конъюнктура цен на углеводородное сырье вызывает необходимость поиска нетрадиционных источников энергии [1]: гидроэнергетика, солнечная энергия, энергия ветра.

Производство (добыча) таких видов топлива, как нефть, включая газовый конденсат, остаются на постоянном уровне, в то время как производство ветро-, гидро- и солнечная энергия возрастает из года в год, о чем свидетельствуют данные, Республики Беларусь представленные в таблице 1.

Таблица 1. – Производство (добыча) природных видов топливно-энергетических ресурсов в Республике Беларусь (2012–2016 гг.)

Виды топливно-энергетических ресурсов	2012	2013	2014	2015	2016
Торф топливный, тыс. т	2 679	2 269	1 433	1 000	1 362
Нефть, включая газовый конденсат, тыс. т	1 660	1 645	1 645	1 645	1 645
Газ горючий попутный, млн м <sup>3</sup>	218	228	222	225	215
Биогаз, тыс. т у.т.	6,2	13,1	12,7	13,5	13,4
Дрова, тыс. плотн. м <sup>3</sup>	6 160	6 010	5 580	5 222	5 614
Ветро-, гидро- и солнечная энергия, млн кВт·ч	78	146	132	159	245

*Источник:* собственная разработка на основе данных [2].

Среди *приоритетных направлений социально-экономического развития Республики Беларусь* на 2016–2020 годы отмечается инновационное развитие, создание новых наукоемких и высокотехнологичных производств с высокой добавленной стоимостью. Инновационное развитие топливно-энергетического комплекса позволит обеспечить производство конкурентоспособной продукции на уровне мировых стандартов при надежном и эффективном энергообеспечении экономики и населения.

Комплекс мероприятий энергосберегающей политики на основе максимально возможного и экономически целесообразного вовлечения в топливно-энергетический баланс местных видов топлива, вторичных энергоресурсов и возобновляемых источников энергии (ВИЭ) позволит обеспечить энергоэффективность национальной экономики. Согласно статистическому обзору мировой энергетики, доля возобновляемых источников энергии в мировом производстве энергоресурсов постоянно растет.

Республика Беларусь остается одним из ведущих производителей сельскохозяйственной продукции среди стран СНГ. Основу агропромышленного комплекса составляют растениеводство и животноводство, причем обе отрасли переживают этап реконструкции, внедрения новых технологий и привлечения инвестиционных средств [3]. По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Беларуси, в общем количестве отходов, вырабатываемых в республике, отходы сельского хозяйства составляют 34,9%, или около 5 млн тонн в год. Утилизация данных отходов – серьезная проблема, так как на данный момент они в качестве удобрений, вывозятся на поля, чем ухудшают экологическую ситуацию.

Дополнительная переработка отходов сельского хозяйства позволит получать такой вид энергии, как энергия биомассы и ценные удобрения. Данный способ получения энергии уже на протяжении нескольких лет широко используется в Германии, Франции, Италии, Украине и на достаточно высоком уровне зарекомендовал себя в мировой экономике.

Вовлечение в хозяйственный оборот ВИЭ является составляющей национальной стратегии энергосбережения, цель которой заключается в реализации правовых, научных, организационных, производственных, технических и экономических мер, направленных на повышение энергоэффективности. Теоретическая и практическая значимость данного направления закреплена в Законе Республики Беларусь № 204-З «О возобновляемых источниках энергии» от 27 декабря 2010 года [4].

Главные цели государственной экологической политики на период до 2020 года – создание условий для устойчивого использования природных ресурсов и внедрение в Республике Беларусь механизмов (инструментов) «зеленой» трансформации экономики в рамках реализации мероприятий Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17 марта 2016 г. № 205, и Национального плана действий по развитию «зеленой» экономики.

Одними из основных задач Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 годы являются следующие:

- оценка предпосылок использования возобновляемых источников энергии;
- обеспечение потребности экономики страны в минерально-сырьевых ресурсах;
- предотвращение вредного воздействия стойких органических загрязнителей на окружающую среду и здоровье граждан;

- сохранение естественных экологических систем, биологического и ландшафтного разнообразия.

С учетом национальных особенностей и глобальных вызовов государство определяет «зеленую» экономику как *стратегический приоритет*. Национальный план действий по развитию «зеленой» экономики затрагивает такие проблемы, как:

- накопление отходов;
- неблагоприятное воздействие на природные комплексы от проведения сельскохозяйственных работ на прилегающих к ним территориях (попадание пестицидов, минеральных удобрений, навозных стоков);
- сравнительно высокое потребление энергии (энергоёмкость валового внутреннего продукта в Беларуси в 1,5–2 раза выше, чем в странах Западной Европы).

Страны Евросоюза уделяют повышенное внимание внедрению «зеленых» технологий в промышленности, строительстве, сельском хозяйстве, производстве экологически чистых материалов и предоставлении принципиально новых услуг, направленных на повышение качества жизни. Данные направления являются приоритетными для европейских партнеров при оказании финансовой поддержки.

Предпосылки перехода к альтернативной энергетике включают многочисленные природно-сырьевые, экологические, экономические, политические, социальные и эволюционно-исторические аспекты данной проблемы. Более того, нетрадиционные и возобновляемые источники энергии способствуют снижению зависимости от импорта энергии, обеспечивая тем самым безопасность энергоснабжения. Возобновляемые источники энергии могут повысить конкуренцию на рынке и имеют положительное влияние на развитие регионов и занятость населения.

По данным Национального статистического комитета, за период с 2013 по 2017 год доля возобновляемых источников энергии в общем объеме топливно-энергетических ресурсов составила 36,7–38,6% [2]. Источники формирования топливно-энергетических ресурсов представлены на рисунке 1.

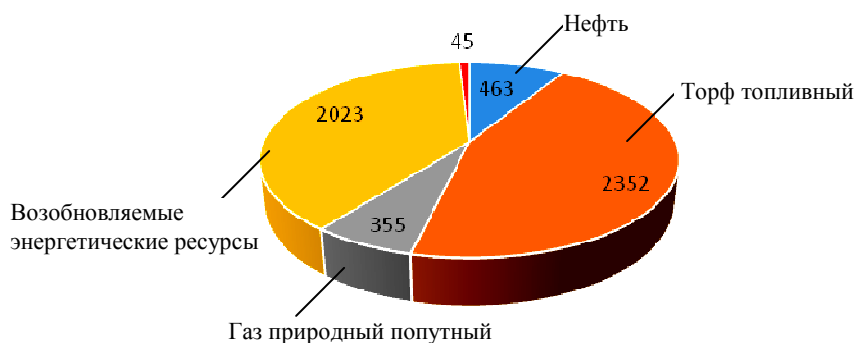


Рисунок 1. – Источники формирования топливно-энергетических ресурсов

Источник: собственная разработка.

К возобновляемым используемым источникам энергии в Республике Беларусь относятся: гидроэнергетика, ветроэнергетика, солнечная энергия, энергия геотермальных источников, биогаз.

На территории республики выявлено 1840 площадок для размещения *ветроустановок* с теоретически возможным энергетическим потенциалом более 1600 МВт. Имеющиеся до недавнего времени разработки, позволяющие преобразовывать энергию ветра в электроэнергию в условиях Беларуси, малоэффективны. Однако современные технические решения позволяют создавать ветроэнергетические установки с пусковой скоростью ветра от 3 м/с и номинальной скоростью эксплуатации 7–8 м/с. Но цена на такие установки для промышленности в зависимости от мощности варьируется от €20 000 до 170 000 [1].

Использование *солнечной энергии* целесообразно в странах, где наблюдается большое количество ясных дней. По метеорологическим данным, в Республике Беларусь в среднем 150 дней в году пасмурных, 185 с переменной облачностью и 30 ясных, а среднегодовое поступление солнечной энергии на земную поверхность с учетом ночей и облачности составляет 243 ккал/м<sup>2</sup> в сутки, что эквивалентно 2,8 кВт·ч на м<sup>2</sup> в сутки. К основным направлениям использования энергии солнца можно отнести сельскохозяйственное производство и бытовые цели [1].

Опыт использования *геотермальных ресурсов* в Беларуси уже имеется. Извлекаемые ресурсы геотермальной энергии встречаются в зоне распространения пресных вод на всей территории республики. Однако их плотность изменяется в широком диапазоне – приблизительно от 10–12 кг у.т./м<sup>2</sup> (интервал глубины 100–200 м) до 300–350 кг у.т./м<sup>2</sup> в глубоко погруженных участках кембрийских отложений в Брестской области. Преимуществом использования геотермальной энергии из зон, насыщенных пресными водами, является то, что после снятия тепла эти воды не требуют их возврата в подземные горизонты и могут быть использованы для различных практических нужд, в том числе и для питьевого водоснабжения. Это удешевляет сооружение геотермальных установок и снижает сроки их окупаемости [5].

*Биогаз* – газ, получаемый водородным или метановым брожением биомассы. Биомасса – запас (количество) живого органического вещества (растений, животных, грибов, бактерий), «капитал» экосистемы, который разделяется на фитомассу (массу растений), зоомассу (массу животных), микробную массу. Перечень органических отходов, пригодных для производства биогаза: навоз, птичий помет, послеспиртовая барда, отходы рыбного и забойного цеха, трава, бытовые отходы, отходы молокозаводов, отходы производства биодизеля – технический глицерин от производства биодизеля из рапса, отходы от производства соков, водоросли и др. Также биогаз возможно производить из специально выращенных энергетических культур, например из силосной кукурузы. Выход газа достигает до 300 м<sup>3</sup> из 1 тонны. Полученный биогаз можно использовать как сам по себе (в качестве автомобильного топлива), так и для получения электроэнергии, пара в паровых котлах, тепла в водогрейных котлах, работающих на биогазе.

Беларусь – страна с высокоразвитым аграрным сектором. Наибольший удельный вес в нем занимают животноводство и птицеводство. В республике насчитывается около 9000 животноводческих ферм, комплексов и птицефабрик. Ежегодно в стране образуется около 40 млн. м<sup>3</sup> животноводческих стоков и отходов растениеводства, что позволило бы получить биогаз потенциалом около 2,6 млн т у.т. (в зависимости от содержания метана) [1]. Поэтому наибольшие перспективы в развитии возобновляемой энергетики Республики Беларусь возлагаются прежде всего на *биогаз из биомассы*.

Наиболее распространенный *способ получения энергии из биомассы* – *анаэробное (без доступа кислорода) сбраживание отходов сельскохозяйственного производства*. На первом этапе анаэробного сбраживания органические вещества путем биохимического расщепления (гидролиза) сначала происходит разложение высокомолекулярных соединений (углеводородов, жиров, белковых веществ) на низкомолекулярные органические соединения. На втором этапе при участии кислотообразующих бактерий происходит дальнейшее разложение с образованием органических кислот и их солей, а также спиртов, СО<sub>2</sub> и Н<sub>2</sub>, а затем Н<sub>2</sub>S и NH<sub>3</sub>. Окончательное бактериальное преобразование органических веществ в СО<sub>2</sub> и СН<sub>4</sub> осуществляется на третьем этапе процесса (метановое брожение). Кроме того, из СО<sub>2</sub> и Н<sub>2</sub> образуется в дальнейшем дополнительное количество СН<sub>4</sub> и Н<sub>2</sub>O. Проведение процесса не требует большого количества оборудования, что благоприятно сказывается на величине капитальных затрат [6]. Технологическая схема установки по производству биогаза представлена на рисунке 2. Получающиеся в результате этого процесса продукты – биогаз и перебродившая полужидкая масса – представляют собой большую ценность как газообразное топливо и органическое удобрение.

В таблице 2 приведены данные о работе первых биогазовых установок в России промышленного масштаба. Время реализации проектов в разных случаях составило от 1 до 2 лет [7].

Полученный биогаз содержит большое количество примесей и для непосредственного использования в качестве топлива не пригоден. Такой продукт нуждается в очистке. При подготовке биогаза к использованию учитываются в основном три обстоятельства:

- удаление сероводорода (обессеривание необходимо, прежде всего, для предотвращения коррозии, вызываемой в особенности остаточными продуктами сгорания, и удаления ядовитой части (газовой смеси);
- удаление углекислого газа (повышает теплоту сгорания газа и необходимо для его сжижения);
- компримирование и сжижение (при использовании в качестве топлива).

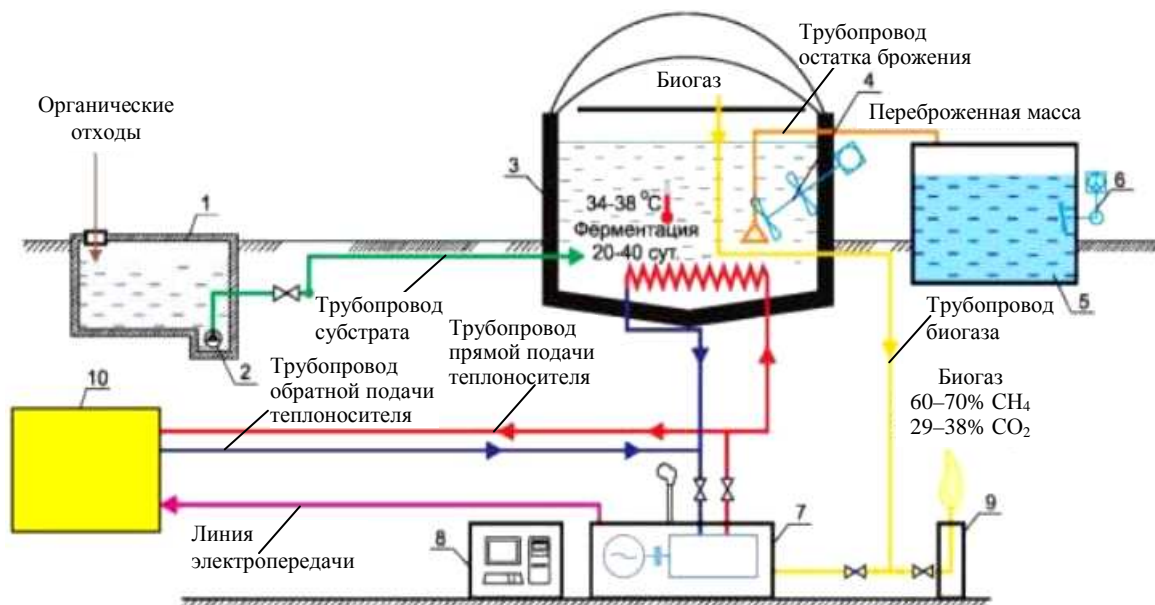


Рисунок 3. – Технологическая схема производства биогаза

Источник: [7].

Таблица 2. – Основные показатели работы биогазовой станции

Тип сырья	Отходы молочной фермы	Отходы свинофермы	Отходы птицефермы	Отходы бойни
Поголовье, ед.	5800	50000	580000	–
Влажность отходов, %	85	88	75	90
Выход отходов, т/сут	319	300	116	28
Выход биогаза, м <sup>3</sup> /сут	14355	14400	14500	14000
Содержание метана, м <sup>3</sup>	55	58	62	63
Выход жидких органических удобрений, т/сут	306,2	288	111,4	26,8
Электрическая мощность когенерационной установки, МВт	1,2	1,2	1,21	1,17
Тепловая мощность когенерационной установки, МВт	1,44	1,44	1,45	1,4

Источник: [7].

Для очистки и обогащения газа метаном используются различные методы, но самым экономичным и увеличивающим извлечение метана из биогаза является разработка Гюнтера Лотара [8], позволяющая снизить потери метана до 0,05% при содержании метана в очищенном биогазе до 98% и получить биометан, который по составу аналогичен природному газу.

Газ после очистки может использоваться как сам по себе (например, как топливо для двигателей внутреннего сгорания), так и для выработки электроэнергии, получения тепла в водогрейных котлах, пара в паровых котлах, для газовых плит, инфракрасных излучателей и др.

Промышленное использование на автотранспорте альтернативных моторных топлив из местных сырьевых ресурсов вызывает интерес у стран, не имеющих естественных природных богатств.

Полученный биометан возможно использовать как топливо для автомобилей.

По результатам исследований компании РосБиогаз [9], из 1 м<sup>3</sup> биогаза можно получить столько же энергии, сколько из 0,48 л бензина, 0,65 л дизельного топлива, 0,6 м<sup>3</sup> природного горючего газа.

Для сравнения, цена за 1 м<sup>3</sup> биогаза составляет 0,2–0,25\$, за 0,48 л бензина – 0,29\$, за 0,65 л дизельного топлива – 0,41\$.

Результаты использования биогаза в качестве моторного топлива представлены в таблице 3.

Таблица 3. – Использование биогаза в качестве моторного топлива

Двигатель	Использование	Количество баллонов	Использование биогаза, м <sup>3</sup> /100 км	Затраты, \$
УАЗ-469	Автомашина	3	42	8,4–10,5
ЗИЛ ММЗ-130	Автомашина	9	72	14,4–18

Источник: [9].

Рассчитаем затраты на бензин на 100 км пути. Для расчета взяты отечественные автомобили с бензиновым двигателем, так как их проще адаптировать к новому топливу.

Результаты расчета приведены в таблице 4.

Таблица 4. – Затраты на топливо для различных автомобилей

Двигатель	УАЗ-469	ЗИЛ ММЗ-130
Расход бензина л/100 км	24	35
Затраты на бензин, \$	14,5	21,14

Источник: собственная разработка.

Данные таблиц 3 и 4 показывают, что затраты на биогаз при одинаковом расстоянии меньше в среднем приблизительно на 5\$. Таким образом, использование биогаза в качестве топлива для автомобильных двигателей является весьма перспективным за счет обеспечения таким же количеством энергии, что и при использовании традиционного вида топлива, но при меньшем расходе и меньшем объеме затрат.

На 2018 год из России в Беларусь запланированы поставки 2,5–2,8 млрд кВт·ч электрической энергии, что составляет 8,8% от потребляемой электроэнергии в год.

Баланс потребления электрической энергии за период 2012–2016 годов представлен в таблице 5.

Таблица 5. – Баланс электрической энергии (2012–2016 годы)

Производство	2012	2013	2014	2015	2016
	30794	31495	34737	34232	33566
В том числе:					
На тепловых электростанциях	30716	31349	34605	34073	33321
На гидроэлектростанциях	72	138	121	111	142
Ветроустановками	6	8	9	39	75
Солнечными установками	–	0,4	2	9	28
Импорт	7899	6716	3826	2816	3181
Экспорт	298	346	508	194	160

Источник: [2].

Согласно данным Национального статистического комитета [2], количество вырабатываемых отходов сельского хозяйства и обрабатывающей промышленности, пригодных для выработки биогаза, составляет около 30 млн тонн. Компания «Битеко Биогаз», специализирующаяся на строительстве современных биогазовых комплексов, из 1 т отходов в зависимости от их происхождения возможно получить от 50 до 300 м<sup>3</sup> газа.

Рассчитаем количество электроэнергии при различных вариантах выхода биогаза.

По данным Центра развития ВИЭ и энергоэффективности, из 1 м<sup>3</sup> биогаза можно получить около 1,67 кВт·ч электроэнергии.

Цена одного кВт·ч, обеспечивающая полное возмещение экономически обоснованных затрат с 01.01.2018, составляет 0,1841 руб./кВт·ч.

Для расчета принимаем значения: 50, 150 и 300 м<sup>3</sup> газа.

Результаты расчета представлены в таблице 6.

Таблица 6. – Количество электроэнергии в зависимости от выхода биогаза

Выход биогаза, м <sup>3</sup>	Общее количество газа, м <sup>3</sup>	Общее количество электроэнергии, кВт·ч	Затраты на электроэнергию, тыс. \$
50	1,5·10 <sup>9</sup>	2,505·10 <sup>9</sup>	240480
150	4,5·10 <sup>9</sup>	7,515·10 <sup>9</sup>	721440
300	9·10 <sup>9</sup>	15,03·10 <sup>9</sup>	1442880

Источник: собственная разработка.

В Республике Беларусь в 2007 году была запущена пилотная установка общей мощностью 1,1 МВт. Для обеспечения рассчитанным количеством энергии в зависимости от выхода биогаза потребуется от 2 300 до 13 000 таких установок. При общей площади одной установки в 500 м<sup>2</sup> все установки могут занять площадь приблизительно от 1,15 до 6,5 км<sup>2</sup>. (Для сравнения, площадь города Новополоцка – 48,49 км<sup>2</sup>).

По данным производителя компании ООО «Агоробиогаз», установка Био-350 объемом перерабатываемых отходов 350 т/сут, производством энергии 90000 кВт·ч/сут по объему капитальных затрат оценивается в 3,7 млн долл. Цена на электроэнергию из биогаза будет ниже за счет относительно низкой себестоимости продукции.

Также переработка отходов сельского хозяйства дает ценный продукт – удобрения. Практически все эксплуатируемые на настоящее время биогазовые установки работают на жидком субстрате, поэтому и биошлам от процесса переработки получается также жидким и транспортируется обычными насосами и автоцистернами. В некоторых случаях биошлам разделяют на жидкую и твердую фазы и утилизируют их в отдельности. Например, твердую фазу для получения товарного продукта гранулируют и сушат.

С наступлением энергетического кризиса дорожают минеральные удобрения, производство которых чрезвычайно энергоемко. По данным прайс-листа ОАО «Гродно Азот», цена за 1 тонну азотных удобрений варьируется в пределах от 105 до 235\$, за 1 тонну калийных удобрений, по данным Белорусской калийной компании, цена составляет 219\$. Это послужило причиной того, что получаемые в самом хозяйстве органические удобрения вновь обрели свою прежнюю ценность, и как следствие, усилилось стремление использовать их оптимальным способом.

Ценность шлама как удобрения зависит от его химического состава. Во время процесса брожения уменьшается только содержание углерода, а следовательно и соотношение C/N. Фосфор и калий, как и азот, полностью сохраняются в биошламе; в биогазе могут содержаться только их следы. Однако при последующем длительном хранении в открытых емкостях вновь возникают потери азота в виде аммиака. Некоторые ученые утверждают, что биошлам обладает лучшим удобрительным действием, чем обычный навоз. Утверждение базируются на меньшем соотношении C/N и того, что в нем сохраняется весь азот [6].

*Преимущества использования биогазовых установок:*

- рентабельное использование материала вместо затратного уничтожения отходов;
- дополнительный доход для производства компоста и ферментов;
- низкие затраты на эксплуатацию;
- низкая стоимость обслуживания и износа техники;
- получение попутных продуктов – удобрений;
- простота технологии производства;
- улучшение экологической обстановки вокруг животноводческих комплексов.

*К недостаткам производства биогаза относятся:*

- высвобождение парниковых газов, связанное с использованием азотных удобрений;
- загрязнение фосфатными удобрениями земель и грунтовых вод;
- орошение;
- вытеснение производства продовольственных культур.

**Заключение.** Результаты проведения оценки эффективности использования биогаза как топлива для автомобильных двигателей показали, что биогаз, обладая такими же свойствами, как и природный газ, стоит дешевле для потребителя при меньшем расходе. Затраты на биогаз в сравнении с бензином при том же расстоянии меньше в случае УАЗа-469 в среднем на 5\$, в случае ЗИЛ ММЗ-130 – на 4,9\$.

При проведении оценки использования биогаза для получения электроэнергии прослеживается тенденция к возможному полному замещению поставок импортной электроэнергии. Себестоимость такого электричества ниже за счет низкой себестоимости сырья.

Производство биогаза является, безусловно, выгодным для сельского хозяйства. Это возможность высокоэффективного обогрева как помещений, так и наружного воздуха самостоятельно, получение натуральных органических удобрений, а сбраживание биомассы приводит к значительному сокращению выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферу.

Таким образом, получение энергии из биогаза как альтернативного источника является одним из приоритетных направлений развития «зеленой» экономики. Поэтому с использованием [10] можно сформулировать ряд *предложений*, которые позволят способствовать развитию и внедрению биогазовых установок:

- разработать прозрачную систему финансовой поддержки с возможностью привлечения инвестиций из различных источников;
- создать условия и совершенствовать законодательную базу для упрощения реализации проектов биогазовых установок;
- стимулировать производителей энергии из биогаза через дифференциацию тарифов в зависимости от мощности установок и используемого сырья;
- обеспечить подготовку профессиональных кадров, способных оказывать поддержку при строительстве и последующем производстве биогаза в рамках развития программы «зеленой» экономики Республики Беларусь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Смольская, Н.А. Возобновляемая энергетика в Беларуси: оценка состояния и перспективы роста / Н.А. Смольская // Науч. тр. Белорус. гос. экон. ун-та : юбил. сб. Вып. 6 ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. экон. ун-т ; редкол.: В.Н. Шимов (пред.) [и др.]. – Минск : БГЭУ, 2013. – С. 363–369.
2. Национальный статистический комитет [Электронный ресурс] / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 1998–2017. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 06.03.2018.
3. Агропромышленный комплекс [Электронный ресурс] / М-во иностр. дел Респ. Беларусь. – Минск, 2007–2017. – Режим доступа: [http://belarusfacts.by/ru/belarus/economy\\_business/key\\_economic/agroindustrial/](http://belarusfacts.by/ru/belarus/economy_business/key_economic/agroindustrial/). – Дата доступа: 06.09.2017.
4. О возобновляемых источниках энергии : Закон Респ. Беларусь, 27 дек. 2010 г., № 204-3 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2011. – № 2. – 2/1756.
5. Смольская, Н.А. Методологические и практические аспекты оценки потенциала возобновляемых источников энергии / Н.А. Смольская // Экон. бюл. НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь. – 2010. – № 12. – С. 62–66.
6. Баадер, В. Биогаз: теория и практика / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер ; пер. с нем. – М. : Колос, 1982. – 148 с.
7. Чернин, С.Я. Российский опыт внедрения биогазовых технологий для производства электрической и тепловой энергии / С.Я. Чернин // Новости теплоснабжения. – 2011. – № 08 (132).
8. Способ и система очистки сырых газов, в частности биогаза, для получения метана : пат. RU 2495706 / Гюнтер Лотар (DE). – Опубл. 20.10.2013.
9. Биогаз – новый путь в будущее! [Электронный ресурс] / Биогаз и биогазовые установки. – Пермь ; Екатеринбург ; Москва, 2010–2012. – Режим доступа: <http://www.gosbiogas.ru>. – Дата доступа: 01.11.2017.
10. Бернацкий, А.Е. Производство энергии из отходов сельского хозяйства: состояние и перспективы развития отрасли в Республике Беларусь [Электронный ресурс] / А.Е. Бернацкий. – Режим доступа: [bntu.by](http://bntu.by). – Дата доступа: 10.03.2018.

Поступила 12.04.2018

#### ALTERNATIVE SOURCES OF ENERGY: ANALYSIS AND PROSPECTS OF USING BIOGAS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

S. STUDENIKINA

*The article considers the problem of energy dependence of the Republic of Belarus from external suppliers of hydrocarbon raw materials. The possibilities of using alternative energy sources with consideration for the climatic features of the Republic of Belarus are considered. The efficiency of production and use of biogas along with possible alternative energy sources is analyzed, and possible options for the production and use of biogas as different energy carriers are proposed.*

**Keywords:** energy efficiency, alternative energy sources, biomass, biogas production, power source, biogas as fuel.