БИОЭНЕРГЕТИКА В БЕЛАРУСИ: потенциал и перспективы развития

УДК 332.132:338.27

Аннотация. Исследуются рыночные условия, сырьевая база развития биоэнергетики в Республике Беларусь. На основе результатов реализации в стране пилотного проекта ЕС «Энергия болот» сделан вывод о коммерческих перспективах создания производства по выпуску биотоплива. Дана оценка эффективности его использования для национальной экономики, производителей, потребителей. Предлагается модель проектного финансирования объектов альтернативной энергетики.

Ключевые слова: биоэнергетика, биотопливо, биомасса, энергия болот, топливные пеллеты, отходы сельского хозяйства, рециркуляция отходов сельского хозяйства, биогаз.

Для цитирования: Ельсуков В., Шулейко О. Биоэнергетика в Беларуси: потенциал и перспективы развития // Наука и инновации. 2019. №8. С. 27–33. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2019-8-27-33>

Владимир Ельсуков,

доцент кафедры бизнес-администрирования
Института бизнеса БГУ,
кандидат
экономических наук;
esopnows51@mail.ru

Ольга Шулейко,

заведующий сектором
финансовой политики
Института экономики
НАН Беларуси, кандидат
экономических наук,
доцент;
olgashuleiko@yandex.ru

Беларусь не имеет значимых запасов топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), чтобы полностью обеспечить потребности предприятий, бюджетных организаций, домашних хозяйств. Согласно топливно-энергетическому балансу страны за 2017 г., выраженному в тысячах тонн условного топлива (у.т.): производство (добыча) первичной энергии составила 5665 тыс. т.; импорт – 51750 тыс. т; экспорт – 20456 тыс. т; изменение годовых запасов – минус 108 тыс. т; всего по балансу – 36851 тыс. т, то есть производство составляет 15,4% от требуемого, импорт – 140,3%, экспорт – 55,3%. Таким образом, страна в большой степени зависит от ввозимых базовых первичных ТЭР. Более того, импорт в значительной мере определяет экспортный потенциал страны в этой области с соотношением 2,53:1,00 [1].

Структура ввозимых ТЭР: нефть, включая газовый конденсат, – 50,1%; газ природный, включая попутный, – 42,3%; прочие

виды топлива – 7,6%. В этом перечне доминирует нефть, которая перерабатывается на двух белорусских предприятиях в нефтепродукты для внутреннего пользования и на экспорт. Вывозимые за рубеж ТЭР распределяются следующим образом: различные виды нефтепродуктов – 82,1%; нефть, включая газовый конденсат, – 11,3%; брикеты из торфа – 0,3%, прочие виды топлива – 6,3%. За 2017 г. экспортировано основных видов вторичных ТЭР (автомобильный бензин, дизельное топливо, топочный мазут) 14789 тыс. т у.т. Внутреннее конечное их потребление составляет 4487 тыс. т у.т., то есть соотношение конечного потребления и экспорта – 1,00:2,30.

Основную долю собственного производства дают добыча нефти – 41,7%, возобновляемые виды топлива (ВВТ) – 38,9% (в том числе дрова – 27,1%, другие ВВТ – 11,8%). На газ горючий природный приходится 6,0%, прочие источники – 13,4%.

Из 22472 тыс. т у.т. природного газа 15870 тыс. т у.т. (70,6%) было использовано для преобразования в тепловую и электрическую энергию. Основу топливно-энергетического комплекса страны составляют крупные конденсационные станции (КС) и ТЭЦ; 22,4% газа было использовано КС общего пользования, 50% – ТЭЦ общего пользования, 20% – районными и принадлежащими организациям котельными, и только 7,6% – ТЭЦ, мини-ТЭЦ и другими установками для комбинированного производства тепло- и электроэнергии. То есть местные ВВТ применяются крайне мало и нетехнологично.

Представляется практически значимым оценить с позиций инновационных подходов потенциал биоэнергетики и дать прогнозную модель топливно-энергетического баланса страны с учетом реальных возможностей его реализации. Целесообразно остановиться на таких направлениях развития биоэнергетики, которые могут дать максимальный эффект; в наибольшей степени технологически осуществимы; масштабируемы; ориентированы в первую очередь на генерацию тепловой энергии, поскольку именно на эти цели используется наибольшая доля импортируемого природного газа. Согласно проведенному анализу реализации в стране и за рубежом проектов, связанных с развитием возобновляемой энергии, таковыми являются: производство топливных гранул из биомассы, выращенной на повторно заболоченных территориях, и из растительного сырья (солома); выработка биогаза из отходов животноводства.

Для формирования оценочных критериев сравним выгодность использования различных

видов топлива для обогрева жилых и производственных помещений. Нами был выполнен расчет стоимости получения 1 МДж тепловой энергии с учетом удельной теплоты сгорания единицы топлива; цены единицы топлива на период расчетов; коэффициента полезного действия при сгорании топлива. Формула вычисления:

$$Ci = Ci / Ti / Ki,$$

где Ci – стоимость полезной тепловой энергии, Ci – цена (тариф) физической единицы i -го вида топлива (энергии); Ti – теплота сгорания физической единицы i -го вида топлива в МДж (для электроэнергии генерация тепловой энергии); Ki – коэффициент полезного действия для группы отопительных приборов, использующих i -й вид топлива (энергии).

В расчетах принималось следующее:

- *физические единицы топлива (генератора тепловой энергии): для природного газа – м³; для электроэнергии – кВтч; для прочих видов топлива – кг;*
- *тариф на природный газ для населения – средний показатель в отопительный и неоптопительный периоды;*
- *тариф на электрическую энергию для предприятий – вариант потребителей, осуществляющих плату за присоединенную электрическую мощность;*
- *тариф на электрическую энергию для населения – вариант потребителей, имеющих отдельный (дополнительный) прибор индивидуального учета энергии на отопление;*
- *цены на другие виды ТЭР – усредненные действующие на рынке в анализируемый период;*

- *средний коэффициент полезного действия для группы отопительных приборов, использующих соответствующий вид топлива.*

Для сравнения динамики показателей расчеты производились на сентябрь 2015 г. – завершение подготовки отчета по международному проекту ЕС в Беларуси «Энергия болот»; на февраль 2019 г. – после введения в стране новых тарифов на топливно-энергетические ресурсы, по которым осуществляется государственное регулирование цен. За указанный период наблюдаются существенные изменения в выгодности различного топлива для генерации тепловой энергии (табл. 1).

По 8 из 13 анализируемых видов топлива наблюдается рост цены полезного сгорания 1 МДж энергии, по 5 – снижение. Наибольший рост – по щепе древесной, что, на наш взгляд, обусловлено повышением спроса в связи с относительной дешевизной. В то же время ее использование проблематично вследствие недостатка отопительных котлов, в том числе для домашних хозяйств, позволяющих хотя бы минимально автоматизировать процесс, а также высокой транспортной составляющей (из-за малой плотности щепы на единицу объема перевозится небольшой вес).

Природный газ для населения по выгодности переместился с 4-й позиции на 1-ю, что в значительной степени определяется льготами: более низкими тарифами и компенсацией из республиканского и местного бюджетов 70% стоимости создания инфраструктуры подведения газа к жилому дому. Для предприятий тарифы на это сырье значительно выше и поэтому применение природного

Вид топлива (энергии)	Цена полезного сгорания 1 МДж с учетом КПД, евро			Ранжир выгодности (1 – самое выгодное..., 13 – самое невыгодное)	
	Сентябрь 2015 г.	Февраль 2019 г.	Изменение за период, %	Сентябрь 2015 г.	Февраль 2019 г.
Щепа древесная	0,0019	0,0039	205,2	1	2
Дрова лиственных пород	0,0044	0,0040	90,9	2	3
Растительные гранулы из болотного тростника	0,0046	0,0046	100,0	3	5
Природный газ для населения, МДж/м ³	0,0043	0,0036	83,7	4	1
Древесные гранулы (брикеты)	0,0056	0,0085	151,8	5	8 – 9
Каменный уголь	0,0066	0,0077	116,7	6	7
Мазут	0,0068	0,0069	101,5	7	6
Природный газ для предприятий, МДж/м ³	0,0081	0,0156	192,6	8	10
Лигнин (брикеты)	0,0089	0,0164	184,3	9	11
Торф (гранулы, брикеты)	0,0128	0,0085	66,4	10	8 – 9
Дизельное топливо	0,0205	0,0247	120,5	11	13
Электроэнергия для населения (аккумулирующие электрические водонагреватели), МДж/кВтч	0,0224	0,0043	19,2	12	4
Электроэнергия для предприятий (аккумулирующие электрические водонагреватели), МДж/кВтч	0,0385	0,0240	62,3	13	12

Таблица 1. Выгодность применения различных видов топлива (энергии) для производства тепловой энергии в Беларуси

Составлено авторами на основании [2,3]

газа остается недостаточно выгодным. В то же время газ широко используется компаниями, поскольку сложилась разветвленная инфраструктура, а технология получения тепла полностью автоматизирована, что минимизирует операционные издержки в процессе эксплуатации оборудования. На текущий период, учитывая стоимость производства единицы тепловой энергии и технологичность процесса производства, природный газ для предприятий и населения является бесспорным лидером. Инфраструктура доходит практически до каждого населенного пункта если не через газопровод, то посредством доставки в баллонах. На рынке предлагается разнообразное газовое отопительное оборудование. По степени удобства и возможностям автоматизации процесса сгорания этот вид топлива пока не имеет равных.

Электроэнергия. С января 2019 г. значительно уменьшились тарифы на электроэнергию для

населения, используемую для отопления, что переместило ее с 12-й на 4-ю позицию. Для предприятий этот способ отопления по-прежнему занимает одно из последних мест в ранжире выгодности. С вводом в эксплуатацию Белорусской АЭС прогнозируется снижение стоимости данного вида энергии. Как показывает анализ и экспертные оценки, при соответствующей модернизации сетей электроэнергия по технологичности ее применения для обогрева может занять первое место, потеснив природный газ.

Древесные гранулы и брикеты ухудшили свои позиции. Это в основном связано с высокими ценами на внутреннем рынке, которые формируются под влиянием экспортных цен. Производителям выгоднее продавать этот продукт за рубеж.

Торфяные брикеты. В Беларуси неосушенные болота составляют 1,434 млн га, или 7% общей площади страны,

осушенные – 1,505 млн га. В связи с этим в стране широко развит торфяная промышленность, работающая по трем основным направлениям: производство торфа в качестве топлива, для сельского хозяйства и выпуск продуктов углубленной переработки торфа. До недавнего времени все было востребовано за рубежом и на внутреннем рынке. Для многих малых населенных пунктов страны топливные брикеты из торфа остаются основной составляющей топливно-энергетического баланса. В соответствии с государственной программой «Торф» на 2008–2010 гг. и на период до 2020 г., планировалось динамичное развитие отрасли. Однако в последние годы объемы снизились (табл. 2). Во-первых, упал спрос на внешних рынках, в частности в Литве и Швеции, на которые приходится около 90% экспорта белорусского торфа. Это объясняется тем, что данное полезное ископаемое стало классифицироваться

Показатель	2010 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Производство торфа топливного, тыс. т	2352	2269	1433	1000	1457	2045
в том числе производство топливных брикетов из торфа, тыс.	1317	1090	820	698	849	976
Экспорт топливных брикетов, тыс. т	386	166	105	87	94	109
Продано топливных брикетов населению, тыс. т	568	541	414	327	325	367

Таблица 2. Динамика развития торфяной промышленности в Беларуси

Составлено авторами на основании данных [2]

как невозобновляемый ресурсный источник, с уменьшением ранее имевшихся для его покупателей предпочтений. Во-вторых, в связи с общим ухудшением финансового состояния отечественные потребители стали внимательнее относиться к формированию своего локального энергетического баланса. Торф при всей его дешевизне не так уж и привлекателен по конечной единице тепловой энергии: он занимает 8–9-ю позицию в ранжире выгодности (см. табл. 1).

Топливные гранулы из болотного тростника. С 3-й на 5-ю позицию по выгодности переместились пеллеты из растительной биомассы (болотного тростника), которые производятся в рамках реализации пилотного проекта «Реализация новой концепции управления повторно заболоченными торфяниками для устойчивого производства энергии из биомассы (энергии болот)» (DCI 2010/220–473). Он финансируется Европейским Союзом, одобрен Советом Министров Республики Беларусь от 24.07.2012 №671 и зарегистрирован в Министерстве экономики Республики Беларусь (рег. номер 02/12/00549 от 09.08.2012). Головным партнером проекта «Энергия болот» являлся Фонд Михаэля Зуккова по охране природы (Германия). Белорусские участники: Междугосударственный

экологический институт имени А.Д. Сахарова БГУ, Институт природопользования НАН Беларуси и ОАО «Торфобрикетный завод Лидский». В течение трех лет проводились совместные исследования по выработке технологии выращивания и сбора болотного тростника как исходного сырья, обеспечивающей помимо коммерческой выгоды сохранение и приумножение уникальной флоры и фауны местных болот, – многие представители животного и растительного мира пополнили Красную книгу.

На базе ОАО «Торфобрикетный завод Лидский» (Гродненская область) организовано производство пеллет. Реализован комплексный вариант финансирования за счет средств торфобрикетного завода (выполнение проектных работ, прирост чистого оборотного капитала); кредитных (строительно-монтажные работы); централизованного фонда Министерства энергетики (закупка брикетной линии, технологического транспорта, комбайна для уборки тростника); а также финансовых структур ЕС (выполнение НИОКР, закупки пеллетной линии). По существу это схема финансирования инновационного бизнеса. В четвертом квартале 2015 г. объект, способный выдавать 1,3 т топливных гранул в час был введен в эксплуатацию. Бизнес очень прибыльный. При

нормативной загрузке обеспечивается существенно большая эффективность операционной деятельности, чем в других отраслях экономики. Доходность гарантируется при ценах на реализуемую продукцию на 40–45% ниже сложившихся на белорусском рынке на пеллеты из отходов древесины (их теплотворная способность примерно одинаковая). Капиталоемкость небольшая – в пересчете на 1 кВтч годовых мощностей производства биотоплива расходуется менее 200 евро инвестиционных ресурсов без учета НДС, что существенно меньше аналогичного показателя при создании, к примеру, энергетических мощностей на базе биогазовых установок, солнечных панелей, газотурбинных и газопоршневых агрегатов, гидроэнергетических объектов. Сочетание высокой доходности операционной деятельности и низкой капиталоемкости обеспечивает этому бизнесу окупаемость в течение максимум четырех лет с учетом года инвестиционного периода. Проект имеет хороший запас финансовой устойчивости: возможно снижение цен на пеллеты до уровня, обеспечивающего вторую-третью позиции по выгодности их применения в качестве источника тепла согласно изложенной выше методологии ранжирования. Немаловажно, что в регионе с избытком рабочей силы создано 18 высокотехнологичных рабочих мест. При выходе на заложенные максимальные показатели пеллеты позволят заменить 2,78 млн кубометров природного газа в год.

Отметим, что 5-е место в ранжире выгодности топливные растительные гранулы заняли по результатам анализа ценовой составляющей внутреннего рынка

с учетом выполненной технико-экономической оценки эффективности создания в стране пеллетного производства, для которого исходным сырьем выступает болотная биомасса. По растительным брикетам принималась цена без НДС, заложенная в расчеты для тростника, выращенного на повторно заболоченных территориях, выработанных в результате добычи торфа, – 61,7 евро за тонну. Это значительно меньше, чем сложившаяся в рассматриваемом сегменте внутреннего рынка цена на древесные пеллеты, и проект имеет быструю окупаемость.

В странах ЕС территории болот задействованы бизнесом с сохранением/воссозданием их первоначального вида. Полученные за рубежом научные и коммерческие результаты, апробация идеи в Беларуси показывают ее перспективность.

В соответствии с национальной программой «Торф», определены следующие направления дальнейшего использования выработанных месторождений: передача сельскохозяйственным предприятиям и лесному хозяйству, повторное заболачивание. Согласно оценкам исследователей Института природопользования НАН Беларуси, общая площадь выработанных торфяников в стране составляет 292,2 тыс. га (табл. 3).

Потенциалом для повторного заболачивания и создания целевых объектов биоэнергетики, по нашему мнению, являются: на 1-м этапе – площади, не пригодные для сельскохозяйственной деятельности; на 2-м – нераспределенные; на 3-м – пригодные для аграрного производства.

По землям, переданным лесному хозяйству и под водоемы,

Область	Общая площадь, га	Переданные				Не распре- делено
		сельскому хозяйству		другим организациям		
		пригодные	не пригод- ные	лесному хозяйству	под водо- емы	
Брестская	36576,0	5747,9	3795,5	12484,5	2371,8	12176,3
Витебская	50140,7	1508,0	431,0	37032,0	44,0	11125,7
Гомельская	50524,0	10283,0	803,0	27205,0	2343,6	9886,4
Гродненская	30028,0	7998,0	6628,0	14192,6	500,0	709,4
Минская	90720,0	24944,8	8090,5	49266,0	2860,5	5558,2
Могилевская	34168,0	6344,1	1231,1	19573,0	887,0	6132,8
Всего	292156,7	56825,8	20979,1	159753,1	9006,9	45591,8

Таблица 3. Выработанные торфяные месторождения по областям Беларуси, га

Составлено авторами на основании данных Института природопользования НАН Беларуси

однозначного заключения о коммерческой и экологической целесообразности заболачивания пока нет.

Рациональность повторного заболачивания территорий, пригодных для сельского хозяйства, обосновывается тем, что урожайность на них полезных культур, это в основном травы, через несколько сезонов падает. Сравнение показателей эффективности по сельскому хозяйству в целом и по производству пеллет из растительного сырья, выращенного на повторно заболоченных угодьях, показывает более существенную коммерческую выгоду второго варианта использования земель. За 2017 г. производительность труда в среднем по аграрному сектору страны в пересчете составила 23,9 тыс. евро на одного работающего, рентабельность продаж 6,9% [5]. Расчетные показатели

по биотопливу: выручка от реализации продукции без НДС на одного работающего – 40,8 тыс. евро, рентабельность продаж – 48,6%. То есть эффективность ведения сельхозпроизводства ниже и требует большего инвестирования на единицу площади земельных угодий.

Для оценки целесообразности широкого распространения проекта «Энергия болот» использовался аналоговый метод – перенос результата его пилотного исполнения на совокупность рассматриваемых для повторного заболачивания территорий (табл. 4).

Топливные гранулы из соломы. В рамках государственной программы разработано оборудование для получения гранул из рапсовой соломы. Однако опыт организации производства не получил широкого распространения. Хотя, как показала

Этап реализации	Годовой объем производства пеллет из тростника*	
	тыс. т	тыс. т у.т.
1-й	272,73	144,277
2-й	592,65	313,518
3-й	738,74	390,801
Всего	1 604,1	848,596

Таблица 4. Оценка годового эффекта тиражирования проекта «Энергия болот»

Составлено авторами на основе анализа и расчетов

Вид посевов	Площадь посе- вов под культу- ры, тыс. га	Среднее количе- ство соломы с 1 га посевов, т	Общий объем соломы, тыс. т	Запасы сырья с учетом потреб- ления в сель- ском хозяйстве, тыс. т	Объем топливных гранул, который может быть изготовлен в год из запасов сырья (соломы)	
					тыс. т	тыс. т у.т.
Под рапс	339	3,480	1180	236	215	113,737
Под зерновые культуры, солома которых может быть использована для производства топливных гранул	2089	3,652	7644	1530	1391	735,853
Всего:			8824	1766	1606	849,590

Таблица 5. Потенциал рынка сырья для производства топливных гранул с использованием отходов растениеводства

Составлено авторами на основании [5, 6]

практика эксплуатации оборудованья, расчеты и моделирование, данное направление представляет коммерческий интерес: при продаже гранул из соломы по ценам гранул из болотного тростника инвестиции окупаются в течение 3,5–4 лет. По теплотворной способности оба вида топлива равноценны – 15,5 МДж/кг.

Коэффициенты пересчета урожайности растений в вес соломы, согласно методике [6], принимались следующие: по рапсу – 2,0, по зерновым – 1,1; урожайность: по рапсу – 17,4 ц/га, по зерновым – 33,2 ц/га; объем соломы с 1 га: по рапсу – 3,480 т ($17,4 \times 2/10$), по зерновым – 3,652 т ($33,2 \times 1,1/10$). Экспертным путем установлено, что 20% соломы зерновых культур может быть направлено на производство топливных гранул.

Результаты расчетов по оценке потенциала рынка сырья для изготовления топливных гранул с использованием отходов растениеводства представлены в табл. 5.

Газ из отходов животноводства. В Беларуси усиливается присутствие альтернативной энергетики, основанной на получении биогаза из отходов животноводства. Практика реализации таких проектов и оценка их эффективности свидетельствуют о целесообразности использования в этой сфере комплексных технологических решений, основанных на следующих основных положениях:

- производство не менее двух видов конечных продуктов – биогаза как основного продукта, органо-минерального удобрения – как сопутствующего;

- расположение основного технологического оборудования в непосредственной близости от места нахождения исходного сырья (животноводческих комплексов), убывающие запасы которого позволяют обеспечить полноценную работу как минимум в течение физического срока эксплуатации;
- снижение вредного воздействия сельскохозяйственного производства на окружающую среду (накопились большие запасы экскрементов животных, представляющих экологическую опасность, требующие своего аудита и количественной оценки);
- строительство локального газопровода от места производства биогаза до основных потребителей (агрозгородки, предприятия сельскохозяйственного и иного назначения);
- использование вырабатываемого биогаза для одновременной выработки электрической, тепловой энергии и холода (тригенерация).

При таком подходе окупаемость вложений составит 5–5,5 года, включая 2 года инвестиционного периода. Немаловажно, что за биогаз конечный потребитель заплатит всего 140 евро за 1000 м³, что существенно ниже рыночных цен на природный газ. (Содержание метана в биогазе и природном газе примерно равное.)

Источник биомассы*	Поголовье сельскохозяйственных предприятий, тыс. голов	Выделение экскрементов одним животным [7]		Запасы сырья, генерируемые за год, тыс. тонн	Объем биогаза, который может быть получен из запасов сырья, генерируемых за год**	
		в сутки, кг	за год, т		тыс. м ³	тыс. т у.т.
Крупный рогатый скот	4257	27,00	9,855	41953	3356240	3951,887
Свиньи	2779	8,80	3,212	8926	714080	840,811
Птица	45700	0,14	0,051	2331	186480	219,574
Всего:				52210	4256800	5012,272

*Для производства 1000 м³ газа требуется 12,5 т экскрементов животных [5]. **Теплота сгорания пеллет из биомассы 34,5 МДж/м³

Таблица 6. Рынок исходного сырья для производства биогаза с использованием отходов животноводства. Составлено авторами на основании [5, 7]

Результаты расчетов по оценке потенциала рынка исходного сырья для производства биогаза из отходов животноводческих комплексов (без учета уже скопившихся огромных объемов) представлены в табл. 6.

Сводная оценка прогнозируемого эффекта применения биотехнологий, годовой объем производства в пересчете на тыс. т у.т.: топливных гранул из болотного тростника – 849; топливных гранул из соломы – 850; биогаза из отходов животноводства – 5013. Реализация биоэнергетического потенциала в предлагаемых объемах позволит заместить 6712 тыс. т у.т. других видов ТЭР.

Масштабирование выработки биоэнергии коммерчески перспективно, поскольку:

- *используется местное возобновляемое сырье;*
- *по ценовому фактору продукция конкурентоспособна как на внутреннем, так и на внешних рынках;*
- *сравнительно короткий срок окупаемости инвестиций;*
- *в соответствии с современной теорией и практикой управления, тиражирование малых локальных предприятий (в том числе в сфере рассматриваемых направлений биоэнергетики) имеет минимальные риски, так как всегда можно скорректировать процесс их развития для адаптации к меняющимся условиям;*
- *создаются дополнительные точки регионального экономического роста в малых населенных пунктах, повышается занятость населения.*
- *в местный и республиканский бюджеты поступят дополнительные отчисления налогов, сборов, платежей.*

Финансирование биоэнергетических объектов. Начинать следует с создания управляющей проектной компании из числа участников предприятия. Целесообразно делегировать ей функции выработки стратегии развития, получения разрешительных документов, маркетинга, выстраивания товаропроводящей сети, развития инфраструктуры по обслуживанию клиентов, использующих в отоплении биотопливо, внешней торговли, оптимизации финансовой деятельности. Учредителями могут выступать иностранные и национальные инвесторы; коммерческие банки-резиденты (в рамках возможностей участия в коммерческих структурах, определенных законодательством); органы государственного управления. Мультифинансирование существенно уменьшает риски (в том числе

связанные с выдачей и возвратом кредитов), обеспечивает непрерывность поступления средств. Сетевой график работы должен быть сбалансирован с источниками финансирования, материальными и трудовыми ресурсами.

Можно организовать малое предприятие с привлечением управляющей (проектной) компании, организаций – владельцев биоресурсов и распорядителей земельных площадей (торфодобывающих и сельскохозяйственных), представителей регионального бизнеса.

Таким образом, быстрыми темпами можно создать новое высокоэффективное направление «зеленой экономики», потребители получат хорошую альтернативу другим видам ресурсов при формировании своих локальных топливно-энергетических балансов. ■

■ **Summary.** In this article market conditions and bioenergetics resources in Belarus are analyzed. On the basis of the analysis and results of implementation of the pilot project of the EU "Energy of wetland" authors concluded that production of biofuel in Belarus has good commercial prospects. Assessment of efficiency of biofuel for producers, consumers and national economy was made. The model of project financing of objects of alternative power engineering in Belarus is offered.

■ **Keywords:** bioenergy, biofuel, biomass sources, energy of wetland, fuel pellets, agricultural production waste, recycling of waste in agriculture, biogas.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2019-8-27-33>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Энергетический баланс Республики Беларусь. Статист. сб. / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2018.
2. Цены производителей в Республике Беларусь. Статист. сб. / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2016.
3. Тарифы на энергию // <http://www.energo.by/content/klientam-fizicheskim-litsam-i-predprinimateliam/tarify/>
4. Отраслевая программа развития организаций торфяной промышленности, входящих в систему Министерства энергетики Республики Беларусь, на 2017–2020 годы // http://minenergo.gov.by/wp-content/uploads/Programma_TORF.pdf
5. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статист. сб. / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2015.
6. Коэффициенты пересчета зерна и семян в побочную продукцию и содержание основных элементов питания в побочной продукции сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Е. Н. Богатырева, Т. М. Сера, О. М. Бирикова, Т. М. Кирдун, Ю. А. Белявская, М. М. Торчило // Почвоведение и агрохимия 2016. №5. С. 78–89 // http://aw.belal.by/russian/science/soilandagro_pdf/57/57-7.pdf
7. Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета. РД.АПК 1.10.15.02–17. – М., 2017. // <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293744/4293744162.pdf>
8. Руководство по биогазу. От получения до использования // <https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/h/a/handreichungbiogasru2012.pdf>

Статья поступила в редакцию 04.01.2019 г.

SEE <http://innosfera.by/2019/08/bioenergetic>