

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЗАПИСКА

**“ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНЫХ  
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ  
ЭНЕРГИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ”**

Основными программными документами, регламентирующими развитие направления использования местных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в Республике Беларусь являлись ранее и являются в настоящее время:

1. Целевая программа обеспечения в республике не менее 25 процентов объема производства электрической и тепловой энергии за счет использования местных видов топлива и альтернативных источников энергии на период до 2012 года<sup>1</sup> [1].
2. Республиканская программа энергосбережения на 2006–2010 годы [2].
3. Государственная комплексная программа модернизации основных производственных фондов белорусской энергетической системы, энергосбережения и увеличения доли использования в республике собственных топливно-энергетических ресурсов на период до 2011 года [3].
4. Республиканская программа энергосбережения на 2011–2015 годы [4].
5. Государственная программа строительства энергоисточников на местных видах топлива в 2010–2015 годах [5].
6. Стратегия развития энергетического потенциала Республики Беларусь [6].
7. Национальная программа развития местных и возобновляемых энергоисточников на 2011–2015 годы [7].

Главная конечная цель реализации соответствующих программных мероприятий – увеличение объемов использования местных ТЭР и ВИЭ в республике и, как следствие, “замещение использования импортируемого природного газа” (“замещение импортного топлива для производства тепловой и электрической энергии”). В частности, Национальной программой развития местных и возобновляемых энергоисточников на 2011–2015 годы определено **“достижение доли собственных топливно-энергетических ресурсов в балансе котельно-печного топлива не менее 30 процентов в 2015 году”**. Стратегией развития энергетического потенциала Республики Беларусь – **“достижение доли собственных энергоресурсов в балансе котельно-печного топлива на уровне 28-30 % в 2015г”**. Республиканской программой энергосбережения на 2011–2015 годы – **“достижение доли местных топливно-энергетических ресурсов в балансе котельно-печного топлива республики не менее 28 процентов в 2015 году”**.

## **1. Местные топливно-энергетические ресурсы Республики Беларусь**

---

<sup>1</sup> Признана утратившей силу постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 7 декабря 2009 г. № 1593.

Подробный анализ информации, содержащейся в вышеуказанных программных документах [1-7] показал, что в базовой части проблемы – в определении видового состава ТЭР, относящихся к местным, – отсутствует единство терминологии. Результаты этого анализа приведены далее.

1. “Целевая программа ...” и “Государственная комплексная программа модернизации основных производственных фондов белорусской энергетической системы ...”. Местные ТЭР – газ попутный, “мазут из собственной нефти”, “прочие виды топлив из собственной нефти” (без расшифровки), торф, лигнин, дрова, отходы лесозаготовок, отходы деревообработки, ГЭС, тепловые ВЭР, коммунально-бытовые отходы, ветроустановки, прочие виды местных ТЭР, нефть, бурые угли, горючие сланцы.  
“Целевая программа ...”, введенная в действие 30 декабря 2004г., разрабатывалась с целью *“обеспечить не менее 25 процентов объема производства электрической и тепловой энергии за счет использования местных видов топлива и альтернативных источников энергии на период до 2012 года”*. Общий объем финансирования планировался в размере 1,318 млрд. долл. США. Однако в декабре 2009г. данная программа была признана утратившей силу. “Государственная комплексная программа модернизации основных производственных фондов белорусской энергетической системы ...” была утверждена 15 ноября 2007г. Основная ее цель, в контексте использования местных ТЭР, определялась как *“замещение импортного топлива для производства тепловой и электрической энергии на 20,5 процента”* к 2011г. по сравнению с 2005г. Объем финансирования мероприятий для достижения указанной цели составил 1,006 млрд. долл. США. Расход импортируемого природного газа по направлению производства тепловой и электрической энергии увеличился на 0,732 млн. т.у.т. в 2010г. по сравнению с 2005г. Общий объем импорта природного газа – на 1,725 млн. долл. США.
2. Республиканская программа энергосбережения на 2006–2010 годы. В данной программе не указывается видовой состав местных ТЭР, а даются ссылки на [108].
3. Стратегия развития энергетического потенциала Республики Беларусь. Местные ТЭР определяются как *“...собственные энергоресурсы, добываемые на территории республики (нефть, попутный газ, торф, дрова и прочие) с учетом вторичных энергоресурсов”*. В таблице 1 приведены сводные данные по местным ТЭР в контексте рассматриваемого программного документа.

Таблица 1. – Сводные данные по использованию местных ТЭР на период 2011-2015 гг.

Направление	Объемы финансирования, млн. долл. США		
	2011-2015	2016-2020	2011-2020
Цель – доведение доли собственных энергоресурсов в балансе котельно-печного топлива в 2015г. до 28-30 %, в 2020г. до 32-34 %			
Производство древесного топлива	112	33	145
Торфяная промышленность	312	334	646
Добыча нефти	600	600	1200
Освоение минерально-сырьевой базы	2000	2200	4200
<b>Итого</b>	<b>3024</b>	<b>3167</b>	<b>6191</b>
Энергосбережение и местные виды ТЭР	8663	8300	16963

Из данных таблицы 1 следует, что не представляется возможным определить конкретный объем финансирования мероприятий по увеличению *“доли собственных энергоресурсов в балансе котельно-печного топлива”*. Запланированное финансирование направления *“Энергосбережение и местные виды ТЭР”* полностью совпадает с итоговым объемом финансирования мероприятий Республиканской программы энергосбережения на 2011–2015 годы и, равно, как и там, в Стратегии развития энергетического потенциала Республики Беларусь нет разделения мероприятий отдельно по энергосбережению и отдельно по использованию местных ТЭР. С учетом того, что, в контексте энергетической политики, проводимой в республике, энергосбережение – это сокращение объемов потребления ТЭР, а использование местных ТЭР – это наращивание объемов их производства и потребления, рассмотренное обстоятельство является некорректным.

*“Доведение доли собственных энергоресурсов в балансе котельно-печного топлива в 2015г. до 28-30 %, в 2020г. до 32-34 %”* предполагается возможным с учетом в структуре доли собственных энергоресурсов *“продуктов нефтепереработки из собственной нефти и вторичных энергоресурсов, попутного газа и экспорта топливных брикетов”*. По определению [8] котельно-печное топливо (КПТ) – это топливо, *“используемое на выработку электроэнергии и теплоэнергии на конденсационных электростанциях, теплоэлектроцентралях, мини-ТЭЦ, в котельных и непосредственно в качестве топлива в печах, сушилках, горнах и прочем технологическом и отопительном оборудовании как производственного, так и коммунально-бытового назначения”*. Из определения следует, что экспорт топливных брикетов не имеет к КПТ никакого отношения. Различные виды нефтепродуктов расходуются по различным направлениям целевого потребления ТЭР, в том числе – в качестве моторного топлива. Попутный газ месторождений республики частично перерабатывается в сжиженный газ, который также может быть использован в качестве моторного топлива. Поэтому сама постановка цели Стратегии, в контексте использования

местных ТЭР, является некорректной. Кроме того, анализ местных ТЭР в составе КПТ предполагает наличие информации о видовом составе КПТ республики, о фактических и прогнозируемых тенденциях в изменении структуры КПТ (абсолютные и процентные показатели). В раннее действовавших энергетических программах такая информация присутствовала. В настоящей стратегии ее нет.

4. Республиканская программа энергосбережения на 2011–2015 годы. К местным ТЭР относятся горючие полезные ископаемые республики, древесное топливо, горючие отходы деревообрабатывающих и сельскохозяйственных производств, тепловые ВЭР, твердые бытовые отходы, ВИЭ.
5. Национальная программа развития местных и возобновляемых энергоисточников на 2011–2015 годы. Местные ТЭР – древесное топливо, торф, бурые угли, горючие сланцы, нефтяной кокс, горючие отходы растениеводства (в частности – солома). Однако, когда речь идет “... о доведении доли в котельно-печном топливе страны местных видов топливно-энергетических ресурсов до 30 процентов в 2015 году”, данный перечень значительно расширяется посредством включения в него ресурсов биогаза, гидро- и ветроэнергоресурсов, а также тепловых ВЭР и геотермальных ресурсов. Общий объем финансирования мероприятий программы – 3454,55 млн. долл. США. Предполагается, что будет достигнуто “замещение использования импортируемого природного газа в 2015 году в сравнении с 2010 годом до 2,4 млрд. куб. метров”. По прогнозным оценкам [4] валовое потребление ТЭР в республике составит 42,8-43,1 млн. тонн условного топлива (т.у.т.). 2,4 млрд. м<sup>3</sup> природного газа – это 2,76 млн. т.у.т. или 6,4 % от прогнозируемого валового потребления ТЭР. То есть удельные капитальные вложения в замещение местными ТЭР 1 т.у.т. импортируемого природного газа составят 1252 долл. США, а каждый процент (из указанных 6,4 %) замещения к 2015г. природного газа местными ТЭР в валовом потреблении ТЭР обойдется государству в 539,8 млн. долл. США.
6. Государственная программа строительства энергоисточников на местных видах топлива в 2010–2015 годах. Данная программа имеет более узкую направленность, нежели рассмотренные выше, и направлена на увеличение объемов использования древесного топлива, горючих отходов деревообрабатывающих производств, а также горючих отходов растениеводства. “В результате реализации Программы в республике будет ... обеспечено замещение импортируемых топливно-энергетических ресурсов посредством использования местных видов топлива в объеме ... 486377 т.у.т.” Объем финансирования – 1297127 млн. бел. руб. или 432,38 млн. долл. США. Удельные капитальные вложения в замещение 1 т.у.т. “импортируемых топливно-энергетических ресурсов” местными ТЭР составят, в среднем, 889 долл. США.

Из всего вышеизложенного следует, что в первую очередь возникает необходимость в такой систематизации местных ТЭР, которая позволит: однозначно определить состав местных ТЭР; объективно соотносить объемы ис-

пользования местных ТЭР с общим объемом потребляемых ТЭР в республике; избегать двойного учета некоторых видов местных ТЭР (например, дров и отходов лесозаготовок и деревообработки), что позволит уменьшить планируемые и прогнозные капиталовложения в развитие направления использования местных ТЭР.

По определению термин местный [9, с. 434] трактуется как “непривозной”, “присущий только определенной местности, территории”. То есть, по определению, состав категории “местные ТЭР” Республики Беларусь выглядит следующим образом:

1. местные первичные природные ТЭР – сырая нефть, попутный газ, торф для энергетического использования, бурые угли, горючие сланцы, топливная древесина.
2. ТЭР, производные от местных первичных природных ТЭР – сжиженный газ из попутного газа, топливные брикеты, нефтепродукты из нефти месторождений республики, только те отходы лесозаготовительного производства, которые образуются при производстве топливной древесины.

Здесь важно отметить, что к категории местных ТЭР нецелесообразно относить:

- отходы сельскохозяйственной деятельности, пригодные для использования в качестве топлива, так как их образование напрямую связано с тем, под какой вид посевных культур отведены земли сельскохозяйственных угодий;
- иные отходы лесозаготовительного производств, а также отходы деревообрабатывающих производств, поскольку в обоих случаях объемы образования отходов зависят от объемов промышленного производства продукции не-энергетического профиля [10, 11].

**Вторичные энергоресурсы** (тепловые, горючие, избыточно давления) **не являются местными видами ТЭР**, так как их образование происходит вследствие низкого коэффициента полезного использования ТЭР, непосредственно задействованных в технологических процессах производства [12, с. 49], а их утилизация относится к стадии преобразования ТЭР в тепловую и электрическую энергию [12, с. 8]).

Кроме того, термин *местные ТЭР* не является равнозначным термину *собственные ТЭР*, так как, по определению [9, с. 958], “*собственный – это “принадлежащий кому-нибудь, чему-нибудь по праву собственности”*”. То есть *собственные ТЭР* Республики Беларусь – это весь объем импортированных в республику, добытых на месторождениях республики, произведенных на территории и предприятиях республики энергоресурсов (в том числе, в качестве побочной продукции основных производств), а *местные ТЭР* – лишь одна из составных частей собственных.

Данная формулировка предполагает следующим этапом определение того, насколько значимой является вышеуказанная составная часть собственных ТЭР в контексте суммарной потребности республики в топливно-энергетических ресурсах в настоящее время и сможет ли реализация мероприятий по увеличению объемов использования местных ТЭР способствовать в перспективе сокращению объемов или сохранению современно-

го уровня поставок импортируемых ТЭР, предназначенных для внутреннего потребления. Для ответа на поставленные вопросы, необходимо проанализировать тенденции в производстве местных первичных природных ТЭР, то есть охарактеризовать: 1) современное и перспективное состояние минерально-сырьевой базы Республики Беларусь в части ТЭР; 2) использование ресурсов топливной древесины.

Проведение соответствующих исследований показало, что по объективным причинам на ближнее- и среднесрочную перспективу:

1. Сократятся объемы производства и прирост запасов по промышленным категориям нефти и, соответственно, попутного газа, добываемых на месторождениях Беларуси.
2. Сохранится сложившаяся тенденция снижения объемов потребления торфа для энергетических целей на внутренние нужды республики.

Интенсивная разработка торфяных месторождений в 60-80 гг. прошлого столетия – добыча торфа в республике достигала максимального объема в 1975г. и составляла около 16 млн. т.у.т. [13] – привела к резкому сокращению запасов торфа, предназначенного для добычи. Большинство месторождений торфа находится в природоохранных фондах, возможности открытия новых месторождений ограничены [14, с. 511, 15, с. 645-647]. В настоящий момент времени эксплуатационные запасы торфа, пригодного для топливно-энергетических нужд, составляют 26,59 млн. т.у.т.

Согласно государственной программе “Торф” на 2008–2010 годы и на период до 2020 года [16] было запланировано: в 2009г. обеспечить прирост объема производства торфа для энергетических целей в размере 0,108 млн. т.у.т. по отношению к 2008г.; в 2015г. по отношению к 2010г. аналогичный прирост должен составить 0,249 млн. т.у.т.; в 2020г. по отношению к 2015г. – 0,101 млн. т.у.т. Требуемый объем финансовых средств для достижения указанных показателей – 546 млн. долл.США. Ранее, до принятия и начала реализации вышеуказанной программы прогнозировалось сокращение объемов добычи топливного торфа к 2015г. и к 2020г. до 0,61 и 0,55 млн. т.у.т. соответственно [13, 17]. На рисунке 1 приведены прогнозные значения объемов производства топливного торфа 1) с учетом реализации мероприятий Государственной программы “Торф” и 2) без изъятия земель из охраняемого фонда на период до 2020г., а также фактическая добыча за период 2008-2010 гг.



Рис. 1 – Фактическая добыча<sup>2</sup> и прогноз изменения объемов добычи топливного торфа в 2009-2020 гг.

Ситуация с увеличением объемов добычи и производства топливного торфа неоднозначна и по нижеследующим причинам:

- в 2002г. одними из ведущих энергетиков страны отмечалось следующее [18]: “... неперспективность использования торфа в качестве топлива обусловлена прежде всего экологическими соображениями. В настоящее время более 50% площади торфяных месторождений вовлечены в хозяйственную деятельность, что вызывает интенсивные процессы минерализации почвы, ветровой и водяной эрозии. Поэтому правительство Республики Беларусь приняло в 1991г. решение об увеличении почти вдвое охраняемого торфяного фонда, который в будущем должен охватить 30 % торфяных месторождений”;
- для увеличения мощностей торфопредприятий по добыче торфа и производству торфяной продукции в 2008-2010 гг. необходимо построить и ввести в эксплуатацию около 24 тыс. га новых площадей добычи [16]. Поскольку “... на сегодняшний день в Беларуси не осталось ни одного крупного месторождения торфа, и действующие торфобрикетные заводы дорабатывают свою сырьевую базу, ..., это означает, что для ведения торфодобычи будут изыматься земли из охраняемого фонда” [19];
- потребление торфа внутри республики сокращается в связи с реализацией мероприятий Государственной программы возрождения и развития села на 2005-2010 годы [20] – перевод одного индивидуального дома на газ снижает потребление торфобрикетов на 1,8 т.у.т. в год [21];
- “на бывших торфоразработках ничего вырастить невозможно” [21], поэтому необходимо проведение повторного заболачивания, что требует определенных финансовых средств.

<sup>2</sup> Официальные данные государственной статистической отчетности Республики Беларусь.

Исходя из вышеизложенного и при условии плановой реализации в полном объеме тех мероприятий программы “Торф”, которые направлены на увеличение производства топливного торфа, наиболее приемлемым вариантом по использованию производимой из него продукции является расширение внешних рынков сбыта торфяных брикетов: в 2010г. экспортная цена торфобрикетов составляла порядка 80 долл. США за 1 т.у.т. (цена торфобрикетов, реализуемых населению – в среднем 52 долл. США за 1 т.у.т.)<sup>3</sup>; основными потребителями данного вида продукции являются страны ЕС и, в первую очередь, Швеция. Однако, при явной экономической целесообразности развития указанного направления, главная цель, для достижения которой разрабатывалась программа “Торф” – *увеличение объемов добычи и использования торфа в энергетике республики* [16] – достигнута не будет.

3. Запасы горючих сланцев месторождений республики не будут переведены в разряд балансовых.
4. Продолжится работа по разработке оптимальных технологий промышленной эксплуатации бурого угольных месторождений республики, запасы которых подготовлены к промышленному освоению с 01.01.2002г. согласно [22].

Согласно Стратегии развития энергетического потенциала Республики Беларусь на период до 2020 года остаются в силе все те задания по бурому углю и горючим сланцам месторождений республики, которые предполагалось реализовать к 2011г. [13, 23] с запросом финансирования на указанные цели 2 млрд. долл. США на период 2011-2015 гг.

5. Будет происходить замедление темпов прироста объемов заготовок древесного топлива, в первую очередь за счет того, что дровяная древесина является ценным технологическим сырьем для плитного производства и целлюлозно-бумажной промышленности.

Плантационное лесовыращивание, получившее распространение в мировой практике, в настоящий момент времени слабо освоено в Беларуси. Так, например, для обеспечения топливной древесиной энергетических установок, работающих на местном топливе, к 2009г. было создано всего 329 га плантаций быстрорастущих древесно-кустарниковых пород [24], что составляет  $3,5 \cdot 10^{-3}$  % от общей площади земель лесного фонда республики. Это является следствием того, что под подобные плантации в республике могут быть отведены лишь территории, “предназначенные для получения древесины для строительства, промышленности, а это экономически нецелесообразно” [11, с. 32].

Здесь следует отметить, что 1 пл. м<sup>3</sup> топливной древесины при ее использовании в качестве топливных дров, эквивалентен 0,266 т.у.т. [25], то есть характеризуется довольно низкой теплотой сгорания – 1860 ккал/кг. Для сравнения: теплота сгорания природного газа – 8050 ккал/м<sup>3</sup>; топлива печного бытового – 10150 ккал/кг; сжиженного газа – 10990 ккал/кг.

---

<sup>3</sup> Расчетные значения, полученные на основании данных государственной статистической отчетности Республики Беларусь.



Производство древесных пеллет и брикета является для большинства организаций второстепенным видом деятельности, направленным на использование отходов от собственного лесопиления и деревообработки (преимущественно в виде опилок), которые ранее приходилось утилизировать. Однако создаваемые мощности по производству древесных пеллет и брикетов используются не полностью по причине недостаточного объема отходов на эти цели.

Так, например, образовавшиеся в 2008г. в организациях концерна “Беллесбумпром” отходы деревообработки в объеме 1150 тыс. пл. м<sup>3</sup> (с учетом переходящих остатков предыдущего года) были использованы: 319 тыс. пл. м<sup>3</sup> (27,7 %) – на производственные цели, главным образом, это получение щепы для изготовления древесных плит; 331 тыс. пл. м<sup>3</sup> (28,8 %) – реализовано населению и колхозам; 500 тыс. пл. м<sup>3</sup> (43,5 %) – для обеспечения древесным топливом котельных крупных деревообрабатывающих производств, в том числе новых котельных, замещающих природный газ на опилки и стружки. Учитывая сложившийся баланс образования и потребления древесных отходов и перспективу их использования на ближайшие годы (с учетом ввода в действие новых плитных производств и энергетических установок, использующих древесные отходы), концерн “Беллесбумпром” отмечает, что свободных ресурсов этого сырья для создания дополнительных производств по выпуску древесных пеллет и брикета в системе предприятий концерна “Беллесбумпром” не имеется [26, 27].

В 2010г. прирост объемов использования топливных дров по сравнению с 2000г. составил 0,63 млн. т.у.т., отходов лесопиления и деревообработки – порядка 0,2 млн. т.у.т.<sup>4</sup> Достижение прироста физических объемов заготовки и, соответственно, прироста использования топливной древесины в размере порядка 1 млн. т.у.т. к 2020г. [6] возможно лишь при условии утилизации естественного древесного отпада<sup>5</sup> в размере 0,66 млн. т.у.т. ежегодно [4]. Следует отметить, что ежегодный объем естественного отпада в лесах превышает 10 млн. м<sup>3</sup>, однако только 2,5 млн. м<sup>3</sup> (указанные ранее 0,66 млн. т.у.т.) относятся к категории экономически доступного отпада [28]. Кроме того, “... производство древесного топлива из данного сырья повлечет за собой увеличение его себестоимости ввиду применения большого количества техники и работ с низкой производительностью труда” [6].

Далее, с учетом вышеизложенного анализа производства местных первичных природных ТЭР республики будет проведено соотнесение его результатов с валовым потреблением ТЭР Беларуси, которое является целесообразным по следующим причинам:

- валовое потребление ТЭР является составляющей для расчета одного из макроэкономических показателей, определяющих энергоэффективность

---

<sup>4</sup> Расчетные значения, полученные на основании данных государственной статистической отчетности Республики Беларусь и на основании [10, 28].

<sup>5</sup> Сухостой, валеж – то есть усохшие деревья, вследствие внутри- и межвидовой конкуренции [28].

экономики Республики Беларусь – энергоемкости валового внутреннего продукта;

- для расчета валового потребления ТЭР в Беларуси базой служит топливно-энергетический баланс (ТЭБ) в целом по республике, в приходной части которого отражается информация о производстве местных первичных ТЭР;
- на основании сказанного, соотношение местных первичных ТЭР с валовым потреблением ТЭР является корректным.

На рисунке 2 представлены расчетные данные<sup>6</sup> об изменении в абсолютных значениях за период 2001–2010 гг. по отношению к 2000г. объемов валового потребления ТЭР и объемов производства местных первичных ТЭР в целом по республике.

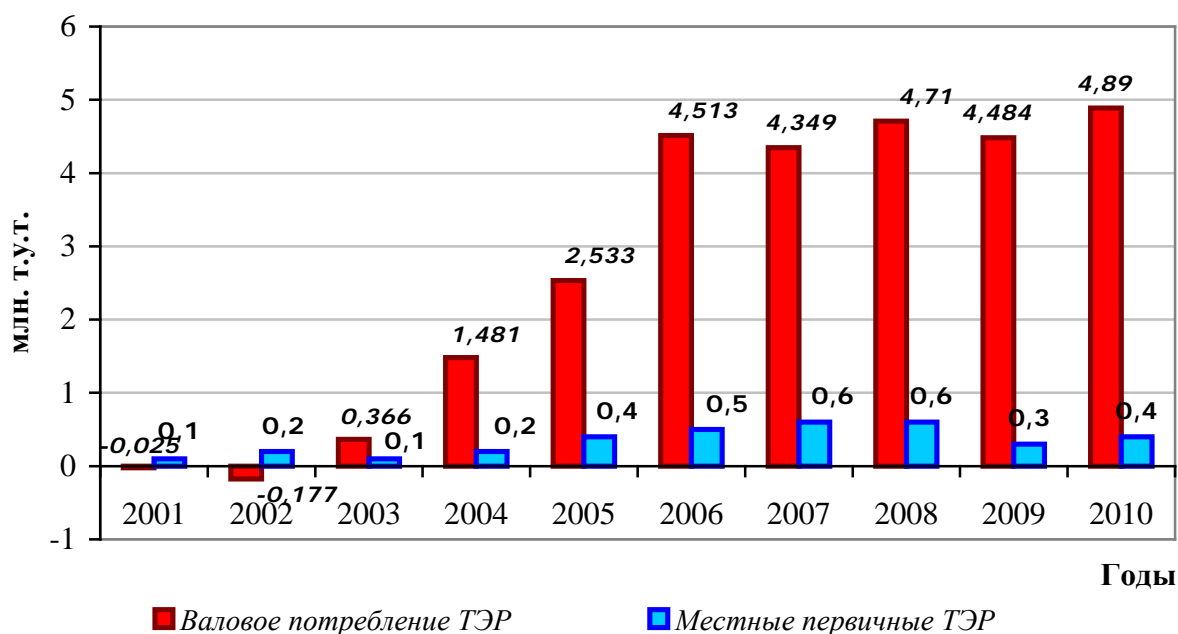


Рис. 2 – Динамика изменения валового потребления ТЭР и производства местных первичных ТЭР в 2001–2010 гг. по отношению к 2000г.

Из данных рисунка 2 следует, что темпы прироста валового потребления ТЭР существенно выше соответствующего показателя по местным природным ТЭР, несмотря на начатую в 2004г. реализацию по увеличению объемов местных ТЭР [1, 3] с выделением на эти цели значительных финансовых средств (см. стр. 2). Более того, начиная с 2008г., наблюдается не прирост, а сокращение объемов производства местных первичных ТЭР в республике.

Таким образом, структурный анализ производства первичных природных ТЭР республики показал, что мероприятия по увеличению объемов производства этих видов ТЭР нецелесообразно рассматривать в качестве одного из приоритетов при проведении политики повышения уровня эффективного использования ТЭР в Беларуси.

<sup>6</sup> На основании информации государственной статистической отчетности Республики Беларусь.

Рассмотрение местных ТЭР в контексте основных направлений целевого потребления ТЭР в республике показало следующее:

1. Доля участия местных ТЭР в процессах производства тепло- и электроэнергии, несмотря на реализацию широкого круга высокзатратных мероприятий [1, 3], на общую ситуацию никак не влияет: использование самого значимого из местных ТЭР – топливной древесины – не превышает и 3-х % в суммарном расходе ТЭР по рассматриваемому направлению целевого потребления. Общий расход местных ТЭР – 6-ти %. Следовательно, основным целевым направлением расхода местных ТЭР в республике является направление использования непосредственно в качестве топлива.
2. Однако и по этому направлению, также несмотря на прилагаемые усилия по снижению зависимости от импорта ТЭР, и также требующие значительных финансовых затрат [1, 3], наблюдается как рост использования нефтепродуктов преимущественно в качестве моторного топлива, так и рост потребления природного газа в качестве коммунально-бытового топлива.

На рисунке 3 представлены расчетные данные<sup>7</sup> об изменении в абсолютных значениях за период 2001–2010 гг. по отношению к 2000г. объемов потребления природного газа и основных видов местных ТЭР по направлению использования их в качестве коммунально-бытового топлива.



Рис. 3 – Основные тенденции в потреблении коммунально-бытового топлива за период 2000–2010 гг.

Значительный прирост объемов потребления природного газа по направлению использования непосредственно в качестве топлива обусловлен эффективной реализацией мероприятий Государственной программы воз-

<sup>7</sup> На основании информации государственной статистической отчетности Республики Беларусь.

рождения и развития села на 2005-2010 годы [20] в части газификации населенных пунктов.

Таким образом, анализ расходов топливно-энергетических ресурсов по основным целевым направлениям внутреннего потребления ТЭР в Республике Беларусь показал, что ни по направлению производства тепло- и электроэнергии, ни по направлению использования непосредственно в качестве топлива никаких структурных сдвигов в настоящее время нет и в ближайшей перспективе не предвидится, и степень зависимости республики от импорта природного газа остается высокой.

## 2. Возобновляемые источники энергии

Возобновляемые источники энергии – это источники на основе постоянно существующих или периодически возникающих в окружающей среде потоков энергии (типичный пример такого источника – солнечное излучение с характерным периодом повторения 24 ч.) [29]. Отличительная особенность ВИЭ выражается в существовании в окружающей среде, не являющимся следствием целенаправленной деятельности человека. Отличие в стадийности использования ВИЭ от первичных природных ТЭР (невозобновляемых/слабовозобновляемых источников энергии) показано на рисунке 4.

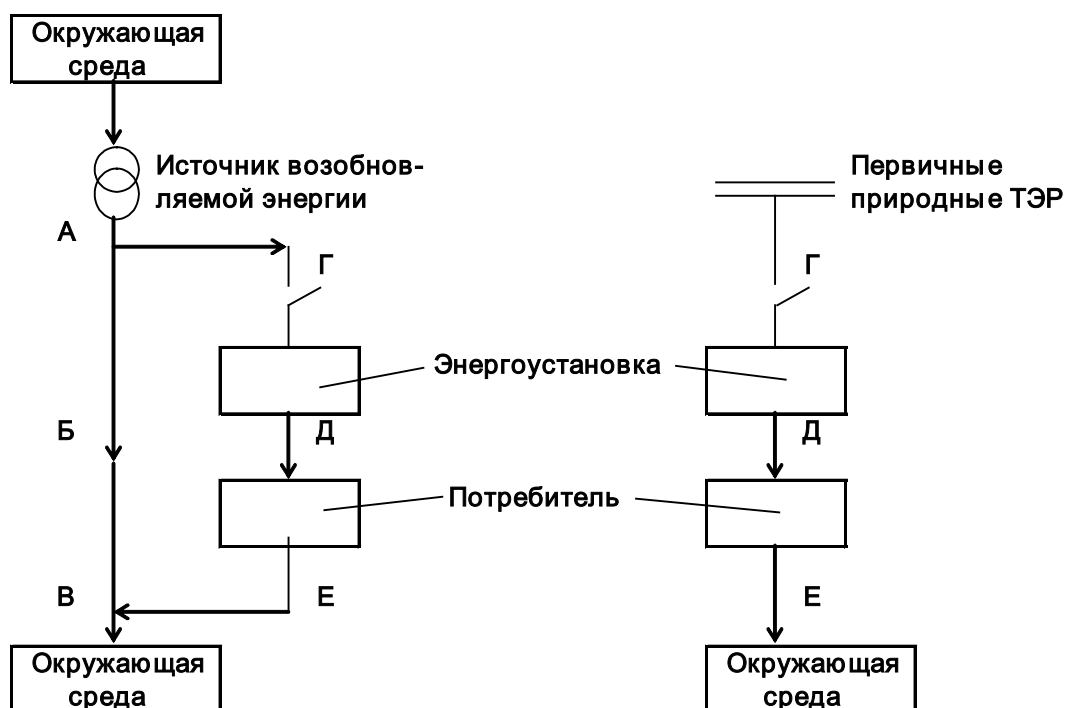


Рис. 4 – Укрупненная схема стадийности использования энергии от возобновляемых и невозобновляемых/слабовозобновляемых источников

Данная схема дает наглядное представление о том, что при использовании ВИЭ отсутствует стадия производства первичных энергоресурсов (добычи, включая облагораживание и обогащение) и транспорт к производителям

тепловой и электрической энергии. Однако здесь следует учитывать величину капиталовложений в организацию и затраты в последующее расширение производства энергоустановок, преобразующих энергию от возобновляемых источников в тепловую или электрическую, так как они существенно влияют на цену тепло- или электроэнергетики, поступающих к конечному потребителю [12, с.26].

В современной мировой практике к ВИЭ относят [29, 30]: солнечную, ветровую, геотермальную, гидравлическую энергии, энергию морских течений, волн, приливов, температурного градиента морской воды, разности температур между воздушной массой и океаном, тепла Земли, биомассу животного, растительного и бытового происхождения, водородную энергетику. Наиболее распространенными являются гидроэнергетические ресурсы, энергия солнца, ветра, биомассы.

#### *Гидроэнергетические ресурсы.*

В настоящее время в структуре мирового производства электроэнергии доля гидроэлектростанций составляет 20 % или 2600 млрд. кВт. ч. В числе стран с наибольшим годовым производством электроэнергии на ГЭС – Канада – 349, США – 347, Бразилия – 266, Китай – 187, Россия – 175 млрд. кВт. ч. Гидроэнергетическими ресурсами располагают более 150 из 209 стран мира. Мировой экономический гидроэнергетический потенциал составляет 8100 млрд. кВт. ч, а его неиспользованная часть – 5500 млрд. кВт. ч [31, 32].

Большинство развивающихся стран, нуждающихся в топливно-энергетических ресурсах, не могут осуществлять значительные капиталовложения, необходимые для строительства масштабных гидротехнических объектов и не имеют возможности ждать длительных сроков строительства и окупаемости ГЭС. Поэтому наиболее плодотворным для развития гидроэнергетики как развитых, так и развивающихся стран может стать строительство мини-гидроэлектростанций. В этом смысле показателен опыт Китая, где на больших и малых реках близ населенных пунктов действуют мини-ГЭС – свыше 60 тысяч [31]. Функционирование подобных сооружений не требует сложного технического оборудования (отсутствует необходимость в разветвленной сети электропередач), не оказывает существенного негативного экологического эффекта.

Масштабное производство гидроэлектроэнергии часто может конкурировать с термоэлектричеством и выработкой электроэнергии на атомных станциях. По этой причине в использовании гидроэнергетических ресурсов заинтересованы многие страны. Основными ограничениями являются экологические последствия крупномасштабного производства, что может значительно растянуть процесс планирования и даже сорвать реализацию важнейших проектов [32].

#### *Солнечная энергетика.*

Солнечная энергия рассеяна по очень большой площади, и на пути ее использования имеется целый ряд технических сложностей. Так, из-за относительно небольшой величины плотности потока солнечной энергии требу-

ется использование больших площадей земли под электростанции – например, для электростанции мощностью 1 ГВт необходимо несколько десятков км<sup>2</sup> площади [29]. В настоящее время солнечная энергия применяется в основном для производства низкопотенциального тепла для коммунально-бытового горячего водоснабжения и теплоснабжения. Выработка низкопотенциального тепла за счет солнечной энергии в мире достигает 5 млн. Гкал [32]. Развитие солнечной энергетики требует применения мер стимулирующего характера. Так, например, в Германии весьма эффективными стали льготные тарифы, дополненные выгодными кредитами с низкими процентами и равноправным доступом к электросетям, хотя они и обходятся дорого – 0,65 доллара США за кВт·ч [33]. В последние годы уровень льготного тарифа на солнечную энергию в Германии был несколько снижен, а также был введен элемент пропорционального снижения компенсации для автономных установок: на 5 % в год в 2008г., на 10% – в 2010г. и на 9% – начиная с 2011г. В США на протяжении многих лет фотоэлектрические установки пользовались федеральными налоговыми льготами, но этого оказалось недостаточно, чтобы обеспечить широкомасштабное использование фотоэлектрической энергии. Штаты Калифорния (где производится около 80 % всего фотоэлектричества в стране), Аризона и Нью-Джерси внедрили агрессивные стратегии поощрения фотоэлектричества, включая налоговые льготы для владельцев домашних и коммерческих установок и системы обязательных квот со специальным резервом для солнечной энергии [33, 34]. Кроме того, производство основы солнечных элементов – кремния, это также очень вредное производство. Современная фторидно-гидридная технология, по которой сейчас производится большая часть кремния дает накопление 4 т натрийалюмофторида на 1 тонну произведенного кремния. Фтор токсичен, и при синтезе фторосодержащих соединений возможно отравление с поражением кожи, слизистых, раздражением дыхательных путей. Другие технологии получения кремния также связаны с использованием фтористых соединений, что и создает парадокс солнечной энергетики: чистая энергия требует грязного производства оборудования [35].

#### *Ветроэнергетика.*

Наибольшее развитие ветроэнергетика получила в Европе, где сконцентрировано более 60 % установленных ВЭУ. На настоящий момент времени ветроустановки Германии производят порядка 15 % от всей производимой электроэнергии. В Дании ВЭУ вырабатывают более 20 % электроэнергии [36, 37].

Однако развитие ветроэнергетики сопряжено с рядом трудностей разнопланового характера, основные из которых приведены далее.

Строительство ветроустановок и, тем более ветроэлектростанций подразумевает значительные первоначальные капитальные вложения. В странах-лидерах мировой ветроэнергетики большая часть ВЭУ принадлежит частным инвесторам. Так, например, в Дании – это 75 % от общего количества ветроагрегатов. Около 100 тысяч граждан Дании инвестировали

в ветряную энергетику. Половина ВЭУ принадлежит кооперативам<sup>8</sup> [37]. Ветроэнергетика является нерегулируемым источником энергии. Выработка электроэнергии на ВЭУ зависит от силы ветра – фактора, отличающегося большим непостоянством. Соответственно, выдача электроэнергии от ВЭУ в энергосистему отличается большой неравномерностью, как в суточном, так и в недельном, месячном, годовом и многолетнем разрезе, что требует наличия резерва мощности в энергосистеме и механизмов сглаживания неоднородности выработки. Данная особенность ветроэнергетики существенно удорожает получаемую от них электроэнергию – так, например, в Германии в 2007г. сетевые компании платили владельцам ВЭУ 0,12 долл. США за кВт. ч электроэнергии. Энергосистемы с большой неохотой подключают ветрогенераторы к энергосетям, что приводит к появлению законодательных актов, обязывающих их это делать [36]. Ветроэнергетика относится к разряду экологически чистой возобновляемой энергетики так как *работа* ВЭУ позволяет сократить выбросы в атмосферу CO<sub>2</sub>. Однако экологический баланс в целом при этом не улучшается, поскольку непосредственно *производство* самих этих установок предполагает наличие [38]: меди в генераторах<sup>9</sup>; углепластиков для лопастей – их производство и утилизация происходит с выделением фосгена; тефлона для трущихся поверхностей – побочным продуктом производства является плавиковая кислота, разъедающая даже стекло; свинца, кадмия и серной кислоты – выделяющиеся при производстве серной кислоты SO<sub>2</sub> и SO<sub>3</sub> составляют основу кислотных дождей. Небольшие единичные ВЭУ могут иметь проблемы с сетевой инфраструктурой, поскольку стоимость линии электропередач и распределительного устройства для подключения к энергосистеме может оказаться слишком высокой<sup>10</sup>. Крупные ВЭУ испытывают значительные проблемы с ремонтом, поскольку замена крупной детали (лопасти, ротора и т. п.) на высоте более 100 м является сложным и дорогостоящим мероприятием.

#### *Энергия биомассы.*

Первоначально основное внимание уделялось непосредственному сжиганию древесины в аграрном секторе и в быту. Подход такого рода обернулся, как известно, реальностью “дровяного кризиса”, связанного со сведением исторически сложившихся лесных территорий. Одно из важнейших направлений биоэнергетики – переработка отходов сельскохозяйственного производства как растительного, так и животного происхождения. Использование новых технологий позволяет заменить традиционное сжигание биомассы воздействием на нее с помощью микробиологических и термических методов с целью получения биогаза [39].

Биоэнергетические установки, снимая часть энергетического дефицита в сельскохозяйственных районах и в сфере мелкой промышленной деятель-

---

<sup>8</sup> К 1996г. в Дании было создано около 2100 кооперативов, которые инвестировали в строительство ветряных электростанций и владели ими.

<sup>9</sup> Так, медеплавильный комплекс Карабаш – одно из самых экологически грязных, по данным Гринпис, мест на Земле.

<sup>10</sup> Проблема частично решается, если ВЭУ подключается к местной сети, где есть энергопотребители.

ности, а также в быту, могут стать существенным элементом в системе региональной энергетической стратегии. Здесь показательным является опыт Финляндии. Практически повсеместное использование биомассы в энергетических целях в Финляндии является следствием тесного взаимодействия между компаниями лесного сектора, энергетическими предприятиями и муниципалитетами. Многие финские целлюлозно-бумажные комбинаты имеют собственные котельные для производства тепловой и электрической энергии из древесных отходов и растворов целлюлозного производства [40, 41].

ТЭЦ, которые часто строятся совместно с муниципалитетами и энергетическими предприятиями, могут снабжать теплоэнергией местные отопительные системы и электроэнергией местные сети. Крупнейшая теплоэлектроцентраль, работающая на биомассе, была пущена на западном побережье Финляндии в декабре 2001г [42]. Основные функции этой станции: эффективная утилизация биомассы побочных продуктов соседних целлюлозно-бумажных и лесопильных производств, генерация электроэнергии для поставок на рынок (мощность 240 МВт), производство промышленного пара (100 МВт), снабжение паром для отопления производств и районной отопительной сети (60 МВт). Эта теплоэлектроцентраль использует смесь различных видов древесного биологического топлива: кору, опилки, щепу, торф, а уголь – в качестве резервного топлива.

***В большинстве развитых стран мира для развития биоэнергетики, также как для солнечной и ветровой, применяются различные системы поощрения.*** Например, в Швеции системы обязательных квот действуют при средней цене за 1 кВт·ч 0,08 доллара США, в то время как в Бельгии система обязательных квот способствует использованию биомассы по высокой цене – 0,14 доллара США за 1 кВт·ч. Нидерланды (0,12 доллара США за 1 кВт·ч), Дания (0,09 доллара США за 1 кВт·ч) и Венгрия (0,10 доллара США за 1 кВт·ч) также внедрили системы льготных тарифов и надбавок [33].

Здесь также следует отметить, что для подтверждения возобновляемости данного вида ВИЭ необходимо провести оценку всего жизненного цикла производства биоэнергии, включая всю цепь поставок и возможные изменения в землепользовании, что может стать препятствием для дальнейшего развития данного вида возобновляемой энергетики.

Таким образом, в настоящее время лишь небольшая группа стран ввела эффективные меры, стимулирующие развитие возобновляемой энергетики. Это страны с высоким уровнем экономического развития, с промышленностью и сельским хозяйством, ориентированным на выпуск высококачественной, конкурентоспособной продукции, с высокоразвитой сферой услуг, ***а также с реализованным, в значительной мере, потенциалом энергоэффективности в сфере производства и потребления ТЭР конечного использования.***



### 3. Выводы

1. Нарастание объемов производства местных ТЭР республики и развитие возобновляемой энергетики не оказывают и не окажут в перспективе до 2020 года существенного влияния на сокращение объемов использования в республике импортируемого природного газа, так как:

- основной объем природного газа, поступающего в республику, расходуется по направлению производства тепловой и электрической энергии для нужд централизованного энергоснабжения потребителей;
- основной объем местных ТЭР в республике расходуется по направлению использования непосредственно в качестве топлива;
- основное назначение развития возобновляемой энергетики – децентрализованное энергоснабжение потребителей.

2. С учетом изложенного в п. 1, целесообразно отойти от национального/общереспубликанского масштаба развития направления местных ТЭР и ВИЭ и разработать комплексный план мероприятий по использованию местных ТЭР в региональном контексте – с учетом особенностей природно-ресурсного потенциала и экономического развития отдельных регионов республики. Приоритетом в развитии возобновляемой энергетики, в указанном контексте, целесообразно сделать направление использования ресурсов биомассы.

3. Согласно [43], “при условии замены 1 % потребляемого в энергетическом балансе природного газа на местные виды топлива понадобится сжечь, соответственно, древесины – 359,3 тыс. т, торфа – 504,0 тыс. т, бурого угля – 952,4. Такая замена приведет к увеличению выбросов диоксида углерода в первом случае – на 318 тыс. т, во втором – на 378, в третьем – на 384 тыс. т. Кроме того, сжигание указанного объема торфа вызовет образование 2,94 тыс. т диоксида серы и 29,4 тыс. т золы, сжигание бурого угля – 6,84 тыс. т диоксида серы и 99,0 тыс. т золы. Если в ближайшие годы удастся увеличить заготовки древесины, древесных отходов и отходов растениеводства до 2,65 млн. т/год, добычу торфа – до 5 млн. т/год, обеспечить добычу бурых углей в объеме 4 млн. т, то экологические последствия будут заключаться в общем росте (по отношению к 2004г.) объемов выбросов диоксида углерода на 6,4 млн. т, диоксида серы – на 44,0 тыс. т, зольных отходов – 570,0 тыс. т в год”.

4. Анализ программных мероприятий [1, 3, 4, 6, 7] по развитию направления использования местных ТЭР и ВИЭ показал, что, в контексте сокращения объемов потребления импортируемого природного газа, речь идет о замене данного вида ТЭР на другие виды ТЭР со значительными затратами на их добычу (заготовку, улавливание) и переработку. Тем не менее, сокращения объемов потребления импортируемого природного газа в республике можно достичь, реализуя мероприятия по повышению эффективности: 1) использования природного газа при производстве тепловой и электрической энергии, 2) транспорта произведенной из природного газа тепловой энергии

конечным потребителям, 3) потребления тепловой и электрической энергии, произведенных из природного газа, конечными потребителями.

### Список использованных источников

1. Целевая программа обеспечения в республике не менее 25 процентов объема производства электрической и тепловой энергии за счет использования местных видов топлива и альтернативных источников энергии на период до 2012 года<sup>11</sup>. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 декабря 2004 г. № 1680. // – Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2005 г. – № 4. – 5/15414.
2. Республиканская программа энергосбережения на 2006–2010 годы. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 2 февраля 2006 г. № 137: в ред. Постановления Совета Министров Республики Беларусь от 26 декабря 2007 г. № 1817 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2006 г. – № 24. – 5/17219; 2008 г. – № 5 – 5/26489.
3. Государственная комплексная программа модернизации основных производственных фондов белорусской энергетической системы, энергосбережения и увеличения доли использования в республике собственных топливно-энергетических ресурсов на период до 2011 года. Указ Президента Республики Беларусь от 15 ноября 2007 г. № 575. Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2007 г. – № 276. – 1/9095.
4. Республиканская программа энергосбережения на 2011–2015 годы. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 24 декабря 2010 г. № 1882.
5. Государственная программа строительства энергоисточников на местных видах топлива в 2010–2015 годах. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 19 июля 2010 г. № 1076.
6. Стратегия развития энергетического потенциала Республики Беларусь. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 9 августа 2010 г. № 1180 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2010. – № 198. – 5/32338.
7. Национальная программа развития местных и возобновляемых энергоисточников на 2011–2015 годы. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 10 мая 2011 г. № 586.
8. Указания по заполнению формы государственной статистической отчетности 12-тэк “Отчет о расходе топливно-энергетических ресурсов”. Постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь от 8 сентября 2009г. № 153.
9. Ушаков Д.Н. Толковый словарь современного русского языка / под ред. Д-ра филол. Наук Татьянченко Н.Ф. – М.: Альта-Пресс, 2005. – 1216 с.
10. Программа развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2007–2011 годы: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29

---

<sup>11</sup> Признана утратившей силу постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 7 декабря 2009 г. № 1593.

- декабря 2006 г. № 1760 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2007. – № 5. – 5/24468.
11. Багинский В. Древесина как сырье для энергетики. // Наука и инновации. – 2008. – № 8. – С. 28-33.
  12. Проскуряков В.М., Самуйловичюс Р.Й. Эффективность использования топливно-энергетических ресурсов: показатели, факторы роста, анализ. – М.: Экономика, 1988. – 175 с.
  13. Государственная программа геологоразведочных работ по развитию минерально-сырьевой базы Беларуси на 2006–2010 годы и на период до 2020 года: Указ Президента Республики Беларусь от 28 марта 2006 г. № 184 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2006. – № 53. – 1/7390.
  14. Полезные ископаемые Беларуси: К 75-летию БелНИГРИ / Редкол.: П.З. Хомич и др. – Минск: Адукацыя і выхаванне. 2002. – 528 с.
  15. Наука – народному хозяйству: Монография / НАН Беларуси. – Мн.: Аналитический центр НАН Беларуси, 2002. 1098 с.
  16. Государственная программа “Торф” на 2008–2010 годы и на период до 2020 года: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23 января 2008 г. № 94.
  17. Проблемы минерально-сырьевого обеспечения в системе обеспечения экономической безопасности Республики Беларусь. / Аналитический доклад. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Департамент по геологии. Мн., 2004.
  18. В.Г. Федосеев, А.А. Михалевич Возобновляемые источники энергии в Беларуси / ЭСКО Электронный журнал энергосервисной компании “Экологические системы” [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.esco-ecosys.narod.ru/2002\\_9/art22.htm](http://www.esco-ecosys.narod.ru/2002_9/art22.htm) – Дата доступа: 06.04.2010.
  19. “Объем добычи торфа в республике снизился в 18 раз по сравнению с 1976 годом” / В Беларуси. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://telegraf.by/belarus/2007/01/31/nature/> – Дата доступа: 06.04.2010.
  20. Государственная программа возрождения и развития села на 2005-2010 годы: Указ Президента Республики Беларусь от 25 марта 2005 г. № 150.
  21. Директор / Журнал для руководителей / Торф после “газовой атаки”. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.economy-law.com/cgi-bin/article.cgi?date=2008/12/30> – Дата доступа: 06.04.2010.
  22. Программа ускорения геологоразведочных работ по развитию минерально-сырьевой базы Республики Беларусь на 2001-2005 годы: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 21 декабря 2000г. № 1963.
  23. План действий по интенсификации разработки недр Республики Беларусь на 2006–2010 годы: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 21 июня 2005 г. № 671 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2005. – № 103. – 5/16150.

24. Экологический бюллетень за 2009 год // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.minpriroda.by/ru/bulleten/2009> – Дата доступа: 07.07.2010.
25. Указания по заполнению в формах государственной статистической отчетности по статистике топливно-энергетического комплекса показателя о расходе топлива в условных единицах измерения: Постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь от 29 июля 2009 г. № 105 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2006. – № 53. – 1/7390.
26. Программа создания производств по изготовлению древесных топливных гранул (пеллет), древесного брикета и угля в организациях Министерства лесного хозяйства на 2009-2011 годы // Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.mlh.by/ru/official/docs.html> – Дата доступа: 18.08.2010.
27. Программа повышения эффективности работы деревообрабатывающих производств (цехов) Министерства лесного хозяйства на 2007-2010 годы // Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.mlh.by/ru/official/docs.html> – Дата доступа: 18.08.2010.
28. Лесохозяйственная политика и возможности рынка древесной энергетики Республики Беларусь / Шатравко В.Г. Начальник управления лесного хозяйства Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь / [Электронный ресурс] / Режим доступа: [www.fao.org/regional/SEUR/events/minsk/docs/belarus\\_ru.pdf](http://www.fao.org/regional/SEUR/events/minsk/docs/belarus_ru.pdf) – Дата доступа: 11.10.2010.
29. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии. / Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 392 с.
30. Безруких, П.П. Состояние и перспективы развития возобновляемой энергетики / П.П. Безруких // Энергоэффективность. – 2007. - № 6. - С. 21-22.
31. Мировое и национальное хозяйство / Издание МГИМО (У) МИД России / Глобальные проблемы / Состояние мирового энергетического рынка на рубеже 2007 – 2008 годов (А.С. Иванов, к.э.н., И.Е. Матвеев, к.э.н.) [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://mirec.ru/> – Дата доступа: 10.04.2010.
32. Подлевских Н. Тенденции мировой энергетики // Рынок ценных бумаг. – 2008. – № 15 (366).
33. Международное Энергетическое Агентство / Публикации и статьи МЭА / Внедрение возобновляемых источников энергии. Принципы эффективной политики и стратегий [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.iea.org/russian/publications.html> – Дата доступа: 20.03.2010.

34. Вайцзеккер Э., Ловинс Э., Ловинс Л. Фактор четыре. Затрат – половина, отдача – двойная. Новый доклад Римскому клубу. / Пер. А.П. Заварницына, В.Д. Новикова / под ред. академика Г.А. Месяца. – М.: Academia, 2000. 400 с.
35. Агентство политических новостей (АПН) / Грязное лицо чистой энергетики [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.apn.ru/publications/article17132.htm> – Дата доступа: 24.08.2011.
36. Бежан А.В. Перспективы развития мировой ветроэнергетики: прогноз до 2030 г. // Промышленная энергетика. – 2007. – № 11. – С. 40-44.
37. Ветроэнергетика Дании [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.windpower.org/> – Дата доступа: 15.02.2010.
38. Технический кодекс установившейся практики “Основные требования к размещению и проектированию ветроэнергетических установок” [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://minpriroda.by/dfiles/000294\\_966155\\_TKP\\_Veter\\_011208.doc](http://minpriroda.by/dfiles/000294_966155_TKP_Veter_011208.doc). – Дата доступа: 15.02.2010.
39. Черноусов, С.В. Опыт Швеции в преломлении к условиям Беларуси / С.В. Черноусов // Энергоэффективность. - 2006. - № 7. - С. 7-10.
40. Ермашкевич В.Н., Мещерякова Е.В. Биомасса – топливно-энергетические ресурсы Беларуси. Механизм реализации потенциала / под ред. академика, д.э.н. П.Г. Никитенко. – Мн.: Право и экономика, 2001. 81 с.
41. Котлер В. Финляндия – мировой лидер использования биомассы в качестве топлива // Аква-терм. – 2004. – № 5. – С. 96-97.
42. Панцхава Е.С. Биоэнергетика. Расширенные перспективы // Теплоэнергетика. – 2004. – № 6. – С. 77-80.
43. Прогноз изменения окружающей среды Беларуси на 2010-2020 гг. / Под ред. В.Ф. Логинова. – Мн.: Минсктиппроект, 2004. – 180 с.

Сотрудники Института экономики  
Национальной академии наук Беларуси