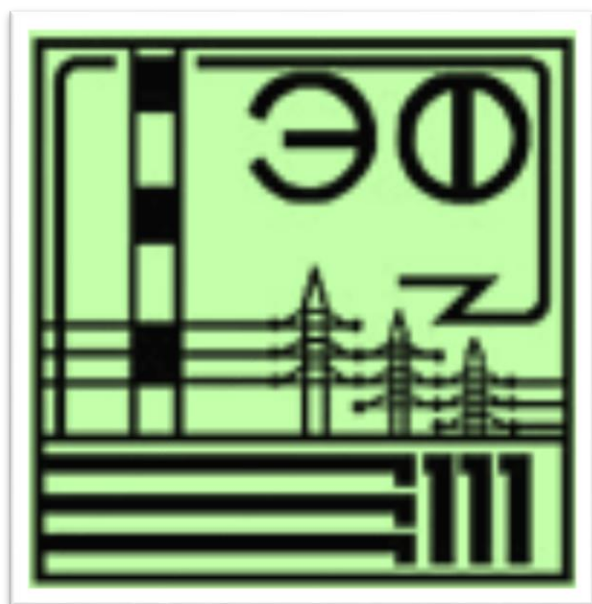


Министерство образования Республики Беларусь  
Белорусский национальный технический университет  
Энергетический факультет

## **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ**



**Материалы 75 – й  
научно – технической  
конференции студентов и  
аспирантов**

Секция  
**ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ  
ЭНЕРГЕТИКИ**

*Электронный учебный материал*

**Минск 2019**

УДК 621.311  
ББК 31 я 43  
А 43

**Рецензент**

Директор ОАО «ЭКОНОМЭНЕРГО» А.А. Якушев

Составитель Жуковская Т.Е.

В сборник включены материалы 75 – й научно-технической конференции студентов и аспирантов БНТУ «Актуальные проблемы энергетики» (апрель 2019 г.) Секция «Экономика и организация энергетики».

Белорусский национальный технический университет.

Энергетический факультет.

пр - т Независимости, 65/2, г. Минск, Республика Беларусь

Тел.: (017) 292-42-32 Факс: 292-71-73

E-mail: ef@bntu.by

<http://www.bntu.by/ef.html>

Регистрационный № ЭИ БНТУ/ЭФ39 - 71.2019

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫБРОСОВ АЭС И ТЭС</b> .....	<b>4</b>
Эйсмонт В.А. ....	4
Научный руководитель – преподаватель Корсак Е.П. ....	4
<b>ФРАНЦИЯ: ПОЛИТИКА ЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ</b> .....	<b>7</b>
Лесюкова В.В. ....	7
Научный руководитель – старший преподаватель Сапожникова А.Г. ....	7
<b>СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ КАК ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ</b> .....	<b>10</b>
Скобля М.С. ....	10
Научный руководитель – преподаватель Корсак Е.П. ....	10
<b>СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЙ ДИОД</b> .....	<b>13</b>
Башаркевич Е.К. ....	13
Научный руководитель – преподаватель Корсак Е.П. ....	13
<b>ИНВЕСТИЦИИ КАК ОСНОВНОЙ РЕСУРС ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА</b> .....	<b>17</b>
А.С. Булатова магистрант .....	17
Научный руководитель – к.э.н., доцент Манцера Т.Ф. ....	17
<b>СУЩЕСТВЕННЫЕ НЕДОСТАТКИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ</b> .....	<b>20</b>
Гуляева А.А. ....	20
Научный руководитель – старший преподаватель Лапченко Д.А. ....	20
<b>ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ</b> .....	<b>23</b>
Жданович В. А., Счастный К.А. ....	23
Научный руководитель – к.э.н., доцент Нагорнов В.Н. ....	23
<b>ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ</b> .....	<b>28</b>
Лаптинский Е.А. ....	28
Научный руководитель – преподаватель Корсак Е.П. ....	28
<b>ПОЛИТИКА ЕАЭС В КОНТЕКСТЕ ЭНЕРГЕТИКИ</b> .....	<b>32</b>
Лесюкова В. В., Бочкарев И. О. ....	32
Научный руководитель – старший преподаватель Кравчук Е. А. ....	32
<b>ПРОЕКТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ПРИ СВЕРХВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ</b> .....	<b>35</b>
Лесюкова В. В. ....	35
Научный руководитель – преподаватель Корсак Е. П. ....	35
<b>СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В ЭНЕРГЕТИКЕ</b> .....	<b>38</b>
Лупенко Д.А. ....	38
Научный руководитель – к. э. н., доцент Манцера Т.Ф. ....	38
<b>ПОСЛЕДСТВИЯ ВЫХОДА СТРАН ПРИБАЛТИКИ ИЗ СОГЛАШЕНИЯ О ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ЭНЕРГОСИСТЕМ БРЭЛЛ</b> .....	<b>41</b>
Максимчук А.Д. ....	41
Научный руководитель – преподаватель Корсак Е.П. ....	41
<b>АНАЛИЗ ИНФЛЯЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ</b> .....	<b>44</b>
Матус Е.В. ....	44
Научный руководитель — старший преподаватель Кравчук Е.А. ....	44

<b>РАЗВИТИЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В МИРЕ .....</b>	<b>48</b>
Нос Я.С., Можаровская В.С. ....	48
Научный руководитель – преподаватель Корсак Е.П. ....	48
<b>ОСОБЕННОСТИ ФИНАНСИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В ЭНЕРГЕТИКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ .....</b>	<b>51</b>
Панас Н.М. ....	51
Научный руководитель – старший преподаватель Лапченко Д.А. ....	51
<b>ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ .....</b>	<b>54</b>
Петрушина В.П. ....	54
Научный руководитель – старший преподаватель Кравчук Е.А. ....	54
<b>ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ.....</b>	<b>56</b>
Полухович А.Д., Озерец Ю.В. ....	56
Научный руководитель – преподаватель Корсак Е.П. ....	56
<b>ОСНОВЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА И АУДИТА .....</b>	<b>59</b>
Примшиц А.В. ....	59
Научный руководитель – старший преподаватель Самосюк Н.А. ....	59
<b>РАЗВИТИЕ «ЗЕЛеноЙ ЭКОНОМИКИ» В МИРЕ .....</b>	<b>62</b>
Приставко Т.Н., Щелко Д.Ю. ....	62
Научный руководитель – преподаватель Корсак Е.П. ....	62
<b>ГАЗОТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....</b>	<b>65</b>
Сапегина А.И. ....	65
Научный руководитель – преподаватель Корсак Е.П. ....	65
<b>ПАССИВНЫЙ ДОМ.....</b>	<b>68</b>
Сухопар В.В., Шидловская О.В. ....	68
Научный руководитель – старший преподаватель Самосюк Н.А. ....	68
<b>ПРОВЕДЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО АУДИТА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.....</b>	<b>75</b>
Улащик М.В. ....	75
Научный руководитель – старший преподаватель Самосюк Н.А. ....	75
<b>ПРОГНОЗИРОВАНИЕ БЮДЖЕТА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА 2019 ГОД.....</b>	<b>78</b>
Царик О.Г. ....	78
Научный руководитель – старший преподаватель Кравчук Е.А. ....	78
<b>АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЫНКОВ МИРА .....</b>	<b>82</b>
Русецкая М.И., Богурин В.Н. ....	82
Научный руководитель – м.э.н., преподаватель Корсак Е.П. ....	82
<b>РАЗВИТИЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....</b>	<b>88</b>
А.Д. Полухович ....	88
Научный руководитель – ст. преподаватель кафедры Самосюк Н.А. ....	88
<b>РАЗВИТИЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ.....</b>	<b>91</b>
Улащик М.В., Максимчук А.Д. ....	91
Научный руководитель – старший преподаватель Самосюк Н.А. ....	91

УДК 339

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫБРОСОВ АЭС И ТЭС

Эйсмонт В.А.

Научный руководитель – преподаватель Корсак Е.П.

Широко известно, что на сегодняшний день в связи со стремительной индустриализацией общества, обострилась серьёзная проблема, связанная с масштабным загрязнением окружающей среды. Существует большое количество факторов, оказывающих негативное воздействие на природу нашей планеты, одним из которых является техногенный фактор, вызванный последствиями производственной деятельности человека. По оценкам последних исследований о состоянии экосистемы Земли, на сегодняшний день главным источником техногенных загрязнений являются электростанции.

Техногенное воздействие на окружающую среду и человека при производстве электроэнергии всегда оставалось неоспоримым фактом, поэтому сегодня одной из главных задач современного общества является возможная минимизация последствий ухудшения общего экологического баланса окружающей среды. Исходя из данной точки зрения атомная энергетика считается самой чистой, безопасной и безвредной из всех существующих и используемых источников энергии [5].

Для оценки возможного негативного влияния функционирования АЭС на окружающую среду был проведён анализ всех альтернативных вариантов производства электрической энергии. В конечном отчёте были приведены сравнительные показатели по выбросам от угольных и газовых котельных, котельных, использующих мазут в качестве топлива. В результате данного исследования был сделан вывод, что воздействие атомных электростанций на экологическое состояние окружающей среды является достаточно приемлемым. На АЭС выбросы осуществляются только в пусконаладочной котельной во время пусконаладочных работ на станции. Они составляют около 93 тонн в год, в то время как на угольной котельной такой же мощности-17 000 тонн [7].

Атомная энергетика по сравнению с тепловой оказывает значительно меньшее химическое воздействие на окружающую среду, а также требует меньшего количества природных ресурсов, используемых в качестве топлива [3].

Так, АЭС мощностью 1 млн. кВт с реактором типа ВВЭР (или водородной энергетический реактор) за год сжигает около одной тонны урана, при этом образуется примерно такое же количество отходов. На ТЭС такой же мощности, работающей на угле, отходы в 4–5 раз превышают массу использованного топлива, включая большое количество множества других не менее вредных для организма человека веществ, в том числе радиоактивных [3].

При работе тепловых электростанций в качестве топлива принято использовать каменный уголь, мазут и природный газ, которые впоследствии дальнейшей переработки выбрасываются в окружающую среду в виде

загрязняющих веществ, таких как углекислый газ, оксиды азота, диоксид серы и т.д. Углекислый газ является основной причиной возникновения парникового эффекта и глобального потепления. Попадание в человеческий организм оксидов азота вызывает раздражение лёгких и появление различных респираторных заболеваний. Диоксид серы содействует возникновению кислотных дождей. В результате неполного сгорания топлива также выделяется монооксид углерода CO – это токсичный газ, который вредно влияет на сердечно-сосудистую систему человека [5]. Все перечисленные выбросы отсутствуют при работе атомных электростанций.

Следует также учитывать значительный экологический ущерб, наносимый «традиционной» тепловой энергетикой в ходе прокладки и эксплуатации необходимых для ее функционирования коммуникаций, обеспечивающих подачу топлива (нефтепроводов и газопроводов). Этот фактор отсутствует для атомной энергетики [4].

В 2002 году Международным энергетическим агентством было проведено масштабное исследование, связанное с влиянием различных видов энергетики на жизнь и состояние здоровья человека. Исследование учитывало множество параметров, количество смертей, связанных с электрогенерацией, как в результате несчастных случаев и аварий, так и вследствие выбросов радиации и вредных веществ, а также воздействие того или иного топлива на всех этапах его жизненного цикла-от добычи до утилизации. Исследование показало, что самая безвредная энергия-атомная, а больше всего смертей в расчете на один мегаватт произведенного электричества вызывает сжигание угля. Причина-выбросы с угольных электростанций. К данной статистике были добавлены смерти в связи с многочисленными авариями на угольных шахтах и загрязнения при транспортировке топлива [1].

На современном этапе атомная энергетика обеспечивает значительное уменьшение выброса углекислого га в атмосферу на 3,4 млрд. тонн в год. В этом отношении лидируют страны Европы, где функционирование атомных электростанций позволяет предотвратить выброс 1,23 млрд. тонн углекислого газа ежегодно. Второе место принадлежит США-900 млн. тонн, после идут Япония – 440 млн. тонн; Россия – 210 млн. тонн; Южная Корея и Украина – 160 млн. тонн.

На сегодняшний день атомная энергетика-самый оптимальный вариант получения электрической энергии. Её главными достоинствами являются: большая мощность, экологичность и высокая экономичность (для работы АЭС требуется доставлять в 70 000 раз меньше топлива, чем нужное количество угля для ТЭС одинаковой мощности). По сравнению с тепловыми электростанциями, АЭС имеют большое преимущество в топливных расходах. Атомные станции практически не являются причиной загрязнения окружающей среды. Среднее время эксплуатации АЭС-около 30 лет. Надежность, безопасность и экономическая эффективность атомных электростанций опираются не только на жесткую регламентацию процесса функционирования АЭС, но и на сведение до минимума влияния АЭС на окружающую среду [2].

Литература

1. Атомная энергетика. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://atom.belta.by>. – Дата доступа: 03.04.2019.
2. Атомэнергомаш. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.aem-group.ru> – Дата доступа: 10.04.2019.
3. Плачкова С.Г. «Энергетика. История, настоящее, будущее.»
4. Буштуева К.А., Случанко И.С. Методы и критерии оценки состояния здоровья населения в связи с загрязнением окружающей среды. М.: Медицина, 1979. 160 с.
5. Воронин В.В. Техногенное загрязнение атмосферного воздуха на территории Архангельской области // Экология человека. 1999. № 3. С. 5-6.
6. Беларусь сегодня. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.sb.by> – Дата доступа: 11.04.2019.

УДК339

## ФРАНЦИЯ: ПОЛИТИКА ЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ

Лесюкова В.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Сапожникова А.Г.

Мировые тенденции ведут к абсолютному переходу на экологически чистые источники производства электричества. С конца 2000 г. и до 2017г. включительно доля возобновляемых источников энергии выросла практически на 1 процентный пункт и достигла 25% от общего количества источников в производстве электричества (рис. 1) [1].



Рисунок 1. Доля возобновляемых источников в производстве электричества (2017г.)

Этому способствует как общее понижение стоимости производства энергии от экологически чистых источников, так и некоторые пакеты законодательных актов, призванных содействовать повсеместному распространению и развитию использования возобновляемых источников энергии.

Европейский союз одобрил план «чистой энергии», согласно одному из пунктов которого ЕС намеревается увеличить долю возобновляемых источников до 27%, а в случае абсолютного успеха и 35% до 2030 года [2].

В настоящее время разрабатываются технологии использования энергии океана для использования потенциала приливов и волн, разниц температур и содержания соли. Развитие данного сектора энергетики не только сокращает использование невозобновляемых источников, но и стимулирует рост экономики благодаря введению большого количества инноваций. Евросоюз намерен принять меры для использования потенциала “голубой энергии” на территории европейских морей и океанов до 2020 года [6].

Одна из самых масштабных научных площадок – Франция. На территории государства активно расширяются сразу два проекта, Sabella и Massileo, способных в скором времени полностью стать основой энергетической составляющей страны. Обе программы финансируются Евросоюзом.

Sabella – проект, рассчитанный первоначально на обеспечение Уэсана – самого западного острова французской метрополии – электроэнергией. Здесь, в проливе Фромвера, был установлен экспериментальный генератор: система D10 (рис. 2), расположенная на дне на глубине 55 метров, преобразует приливные



потоки в электричество и доставляет энергию на берег по подводному кабелю [3].

На данный момент технология, спроектированная специально для экстремальных условий океана, находится на испытаниях ее надежности: при необходимости частого ремонта затраты на содержание источника данного вида энергии был бы невообразимо большим.

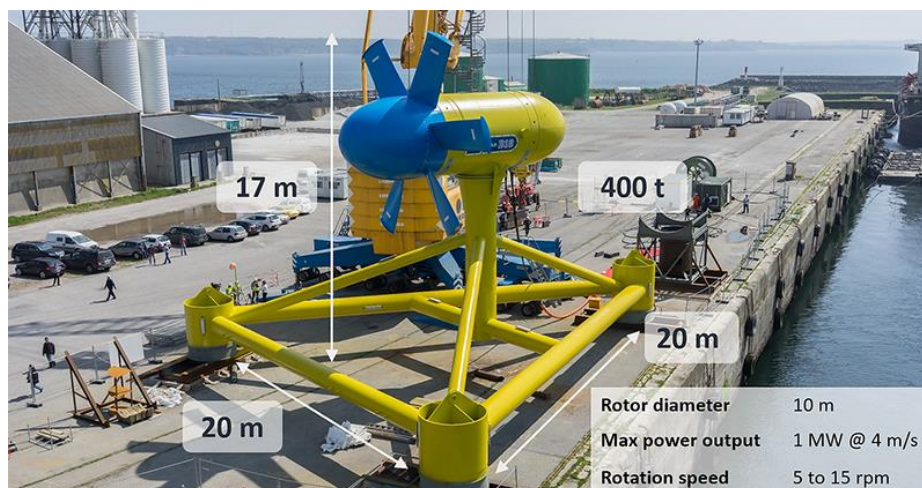


Рисунок 2. Параметры системы D10

Ученые оценивают потенциал пролива Фромвера в 500 ГВт. Данное количество энергии значительно превышает потребности острова, и Sabella планирует часть энергии поставлять к континентальной Франции, что еще больше снизит зависимость государства от ископаемого топлива.

Massileo (рис. 3) – первый проект, рассчитанный на охлаждение и отопление зданий благодаря разнице температур соленой и пресной воды, развивающийся в мировом масштабе; сама программа представляет собой устойчивую инновационную сеть [4, 5].



Рисунок 3. Программа Massileo

На данный момент Massileo активно развивается в Марселе – втором по площади городе Франции. Здесь он охватывает площадь в 2,7 га, на которой уже расположены гостиницы, жилые дома и офисные здания; в общей

сложности данной программой активно пользуются более 750 человек. Уникальная умная система уменьшает энергетические потери благодаря обмену энергией между зданиями, сокращает выбросы углекислого газа на 80% (по сравнению с традиционными системами охлаждения и отопления).

#### Литература

1. Доля возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии (в том числе гидро) [Электронный источник] – Статистический ежегодник мировой энергетики 2018. – Режим доступа: <https://yearbook.enerdata.ru/renewables/renewable-in-electricity-production-share.html>. – Дата доступа: 13.04.2019.
2. Европарламент голосует за «чистую энергию» [Электронный источник] – Euronews. – 17.01.2018. – Режим доступа: <https://ru.euronews.com/2018/01/17/europarliament-vote-for-clean-energy>. – Дата доступа: 13.04.2019.
3. Нефть не нужна: французский остров подключается к морю [Электронный источник] – Euronews. – 05.04.2019. – Режим доступа: <https://ru.euronews.com/2019/04/05/oc-04-ocean-p-4-ocean-energy-sujet>. – Дата доступа: 13.04.2019.
4. Новая энергия моря [Электронный источник] – Euronews. – 24.09.2018. – Режим доступа: <https://ru.euronews.com/2018/04/11/sr-01-massileo>. – Дата доступа: 13.04.2019.
5. Полезная энергия моря [Электронный источник] – Euronews. – 11.04.2018. – Режим доступа: <https://ru.euronews.com/2018/04/11/sr-01-massileo-web-bonus>. – Дата доступа: 13.04.2019.
6. Ocean energy [Электронный источник] – European Commission. – Режим доступа: [https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/ocean\\_energy\\_en](https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/ocean_energy_en). – Дата доступа: 13.04.2019.

УДК 338

## СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ КАК ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

Скобля М.С.

Научный руководитель – преподаватель Корсак Е.П.

В мире более 90% всей потребляемой человеком энергии приходится на долю органического топлива, однако этот ресурс рано или поздно закончится. Это говорит о необходимости принятия определенных мер для существенных структурных изменений в ресурсной основе всего мирового энергетического сектора. Становится актуальным использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ). ВИЭ играют значительную роль в решении трех глобальных проблем человечества: энергетика, экология и продовольствие. Самым мощным, экологически чистым, естественным и общедоступным источником энергии на нашей планете является Солнце. Развитие науки и промышленности позволяет обеспечить человечество электричеством с помощью преобразования энергии Солнца. В настоящее время имеется много конструкций, которые позволяют преобразовывать энергию солнца в электрическую и тепловую. Проблема в том, что солнце является непостоянным источником энергии. Для этого используют накопление энергии и использование её в связке с другими энергетическими источниками, так же современное оборудование имеет низкую эффективность преобразования энергии солнца в электрическую или тепловую. Для этого все разработки направляют для того, чтобы увеличить КПД таких систем и снизить их стоимость.

В настоящее время возобновляемый источник тепла применяют в различных сферах:

- В аграрном хозяйстве, для электрообеспечения и отопления парников, ангаров и других построек;
- Для электроснабжения спортивных комплексов, образовательных и медицинских учреждений;
- В сфере авиационной и космической промышленности;
- В освещении улиц, парков, а также других городских объектов;
- Для электрификации населенных пунктов;
- Для отопления, электроснабжения и горячего водоснабжения жилых домов;
- Для бытовых нужд.

**Солнечная энергия** может быть преобразована в полезную энергию посредством использования активных и пассивных солнечных энергетических систем.

Пассивные солнечные здания – это те здания, для которых выбирается место с хорошими климатическими условиями, а также применение соответствующих технологий и материалов для обогрева, охлаждения и освещения здания за счёт солнечной энергии. К ним относятся традиционные строительные технологии и материалы, такие как изоляция, массивные полы, обращенные к югу окна. В некоторых случаях такие жилые помещения могут

быть построены без дополнительных затрат, а дополнительные могут быть скомпенсированы снижением энергозатрат. Пассивные солнечные здания являются наиболее экологически чистыми, а также способствуют созданию энергетической независимости и энергетически сбалансированному будущему.

В пассивной системе сама конструкция здания выполняет роль коллектора солнечной радиации. Такое определение соответствует большинству простых систем, где тепло сохраняется в здании благодаря стенам, полам и потолкам. Существуют системы, в которых предусмотрены специальные элементы для накопления тепла, встроенные в конструкцию здания. Такие системы также относятся к пассивным солнечным системам.

Активное использование солнечной энергии осуществляется с помощью солнечных коллекторов и солнечных систем.

Применение солнечных коллекторов лежит в основе солнечных энергетических систем. Принцип работы солнечного коллектора состоит в следующем: коллектор поглощает солнечную энергию и преобразует её в тепло, которое передается теплоносителю. Такая конструкция может применяться практически во всех процессах, использующая тепло.

В настоящее время существует множество разновидностей коллекторов:

- Интегрированный коллектор;
- Плоские коллекторы;
- Фокусирующие коллекторы;
- Вакуумированный трубчатый коллектор;
- Воздушный солнечный коллектор.

Преимущества и недостатки солнечной энергии (таблица 1):

Таблица 1

Преимущества и недостатки солнечной энергии.

Преимущества	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Не загрязняет окружающую среду;</li> <li>➤ Доступность;</li> <li>➤ Неисчерпаемость и самовосстанавливаемость источника энергии;</li> <li>➤ Бесшумность;</li> <li>➤ Экономичность, низкие эксплуатационные расходы;</li> <li>➤ Инновационные технологии.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Влияние на производительность погодных условий и времени суток;</li> <li>➤ Для сохранения энергии необходимо аккумулировать энергию;</li> <li>➤ Меньшая производительность в умеренных широтах из-за смены времен года;</li> <li>➤ Значительный нагрев воздуха над солнечной электростанцией;</li> <li>➤ Малая плотность мощности;</li> <li>➤ Применение дорогостоящих и редких компонентов;</li> <li>➤ Высокая стоимость.</li> </ul>

Таким образом солнечная энергия является экологически чистым источником энергии. Всё ещё противоречивая солнечная энергетика только начинает завоевывать страны с рыночной экономикой и развивающиеся государства. Дороговизна технологий сдерживает этот процесс. Однако

постепенное удешевление установок делает энергию солнца всё более привлекательной. Успех развития этой отрасли напрямую будет зависеть от того, как быстро мы сможем начать оперировать с солнечной энергией.

Сейчас солнечная энергетика в Беларуси в тренде. В последние несколько лет страна увеличила производство солнечной энергии в 70 раз, с 0,4 млн. мВт·ч в 2013 году до 28 млн. мВт·ч в 2016 году, не включая солнечные электростанции, принадлежащие частным компаниям. Этой энергии достаточно для снабжения небольшого белорусского городка на протяжении года. Станция построена по заказу ПО «Белоруснефть» в Речицком районе на общей площади около 115 га. Строительство началось в 2014 году. Здесь установлено почти 218 тыс. солнечных панелей. Поставщиком оборудования выступила словенская компания, которая производит фотоэлектрические модули премиум-класса, а также монтажные системы. До этого самой мощной фотоэлектрической станцией считался комплекс, построенный недалеко от Брагина. Его номинальная мощность достигает 18,48 МВт. Специалисты НАН провели энергообследование, разработали укрупненное технико-экономическое обоснование внедрения электростанции (изначально планировалось строительство станции меньшей мощности). До недавнего времени в Беларуси работало всего три десятка солнечных станций общей мощностью всего 41 МВт. Согласно госпрограмме, «Энергосбережение» к 2020 году в стране планируется строительство солнечных электростанций суммарной мощностью не менее 250 МВт.

#### Литература

1. <https://akkummaster.com/prochee/alternativnaya-energiya/ispolzovanie-energii-solntsa.html>
2. <https://akbinfo.ru/alternativa/solnechnaja-jenergija.html>
3. <https://tech.onliner.by/2017/10/13/elektrostantsiya>
4. <http://greenbelarus.info/articles/11-06-2018/kak-v-belarusi-razvivaetsya-solnechnaya-energetika>

УДК 621

## СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЙ ДИОД

Башаркевич Е.К

Научный руководитель – преподаватель Корсак Е.П

**Светоизлучающие диоды** или просто **светодиоды** являются одними из наиболее широко используемых из всех доступных сегодня типов полупроводниковых диодов и широко используются в телевизорах и цветных дисплеях.

Светодиод — это полупроводниковый прибор, трансформирующий электроток в видимое свечение. У светодиода есть общепринятая аббревиатура - LED (light-emitting diode), что в дословном переводе на русский язык означает "светоизлучающий диод". Светодиод состоит из полупроводникового кристалла (чип) на подложке, корпуса с контактными выводами и оптической системы. Непосредственно излучение света происходит от этого кристалла, а цвет видимого излучения зависит от его материала и различных добавок. Как правило, в корпусе светодиода находится один кристалл, но при необходимости повышения мощности светодиода или для излучения разных цветов возможна установка нескольких кристаллов.

В светодиоде, в отличие от привычной лампы накаливания или люминесцентной лампы (ее еще называют "энергосберегающей"), электроток трансформируется в видимый свет. В теории, такое преобразование можно выполнить вообще без, так называемых, "паразитных" потерь электроэнергии на нагрев. Это связано с тем, что при грамотно спроектированном теплоотводе светодиод нагревается очень слабо. Светодиод излучает свет в узком спектре, его цвет "чист", что особенно ценно применительно к дизайнерскому освещению. Ультрафиолетовые и инфракрасные излучения, как правило, отсутствуют

Светоизлучающие диодные цвета

Так как же светодиод приобретает свой цвет. В отличие от обычных сигнальных диодов, которые сделаны для обнаружения или выпрямления мощности, и которые сделаны из германиевых или кремниевых полупроводниковых материалов, светодиоды изготавливаются из экзотических полупроводниковых соединений, таких как арсенид галлия (GaAs), фосфид галлия (GaP), арсенид галлия Фосфид (GaAsP), карбид кремния (SiC) или нитрид галлия-индия (GaInN) - все они смешиваются друг с другом в различных соотношениях, чтобы получить различную длину волны цвета. Различные светодиоды излучают свет в определенных областях спектра видимого света и, следовательно, создают разные уровни интенсивности. Точный выбор используемого полупроводникового материала будет определять общую длину волны излучения фотонов и, следовательно, результирующий цвет излучаемого света.

Сравнение светодиодных ламп с люминесцентными, галогенными и лампами накаливания

Наиболее наглядное сравнение можно провести с помощью таблицы. Для чистоты сравнения рассматривается величина светового потока (упрощенно - уровень освещенности помещения) в 700-800 люмен. Такую светоотдачу дает наиболее распространенная лампа накаливания мощностью 75 Ватт. То есть, в сравнении участвуют лампы четырех разных типов, обеспечивающих одинаковый уровень освещенности помещения.

Параметр сравнения	Лампа накаливания	Галогенная лампа	Люминесцентная лампа	Светодиодная лампа
Потребляемая мощность, Вт	75	45	15	10
Нагрев	сильный	сильный	средний	низкий
Прочность конструкции	очень хрупкая	хрупкая	хрупкая	прочная
Срок службы, часов, усредненно	1000	2-2,5 тысячи	7-10 тысяч	30-50 тысяч
Простота установки/замены	хорошо	удовлетворительно	отлично	отлично
Экологичность	хорошо	хорошо	удовлетворительно	отлично

Светодиодная лампа не имеет ни одного из недостатков, ни с точки зрения вреда экологии, ни с точки зрения вреда человеку, который ими пользуется. В итоге, нет ни одного параметра, по которому светодиодная лампа была бы хуже других, а в некоторых случаях такие лампы значительно лучше. Однако светодиодные лампы дороже, поэтому осталось выяснить, окупается ли их более высокая цена длинным сроком службы и энергоэффективностью?

Если сделать вывод, то лампы накаливания часто перегорают, их надо покупать и менять, а светодиодные лампы практически "вечные". В более длинном периоде светодиодная лампа окупается даже без учета экономии электроэнергии; покупать светодиодные лампы тем выгоднее, чем больше они используются, т.е. в помещениях, где свет горит всегда или почти всегда, светодиодные лампы окупаются значительно быстрее; светодиодные лампы экологичны и неприхотливы в использовании.

#### Основные типы светодиодов

Существует два основных типа светодиодов: индикаторные и осветительные.

Индикаторные светодиоды - не яркие, маломощные и оттого дешевые в производстве светодиоды, используемые в качестве световых индикаторов в различных электронных приборах, подсветке дисплеев компьютеров, ЖК-телевизоров, приборных панелей автомобиля и многих других устройств.

Осветительные светодиоды отличаются высокой мощностью и яркостью, что позволяет использовать их в производстве бытовых и промышленных лампах и светильниках. Исторически из-за небольшой яркости и мощности светодиоды применялись только для индикации. Чтобы сделать их пригодными для освещения, необходимо было прежде всего научиться изготавливать светодиоды с белым светом, что, как мы писали выше, произошло только в 90-х годах двадцатого века, а также значительно увеличить светоотдачу, чего в свою очередь, удалось добиться только в двухтысячных годах.

*Преимущества светодиодов:*

- Стоимость светодиодов меньше, а они крошечные.
- С помощью светодиодов электричество контролируется.
- Интенсивность светодиода отличается с помощью микроконтроллера.

*Применение светодиода и перспектива их развития:*

- Светодиод используется в качестве лампы в домах и на производстве.
- Светодиоды используются в мотоциклах и автомобилях
- Они используются в мобильных телефонах для отображения сообщения
- На светофоре используются сигналы светодиодов

Сферу применения светодиодов в качестве источников света можно описать одним словом - повсеместно: в уличном, промышленном, автотранспортном и бытовом освещении. Все крупные компании переводят освещение своих производственных и офисных помещений на светодиодное. Те, кто пока не делает - планируют это сделать в самое ближайшее время и ждут еще большего снижения цен. Основных причин такого массового перехода две: экономический эффект и безвредность для человека и экологии планеты в целом.

По мнению большинства специалистов отрасли, стоимость светодиодных ламп, как бытовых, так и специальных будет снижаться и весьма сильно. По разным оценкам, от 10 до 20% в год в течение последующих нескольких лет. Ежегодно, световой поток самого производительного светодиода каждого из мировых брендов возрастает на 20-30%.

Светодиодная лампа абсолютно безопасна для использования в жилых и рабочих помещениях. В отличие от ламп накаливания и люминесцентных ("энергосберегающих") ламп, она не содержит стекло (за редким исключением) и опасные вещества, такие как ртуть и свинец. Лампа не наносит вреда экологии и не требует специальной утилизации. В наше время — это особенно важно: экологические требования всех развитых стран постоянно меняются в сторону уменьшения вреда здоровью людей и экосистеме планеты в целом. При этом всячески стимулируется развитие технологий энергосбережения. В подавляющем большинстве стран Евросоюза и в США продажа ламп накаливания уже запрещена, а продажи люминесцентных ламп стремительно снижаются. На этом фоне "светлое" будущее систем освещения на основе светодиодов видится весьма отчетливо.

Лампы накаливания и галогенные лампы уходят в прошлое. Объемы производства падают в разы год от года. Люминесцентные (энергосберегающие) лампы также по всем параметрам проигрывают светодиодным и их объем производства также снижается. Причины победного шествия светодиодных технологий настолько очевидны, что не возникает ни малейшего сомнения, что другие типы ламп скоро просто вымрут или останутся в узких сегментах рынка.

Литература

1. The Light Emitting Diode [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.electronics-tutorials.ws/diode/diode\\_8.html](https://www.electronics-tutorials.ws/diode/diode_8.html) – Дата доступа: 18.04.2019



2. Light Emitting Diodes Circuit Working Principle [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.elprocus.com/light-emitting-diode-led-working-application/> – Дата доступа: 18.04.2019

3. Сравнение светодиодных ламп с люминесцентными, галогенными и лампами накаливания [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://svetlix.ru/articles/lamps\\_selection](http://svetlix.ru/articles/lamps_selection) – Дата доступа: 16.04.2019

УДК. 330.101.8

## ИНВЕСТИЦИИ КАК ОСНОВНОЙ РЕСУРС ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.С. Булатова магистрант

Научный руководитель – к.э.н., доцент Манцерова Т.Ф.

Топливо-энергетический комплекс является основной базой для функционирования всех секторов народного хозяйства Республики Беларусь, объединяет в себе различные производства, которые занимаются добычей важнейших для государства ресурсов. Предприятия данной сферы осуществляют также их переработку, преобразование и доставку потребителям. В состав топливо-энергетического комплекса входят:

Топливная промышленность (нефтяная, газовая, угольная, сланцевая, торфяная);

Электроэнергетика.

Электроэнергетика Беларуси представляет собой постоянно развивающийся, высокотехнологичный комплекс, с единым централизованным оперативно-диспетчерским управлением, состоящий из областных энергосистем, объединенных в энергетическую систему республики, а также иных организаций, осуществляющих строительство, монтаж, ремонт, наладку и реконструкцию объектов электроэнергетики, научно – исследовательские, опытно-конструкторские, технологические работы, проектирование и строительство новых объектов электроэнергетики.

Одной из важнейших задач развития электроэнергетической отрасли является повышение эффективности энергетического производства за счет внедрения новейших технологий.

Для реализации стратегии инновационного развития предприятий, а также для стабильного развития экономики, обеспечения устойчивого экономического роста необходимы инвестиции. Они определяют рост ВВП, производительности труда, способствуют снижению затрат и повышению качества продукции и тем самым повышению конкурентоспособности на рынке.

"Инвестиции" — слово иностранного происхождения (от лат. investire, нем. investition), в переводе — долгосрочное вложение капитала в какие-либо объекты, социально-экономические программы, проекты в собственной стране или за рубежом с целью получения дохода и социального эффекта [1, с. 13].

Стратегической целью инвестиционной политики является привлечение инвестиций в основной капитал и их приоритетное направление в инновации, производства с высокой добавленной стоимостью, развитие человеческого потенциала и сферы, призванные обеспечить экологическую и социально-экономическую безопасность страны [2, стр.140].

Инвестиционная политика на период 2021-2030 годы предусматривает приоритетное использование инвестиционных ресурсов в человеческий потенциал, развитие высокотехнологичного сектора экономики на основе

использования инновационных технологий, обеспечивающих выход на лидирующие позиции в мире по отдельным направлениям научно-технического развития, вхождение в группу стран-лидеров по ряду прорывных производств.

Сегодня практически вся территория Республики Беларусь представляет собой совокупность успешно функционирующих различных преференциальных режимов для осуществления инвестиций, в рамках которых инвесторам предоставляются налоговые, таможенные льготы и иные преимущества для создания и ведения успешного бизнеса. Сфера деятельности таких режимов обширна – от стимулирования высокотехнологичных и направленных на экспорт производств до развития регионов республики без привязки к определенным видам деятельности.

По итогам 2018 года поступление иностранных инвестиций в Республику Беларусь составило 10,8 млрд. долларов США. Отраслевая структура инвестиций:

- промышленность (31,1%);
- финансовая и страховая деятельность (26,8 %);
- транспортная деятельность (18,1%);
- оптовая и розничная торговля, ремонт автомобилей и мотоциклов (6,5%);
- строительство (4,7%);
- операции с недвижимым имуществом (3,9%);
- профессиональная, научная и техническая деятельность (3,0%);
- деятельность в сфере административных и вспомогательных услуг (2,7%);
- сельское, лесное и рыбное хозяйство (1,2%);
- прочие (2,0%) [3].

Таким образом, основой устойчивого развития и обеспечения социально-экономической безопасности является экономика, базирующаяся на инновациях, эффективном использовании национальных ресурсов и сравнительных конкурентных преимуществ страны.

Однако несмотря на наличие в структуре народного хозяйства Беларуси отдельных потенциально значимых и перспективных элементов национальной инновационной системы, они еще не выполняют своей важнейшей функции по обеспечению научно-технического прогресса в национальной экономике. Во многом это предопределяется неразвитостью в стране рынка научно-технической продукции и инновационной инфраструктуры, ограниченностью инвестиционных ресурсов, низкой эффективностью организационных форм, используемых субъектами инновационной деятельности.

#### Литература

1. Указ Президента Республики Беларусь 31 января 2017 г. № 31 «О Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2016–2020 годы» [Электронный ресурс] //Национальный правовой интернет портал Республики Беларусь. - Режим доступа: [http://www.pravo.by/upload/docs/op/p31700031\\_1486414800.pdf](http://www.pravo.by/upload/docs/op/p31700031_1486414800.pdf). Дата доступа: 14.04.2019.
2. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo->

sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf. Дата  
доступа 14.04.2019.

3. Результаты инвестиционной политики Республики Беларусь [Электронный  
ресурс] //Министерство экономики Республики Беларусь. - Режим доступа:  
<http://www.economy.gov.by/ru/pezzultat-ru/>. Дата доступа: 14.04.2019.

УДК 620.91

## СУЩЕСТВЕННЫЕ НЕДОСТАТКИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ

Гуляева А.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Лапченко Д.А.

Ветроэнергетика на сегодняшний день является одним из наиболее динамично развивающихся и перспективных видов источников возобновляемой энергетики и важным направлением в энергосбережении. Противники ветряной энергетики находят в ней также и недостатки, которые не дают развиваться этому виду энергии еще с большей скоростью. По сравнению с вредом, причиняемым традиционными источниками энергии, минусы использования ветряных установок менее значительны. Однако стоит обратить на них внимание, чтобы ответить на вопрос: является ли использование ветряной энергии на самом деле оптимально экологически безопасным?

Тогда как положительные стороны использования ветроэлектростанций довольно очевидны, недостатки их не сразу заметны. В первую очередь, такие электростанции менее продуктивны, в отличие от традиционных ТЭС, ГЭС и АЭС. Эффективность работы ветряной электростанции зависит от времени года, времени суток, погодных условий и географического положения. К сожалению, скорость ветра изменяется в зависимости от всех этих параметров, а так как энергия ветра является кинетической, то она напрямую связана со скоростью: чем выше скорость, тем, соответственно, больше энергии вырабатывает ветряная установка. Поэтому ветряными электростанциями приходится пользоваться обычно вместе с другими источниками энергии, а также использовать аккумуляторы, которые принимали бы избыток энергии в ветреные дни и отдавали бы во время штиля.

Ветряные электростанции не выделяют никаких вредных веществ, не загрязняют окружающую среду. Но, к сожалению, их все же нельзя назвать полностью экологически безопасными, так как ветроэнергетическая установка довольно шумная, некоторые люди имеют повышенную чувствительность к инфразвуку, создаваемому лопастями генераторов, который воздействует на вестибулярный аппарат. В связи с этим могут появиться неприятные симптомы такие, как головокружение, нарушение сна, тошнота и другие неврологические расстройства. По этой причине в некоторых странах Европы принят закон, по которому расстояние от ветряка до жилых домов не должно быть меньше 300 метров, а уровень шума не должен превышать 45 дБ днем и 35 дБ ночью.

Есть небольшая вероятность столкновения птицы с лопастью ветряка, однако она настолько мала, что вряд ли нуждается в серьезном рассмотрении. А вот летучие мыши более уязвимы, поскольку строение их легких, в отличие от строения легких птиц, способствует получению смертельной баротравмы, при попадании млекопитающего в область пониженного давления около края лопасти. Есть мнение, что ветряки изменяют пути миграции птиц, а вибрация, создаваемая ими при работе, отпугивает мелких животных, которые восприимчивы даже к незначительным колебаниям. Более того, работу

ветряных электростанций приходится останавливать во время сезонного перелета птиц (на данный случай в Европе также имеется законодательное ограничение).

В Беларуси подобных ограничений нет, но ветряные электростанции не располагаются поблизости от жилых домов – исходя из удобства населения. Однако в Германии установка ветряных установок субсидируется государством, купить ее, поставить у себя во дворе, а после сдать в сеть избыток энергии может любой желающий, поэтому ветроэнергетика в Германии приобрела большую популярность. Но из-за такого ее распространения, люди, живущие рядом с ветряками, жалуются не только на шум, но и на тень от лопастей, постоянно мелькающую в окнах. При определенной частоте мельканий у некоторых людей даже возникают эпилептические припадки.

Сооружение ветровой установки требует материальных затрат. В некоторых случаях привлекаются инвестиции в масштабах регионов, что не всегда легко обеспечить. Именно стартовый этап, само возведение проекта является весьма дорогостоящим мероприятием. Упомянутая выше инфраструктура - немаловажная часть проекта, которая также стоит денег. В среднем, стоимость 1 кВт установленной мощности составляет \$1000.

Исследователи склоняются к мнению, что неприятные симптомы возникают у людей, обеспокоенных близостью установок. Некоторые специалисты считают, что так называемый «синдром ветрогенератора» является ярким примером ноцебо-эффекта – отрицательной реакции на явление из-за негативной информации о нём. Относительно мощных ветряков также есть некоторые опасения: магнитное поле, создаваемое ими в радиусе 2 км, может увеличить риск развития онкологических заболеваний.

Под мощные промышленные ветроэлектростанции необходимы большие площади из расчета от 0,06 до 0,2 км<sup>2</sup>/ МВт в зависимости рельефа местности и розы ветров. Ветроэлектростанции мощностью 1000 МВт потребуются площадь от 60 до 200 км<sup>2</sup>. Выделение таких площадей в густонаселённых промышленных регионах сопряжено с большими трудностями, хотя частично эти земли могут использоваться и под хозяйственные нужды. Территориальные проблемы снимаются при создании оффшорных (буквально с англ. *off shore-вне берега*) ветроэлектростанций на мелководьях, но возникают “акваториальные”: влияние шума на морскую фауну, помехи рыболовству, судоходству и, опять-таки, потребность в больших, теперь уже, акваториях.

Кроме рассмотренных проблем следует упомянуть, что мощные ветроустановки, имея высоту 60-80 и более метров, “вторгаются” в ландшафт и могут испортить “пейзаж”. Многие считают, что ветряки, торчащие здесь и там, портят вид местности. Возникает некая несовместимость с окрестностями, зрительный дискомфорт, визуальное неприятие. Это уже “поле” деятельности для ландшафтных дизайнеров.

Есть и еще более серьезные опасения. Согласно некоторым исследованиям, развертывание ветроэнергетики хотя бы до 33 процентов от уровня нынешней мировой электрогенерации приведет к худшим последствиям

для климата, чем удвоение содержания углекислого газа в атмосфере. По современным научным представлениям удвоение содержания углекислого газа в атмосфере неизбежно вызовет поистине катастрофические изменения климата и массовое вымирание видов. Как же ученые пришли к подобным выводам? Дело в том, что каждая ветряная турбина создает прямо за собой «ветряную тень» – область, в которой воздух замедлен в сравнении со своей естественной скоростью в этом районе. Вот отчего ветряки на ВЭС расставляют с существенными «зазорами»: в противном случае слишком близкие соседи снизят эффективность друг друга. Ученые считают, что если бы мы покрыли всю Землю ветряными турбинами, то такая энергосистема «могла бы генерировать огромные количества энергии, намного больше, чем 100 ТВт, но в этой точке, как подсказывает климатическое моделирование, ее влияние на глобальные ветра и, следовательно, климат стало бы очень суровым». Именно ветер «отвечает» в мировой атмосфере за перенос тепла из жарких, тропических частей земного шара в более холодные, высокие широты. Снижение их скорости, неизбежное при вращении ветряков, ведет к падению интенсивности такого теплопереноса. Словом, теоретически слишком бурное развитие ветроэнергетики может привести к росту средних температур летом и их падению зимой. А значит, к экологической катастрофе планетарных масштабов.

Кроме того, ветроустановки не абсолютно экологичны, как это может показаться на первый взгляд. Проблемой является переработка использованных лопастей, срок службы которых 20-25 лет. Ученые находятся в состоянии поиска экологичного способа утилизации композитных материалов, из которых производят лопасти, но пока их в основном сжигают. Такой метод приводит к выбросам газов в атмосферу и необходимости захоронения несгораемого остатка. Конечно же, эти последствия сказываются на окружающей среде.

Сложно сказать, на самом ли деле это так, однако, все эти факторы требуют дополнительных исследований для дальнейшего их минимизирования либо полного устранения. Возможно, мы наблюдаем не рассвет ветряной энергетики, а ее апогей, за которым ветряную энергетику ждут увядание и забвение.

#### Литература

1. Ветроэнергетика: перспективы, плюсы и минусы [https://altenergiya.ru/veter/vetroenergetika-plyusy-i-minusy.html#h2\\_3](https://altenergiya.ru/veter/vetroenergetika-plyusy-i-minusy.html#h2_3)
2. О воздействии ветроэнергетики на здоровье человека и окружающую среду <https://gp-russia.livejournal.com/1518967.html>
3. Перспективы развития ветроэнергетики <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-vetroenergetiki>
4. Плюсы и минусы ветроэнергетики <https://alternativenergy.ru/vetroenergetika/581-plyusy-minusy-vetroenergetiki.html>
5. Энергия ветра: преимущества и недостатки <http://electricalschool.info/energy/1539-jenergija-vetra-preimushhestva-i.html>

УДК 669

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Жданович В.А., Счастный К.А.

Научный руководитель – к.э.н., доцент Нагорнов В.Н.

В настоящее время энергетические потребности человечества обеспечиваются в основном за счет трех видов энергоресурсов: органического топлива, воды и атомного ядра. Энергия воды и атомная энергия используются человеком после превращения ее в электрическую энергию. В то же время значительное количество энергии, заключенной в органическом топливе, используется в виде теплоты и только часть ее превращается в электрическую энергию. Высвобождение энергии органического топлива связано с его сжиганием и выделением продуктов горения в окружающую среду.

За счет сжигания различных видов органического топлива в настоящее время в мире производится около 90% энергии. При этом структуры потребления этого топлива в промышленно развитых странах существенно отличаются друг от друга. Например, в США по данным на 1995 год нефть в общем энергобалансе страны составляла 44%, а в получении электроэнергии - только 3%. Для угля характерна противоположная закономерность: при 22% в общем энергобалансе он является основным источником получения электроэнергии (52%).

В Китае доля угля в получении электроэнергии близка к 75%, в то же время в России преобладающим источником получения электроэнергии является природный газ, а на долю угля приходится только 18%. Атомная энергетика в мировом масштабе дает 17-18% электроэнергии, причем, в энергетических балансах ряда стран она является преобладающей (Франция - 74%, Бельгия - 61%, Швеция - 45%).

Сжигание топлива - не только основной процесс получения энергии, но и важнейший поставщик в окружающую среду загрязняющих веществ. Тепловые электростанции в наибольшей степени «ответственны» за усиливающийся парниковый эффект и выпадение кислотных осадков. Вместе с транспортом они поставляют в атмосферу основную долю техногенного углерода (CO<sub>2</sub>), около 50% двуокиси серы, 35% окислов азота.

В выбросах ТЭС содержится значительное количество металлов и их соединений. При пересчете на смертельные дозы в годовых выбросах ТЭС мощностью 1 млн. кВт содержится алюминия и его соединений свыше 100 млн. доз, железа - 400 млн. доз, магния - 1,5 млн. доз. Летальный эффект этих загрязнителей не проявляется только потому, что они попадают в организмы постепенно в незначительных количествах через воздух, воду, почву и другие звенья экосистемы.

Вместе с тем влияние энергетики на среду и ее обитателей в большей мере зависит от вида используемых энергоносителей. Наиболее чистым топливом является природный газ, далее следуют: мазут, каменные угли, бурые угли, сланцы и торф. Несмотря на то, что в настоящее время значительная доля электроэнергии производится за счет относительно чистых видов топлива (газ,



нефть), в последнее время отмечается устойчивая тенденция уменьшения их доли. По имеющимся прогнозам, эти энергоносители потеряют свое ведущее значение уже в первой четверти XXI столетия.

Не исключена вероятность существенного увеличения в мировом энергобалансе использования каменного угля. По имеющимся расчетам, запасы углей таковы, что они могут обеспечивать мировые потребности в энергии в течение 200-300 лет. Возможная добыча углей с учетом разведанных и прогнозных запасов оценивается более чем в семь триллионов тонн. Поэтому закономерно ожидать увеличения доли углей и продуктов их переработки в получении энергии. Угли содержат от двух десятых до десятков процентов серы в основном в виде пирита, сульфата, закисного железа и гипса. Имеющиеся способы улавливания серы при сжигании топлива далеко не всегда используются из-за сложности и дороговизны.

Серьезные экологические проблемы связаны с твердыми отходами ТЭС - золой и шлаками. Несмотря на то, что зола в основной массе улавливается различными фильтрами, ежегодно в атмосферу в виде выбросов ТЭС поступает около 250 млн. тонн мелкодисперсных аэрозолей, которые способны заметно изменить баланс солнечной радиации у земной поверхности. Они же являются ядрами конденсации паров воды и формирования осадков, вызывающих у человека заболевания органов дыхания. В выбросах ТЭС находится источник такого сильного канцерогенного вещества, как бензопирен, с действием которого связано увеличение онкологических заболеваний, а выбросы угольных ТЭС содержат также окислы кремния и алюминия, которые относятся к абразивным материалам и способны разрушать легочную ткань, вызывая при этом силикоз.

Большую проблему представляет складирование вблизи ТЭС золы и шлаков, для чего требуются значительные территории, которые в последствии долгое время не используются и являются очагами накопления тяжелых металлов с повышенной радиоактивностью. Необходимо отметить, что любая ТЭС - это существенный источник подогрева природной воды, которая используется в паросиловом цикле как охлаждающий агент. Подогретая вода нередко попадает в реки и другие водоемы, обуславливая их тепловое загрязнение и сопутствующие ему цепные природные явления, такие как размножение водорослей, потерю кислорода, превращение типично водных экосистем в болотные и т. п.

Ядерная энергетика до недавнего времени рассматривалась как беспроблемная и наиболее перспективная. Это связано как с относительно большими запасами ядерного топлива, так и со щадящим воздействием на окружающую среду. К её преимуществам относится также возможность строительства АЭС, не привязанных к месторождению ресурсов, поскольку их транспортировка не требует существенных затрат в связи с малыми объемами. До середины 80-х годов человечество в ядерной энергетике видело надёжный выход из энергетического тупика. За двадцать лет с середины 60-х до середины 80-х годов мировая доля атомной энергетики возросла практически с нулевых

значений до 15-17%, а в ряде стран она стала преобладающей. Ни один другой вид энергетики не имел таких темпов роста.

До недавнего времени основные экологические проблемы АЭС связывались с захоронением отработанного топлива, а также с ликвидацией самих АЭС после окончания допустимых сроков эксплуатации. Имеются данные, что стоимость ликвидационных работ составляет до 30% стоимости самих АЭС. При нормальной работе АЭС выбросы радиоактивных элементов в среду крайне незначительны и в среднем они в 2-4 раза меньше, чем от тепловой электростанции одинаковой мощности.

До 1986 года 400 энергоблоков, производивших более 17% электроэнергии, увеличили природный фон радиоактивности не более чем на 0,02%. За это время не только в мире, но и в России, никакая другая отрасль производства не имела более низкого уровня производственного травматизма чем атомная энергетика, в которой при авариях по нерадиационным причинам погибло всего 17 человек. После 1986 года главную экологическую опасность АЭС стали связывать с возможностью аварий, вероятность которых на современных АЭС невелика, но она не исключается.

В мае 1986 года на четвертом блоке Чернобыльской АЭС произошла крупная авария, в результате которой по различным данным суммарный выброс радиоактивных продуктов деления, содержащихся в реакторе составил от 63 кг до 50 т. Для сравнения отметим, что бомба, сброшенная на Японский город Хиросима, содержала только 740 г радиоактивного вещества. В результате аварии на Чернобыльской АЭС радиоактивному загрязнению подверглась территория в радиусе более 2 тыс. км, частично охватившая территории более двадцати государств. В пределах бывшего Советского Союза пострадало одиннадцать областей, где проживало 17 млн. человек, а общая площадь загрязненных территорий превышала 80 тыс. км<sup>2</sup>. В результате аварии погиб 31 человек и более 200 человек получили дозу радиации, приведшую к лучевой болезни. 115 тыс. человек было эвакуировано из наиболее опасной 30-километровой зоны сразу после аварии. Масштаб катастрофы был такой, что её последствия будут сказываться на жизни нескольких поколений. В устранении последствий катастрофы участвовала вся великая страна. После аварии на Чернобыльской АЭС отдельные страны приняли решение о полном запрете на строительство атомных электростанций и одновременно были приняты меры по усилению защиты от аварий, существующих и планируемых к строительству АЭС. Вместе с тем человечество осознало, что без атомной энергетики на современном этапе развития не обойтись. Строительство и ввод в строй новых АЭС постепенно увеличивается. В настоящее время в мире действует более 500 атомных реакторов и примерно 100 реакторов находится в стадии строительства.

В процессе ядерных реакций выгорает лишь 0,5-1,5% ядерного топлива. Атомный реактор мощностью 1000 МВт за год работы выделяет около 60 тонн радиоактивных отходов, из которых только небольшая часть подвергается переработке, а основная масса требует захоронения. Технология захоронения довольно сложна и требует больших затрат. На первом этапе отработанное

топливо перегружается в бассейны выдержки, где за несколько лет существенно снижается его радиоактивность и тепловыделение. Окончательное захоронение проводится в специальных шурфах на больших глубинах. Шурфы располагаются друг от друга на таком расстоянии, чтобы исключалась возможность атомных реакций. Другой неизбежный результат работы АЭС - тепловое загрязнение, так как на единицу полученной энергии здесь отводится в атмосферу в 2-2,5 раза больше теплоты чем на ТЭС. Выработка 1 млн. кВт электроэнергии на ТЭС дает 1,5 км<sup>3</sup> подогретых вод, на АЭС такой же мощности объем подогретых вод достигает 3-3,5 км<sup>3</sup>. Следствием больших потерь тепла на АЭС является их более низкий коэффициент полезного действия по сравнению с ТЭС.

Особенно значительные территории отчуждаются под строительство сооружений для подачи холодных и отвода подогретых вод. Для электростанции мощностью 1000 МВт требуется пруд-охладитель площадью около 800-900 га, а в том случае, если пруды заменяются градирнями, то они должны иметь огромные размеры: диаметр у основания 100 - 120 м и высота равная 40-этажному зданию.

Несмотря на изложенные экологические проблемы, в ближайшей перспективе тепловая энергетика будет оставаться преобладающей в мировом энергетическом балансе. Велика вероятность увеличения доли углей и других видов менее чистого топлива в получении энергии. В этой связи рассмотрим некоторые пути и способы их использования, позволяющие существенно уменьшать отрицательное воздействие на окружающую среду. Эти способы базируются в основном на совершенствовании технологий подготовки топлива и улавливания вредных отходов.

В настоящее время на многих ТЭС улавливаются в основном твердые выбросы с помощью различного вида фильтров. Наиболее агрессивный загрязнитель – сернистый ангидрид на многих ТЭС не улавливается или улавливается в ограниченном количестве. В то же время имеются ТЭС (США, Япония), на которых производится практически полная очистка от данного загрязнителя, а также от окислов азота на специальных десульфационных установках. Наиболее полное улавливание окислов серы и азота осуществляется посредством пропускания дымовых газов через раствор аммиака. Конечными продуктами этого процесса являются аммиачная селитра, используемая как минеральное удобрение, или раствор сульфита натрия, используемый в химической промышленности. Такими установками улавливается до 96% окислов серы и более 80% оксидов азота. Большие возможности уменьшения или стабилизации поступления загрязнений в окружающую среду связаны с экономией электроэнергии за счёт использования энергосберегающих технологий. Например, в США на единицу получаемой продукции в 2001 году расходовалось в среднем в два раза меньше энергии, чем в России, а в Японии этот расход был меньше в три раза. Не менее эффективна экономия энергии за счет уменьшения металлоемкости продукции, повышения ее качества и увеличения долговечности.

Другим направлением экономии энергии является совершенствование изоляционных свойств промышленных и жилых зданий, а также замена ламп накаливания с КПД около 5% на флуоресцентные, как более экономичные. Крайне расточительно использование электрической энергии для получения тепла. Важно иметь в виду, что получение электрической энергии на ТЭС связано с потерей примерно 60-65% тепловой энергии, а на атомных электростанциях - не менее 70%. Поэтому прямое сжигание топлива для получения тепла, особенно газа, намного рациональнее электронагрева.

Одним из вариантов уменьшения вредного воздействия энергетики на окружающую среду являются небольшие локальные установки типа ТЭЦ, располагающиеся непосредственно в зданиях. В этом случае потери тепловой и электрической энергии снижаются до минимума.

Современная атомная энергетика базируется на расщеплении ядер атомов на два более легких с выделением энергии пропорционально потере массы. Источником энергии и продуктами распада при этом являются радиоактивные элементы, с которыми связаны основные экологические проблемы ядерной энергетики.

Известно, что еще большее количество энергии выделяется в процессе ядерного синтеза, при котором два ядра сливаются в одно более тяжелое, но также с потерей массы и выделением энергии. Исходными элементами для ядерного синтеза является водород, конечным - гелий. Оба элемента не оказывают отрицательного влияния на среду и практически неисчерпаемы.

Научно-практическая задача состоит в том, чтобы ядерный синтез сделать более управляемым и создать новые сверхтермостойкие материалы для ядерного реактора. Несмотря на некоторые положительные результаты по осуществлению управляемого ядерного синтеза в ближайшей перспективе он вряд ли будет использован для решения энергетических и экологических проблем. Это связано с нерешенностью многих технических вопросов и с необходимостью колоссальных затрат на дальнейшие экспериментальные и промышленные разработки.

Современный уровень знаний, а также имеющиеся в стадии разработки новые энергетические технологии дают основание для оптимистических прогнозов и позволяют надеяться на то, что человечеству не грозит тупиковая ситуация в части исчерпания энергетических ресурсов или экологических проблем энергетики.

#### Литература

1. Бабий В.И., Котлер В.Р., Вербовецкий Э.Х. Механизм образования и способы подавления оксидов азота в пылеугольных котлах. // Энергетик. 1996. № 6. С. 8-13.
2. Беликов С.Е., Котлер В.Р. Котлы тепловых электростанций и защита атмосферы. М.: Аква-Терм, 2008.
3. [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: [http://koi.tspu.ru/koi\\_books/bandaevskiy3/schestaja.htm](http://koi.tspu.ru/koi_books/bandaevskiy3/schestaja.htm) – Дата доступа: 16.04.2019.

УДК 339

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Лаптинский Е.А.

Научный руководитель – преподаватель Корсак Е.П.

Энергосбережение на предприятии является одной из самых актуальных проблем, с которой сталкивается промышленность. Это связано с постоянным ростом стоимости на электроэнергию и прочие энергоносители.

Производства затрачивают свои финансы на сырьё и материалы, топливо, на эксплуатационные работы, но самым дорогим является оплата за энергетическую составляющую.

Энергосберегающие мероприятия, которые вы проведете на вашем предприятии позволят вам значительно сократить затраты на энергоносители и тем самым положительно влиять на технико-экономические показатели работы предприятия или производства. Это сразу наблюдается в увеличении рентабельности и улучшении конкурентоспособности выпускаемой продукции за счет снижения себестоимости выпускаемой продукции или услуг.

Большая часть технологических процессов на предприятиях происходят с использованием энергоносителей различного вида и назначения.

Во время организации своей деятельности предприятия используют энергоресурсы различных параметров, видов и назначения.

В качестве энергоресурсов чаще всего на предприятии используются:

- вода;
- тепло;
- электроэнергия;
- воздух.

На обеспечение производственного процесса и содержание зданий затрачивается до 30% закупаемых энергетических ресурсов и воды. Эти затраты складываются из затрат на отопление и освещение зданий, хозяйственно-питьевое водоснабжение и других точек обеспечения [1].

**Энергосбережение на предприятии ведётся по следующим направлениям:**

- увеличение эффективности производственного процесса;
- экономия энергоресурсов.

На сегодняшний день используется ряд эффективных способов для экономии электроэнергии.

Основные из них:

- модернизация оборудования;
- применение энергосберегающих технологий;
- уменьшение потерь электроэнергии в электроприёмниках и системах электроснабжения;
- регулирование режимов работы оборудования;
- улучшение качества электроэнергии.

Вопрос энергосбережения стал не просто популярным лозунгом, а серьезной проблемой, над которой работают многие люди.

Разрабатываются новые способы экономии, открываются новые источники энергии. На сегодняшний момент существует огромное количество различных способов получения электроэнергии.

Уровень и структура производства и потребления возобновляемых источников энергии по регионам и странам мира определяется рядом факторов, в том числе: уровнем и динамикой экономического развития; уровнем технологического развития; наличием квалифицированных инженерных кадров; природно-климатическими факторами; обеспеченностью традиционными ископаемыми энергоносителями [2].

Отопление и электроснабжение разнообразных объектов недвижимости в промышленности является одной из самых больших статей расходов любого предприятия.

Для решения проблемы энергосбережения в такой постановке необходим системный подход, не ограничивающийся мерами по внедрению энергосберегающего оборудования и снижению непродуктивных потерь энергии. Системно этой деятельностью на предприятиях промышленности никто не управляет. С учетом вышесказанного исследование и решение проблемы управления энергосбережением в промышленности на основе организационно-экономической модели, в рамках которой согласованы множественные организационно-экономические отношения, имеет важное научно-практическое значение.

Энергосбережение традиционно определяется как комплекс организационно-управленческих и технико-технологических мероприятий по комплексному и полному использованию энергетических ресурсов и снижению затрат энергии на производство единицы продукции или услуги.

Анализ различных определений понятия энергосбережение показывает, что большинство исследователей в качестве доминирующего признака понятия выделяют уменьшение энергетического потребления. Однако этот признак лишь частично отражает сущность категории энергосбережения.

#### **Мероприятия по экономии электричества на предприятии:**

- освещение и обеспечение работы оборудования — самые энергозатратные направление. Отопление, водоснабжение и кондиционирование идут сразу после обеспечения освещения;

- поэтому, рекомендуем вам начать именно с уменьшения потребления электричества лампами освещения. Это достигается путем правильного подбора специализированных промышленных светильников и оптимизацией рабочего процесса вашего производственного оборудования. Принятие мер в этих направлениях — даст эффект экономии энергоресурсов;

- наибольший эффект дает правильная комплексная экономия, которая коснулась всех точек потребления — отопления, освещения, водоснабжения;

- нельзя экономить на отоплении и при этом злоупотреблять освещением. Такие полумеры значительно снизят эффект экономии, а то и вовсе не дадут нужного вам оптимизационного эффекта. Действовать надо комплексно;

- большинство зданий и помещений не отвечают современным требованиям по энергосбережению. Поэтому требуется дополнительные

энергосберегающие стеклопакеты, утеплители, установка эффективной вентиляции и так далее [3].

### **Способы экономии электроэнергии.**

Мероприятия по экономии электроэнергии должны носить комплексный характер. Эффективность принятых мер зависит от качества, проведенного вами энергоаудита предприятия и скрупулезного выполнения предписаний энергоаудиторов по вопросам экономии электрической энергии на производстве.

Со своей стороны, мы предлагаем вам применить следующие меры. Они разделены для вашего удобства на три категории:

#### **1. Энергосбережение на предприятии с помощью экономии электричества:**

- покраска стен помещений в светлые тона. Это послужит увеличению уровня освещенности помещения. Экономия — 5-15% электроэнергии;
- использование окон с увеличенной площадью стеклопакета, с рациональным расположением относительно хода Солнца. Экономия — до 20%;
- не допускать отсечения и рассеивания поступающего света из окон шторами или иными предметами. Экономия — 1-5%;
- очень важно поддержание чистоты источников света: окна, осветительные приборы должны обязательно быть чистыми и хорошо пропускать свет. Экономия от 3%;
- замена устаревших и энергозатратных ламп накаливания в светильниках на энергосберегающие лампы, наиболее экономичны лампы со светодиодами. Экономия в сегменте потребления электричества на освещение — от 50 %;
- контроль режима работы освещения. Включать источник света только по надобности, в вечернее время и избегать их работы в нерабочее время. Экономия — от 5%.

#### **2. Энергосбережение на предприятии, высокотехнологические способы:**

- установка приборов учета электроэнергии с классом точности 1,0;
- для потребителей с присоединенной мощностью равной 150 кВт·ч — установка устройств компенсации активной и реактивной энергии;
- высокую эффективность доказала установка всевозможных датчиков: присутствия, движение, реле времени. Позволяет экономить от 30% затрат на электроэнергию за счет сокращения «холостой» работы ламп освещения;
- снижение электропотребления за счет оптимизации работы производственного оборудования путем установки частотно-регулируемых приводов для управления электродвигателей. Данная мера также эффективна в настройке параметров работы и регулирования режима работы оборудования, оптимизации рабочего процесса. Эффективность — от 20% затрат электроэнергии на работу электродвигателей;
- установка качественных устройств плавного пуска оборудования. Необходимо для снижения вероятности перегрева и поломки электродвигателей [1].

#### **3. Продвинутое способы:**

- назначение сотрудника, который будет нести ответственность за потребление электричества вашим производственным оборудованием и компьютерной техникой;

- обучение сотрудников предприятия правильному обращению с оборудованием и компьютерной техникой. Постоянно включать и выключать персональный компьютер не надо (он потребляет не более 400 Вт в час). Как правило, современная компьютерная техника оснащена современным импульсным блоком питания, у которого потребление электричества в режиме простоя очень мало. Режим сна — наилучшее решение для компьютера во время кратковременного отсутствия сотрудника. Что касается принтеров, сканеров и прочей техники — необходимо просто их отключать тогда, когда не работаете с ними;

- планомерная замена всего старого электрооборудования, аудио-видеоаппаратуры, силовых частей оборудования на современную и экономичную электротехнику. Разовые высокие расходы на приобретение вскоре будут компенсированы значительным снижением энергопотребления и своей повышенной эффективностью работы по сравнению с более старыми моделями. Простой пример, светильник с двадцатилетним стажем имеет КПД 65%, а современный новый светильник — КПД 95%. Экономия — от 20 до 80%;

- оптимизация системы отопления и отключение непредусмотренных электронагревательных приборов отопления, которые были дополнительно использованы для обогрева помещения [4].

Использование вышеописанных методов и способов, особенно целенаправленная работа по энергосбережению — значительно снижает расходную часть бюджета предприятия, касающуюся оплаты потребленных ресурсов.

#### Литература

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://powercoup.by/energoberezhnie/energoberezhnie-na-predpriyatii> Дата доступа: 13.04.2019
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ackye.ru/uchet-elektroenergii/uchet-energoresursov-na-predpriyatii/>– Дата доступа: 13.04.2019;
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://greenologia.ru/eko-zhizn/texnologii/energoberejenie.html>– Дата доступа: 13.04.2019;
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://portal-energo.ru/articles/details/id/23>– Дата доступа: 13.04.2019;



УДК 620

## ПОЛИТИКА ЕАЭС В КОНТЕКСТЕ ЭНЕРГЕТИКИ

Лесюкова В. В., Бочкарев И. О.

Научный руководитель – старший преподаватель Кравчук Е. А.

Внешняя политика всегда была и будет наиболее актуальной проблемой государства. Взаимодействие со странами - максимально сложный процесс, основанный на качественных, а главное взаимовыгодных условиях для существования экономического союза. Для Республики Беларусь предельно важным является союз с Россией.

На данный момент, союзные государства Беларусь и Россия являются тесными партнерами в экономической, политической, торговой и военной сферах. История союза начинается еще с политических отношений Великого Княжества Литовского (в составе которого находила Беларусь) и Московского княжества (Россия соответственно); далее отношения максимально окрепли и приобрели незаменимый характер, связанный с тем, что обе страны входили в Союз Советских Социалистических Республик, позднее ликвидированный в 1991 году. Сейчас же государства являются партнерами, чьи отношения основаны на взаимопомощи, взаимовыгоде и, конечно же, доверии.

19 декабря 2011 года Президент Республики Беларусь принял участие в заседании Высшего Евразийского экономического совета и неформальном саммите глав государств-участников ЕврАзЭС, где так же приняли участие президенты России и Казахстана. По итогам которого главы государств России, Беларуси и Казахстана приняли решение о создании к 1 января 2012 года Единого экономического пространства [1].

24 мая 2014 года главы государств России, Казахстана и Беларуси подписали договор о создании ЕАЭС (рис. 1), к которому в 2015 году присоединилась Армения и Кыргызстан.



Рисунок 4. Страны, входящие в Евразийский экономический союз

Результатом такой деятельности стало развитие Таможенного союза, и, как следствие, рост взаимной торговли, открытие новые перспективы для инвестиций, а также повышение уровня конкурентоспособности производимого продукта.

Главы стран уверены, что дальнейшее взаимодействие поспособствует росту уровня жизни и благосостояния наших стран и народов, а также внесёт весомый вклад в устойчивое развитие мировой экономики в целом.

Создание единого экономического пространства Таможенного союза является самым высоким уровнем экономической интеграции стран. В рамках Единого Экономического Пространства будет действовать общий энергетический рынок, сформировано единое транспортное пространство, решена масса других принципиальных вопросов.

Стратегические цели ЕАЭС в энергетике представляются созданием Единого энергетического пространства и, соответственно, проведением скоординированной энергетической политики.

Главы государств приняли план осуществления и развития данного пространства. Механизм реализации состоит первоначально в постепенном создании общих конкурентоспособных общих рынков энергоресурсов ЕАЭС, а также в устранении препятствий взаимного доступа на рынки энергоресурсов всех стран Евразийского экономического союза.

8 мая 2015 года была утверждена концепция формирования общего электроэнергетического рынка ЕАЭС, в октябре того же года на Совете ЕЭК было принято Соглашение о методологии формирования прогнозных балансов газа, нефти и нефтепродуктов в ЕАЭС. Согласно договору о ЕАЭС, общий электроэнергетический рынок заработает к 1 июля 2019 года [2].

В Евразийском экономическом союзе торговля нефтью и нефтепродуктами будет проходить в рамках Единого энергетического пространства.

22 марта 2017 года состоялось заседание при Консультативном комитете Евразийской экономической комиссии по нефти и газу с участием членов ЕАЭС, научных деятелей и нефтегазовых компаний, результатом которого стало соглашение о биржевой торговле нефтью и нефтепродуктами в рамках единого биржевого пространства и ее формировании на основе взаимодействия единых биржевых площадок стран ЕврАзЭС. «Отработку технологических процессов планируется завершить к 2021 году», - сообщили в ЕЭК [3].

Создание Единого энергетического пространства влечет за собой формирование прозрачного механизма образования рыночной цены при помощи учета биржевых и внебиржевых индикаторов на нефть и нефтепродукты в границах Евразийского экономического союза.

На заседании так же обсуждалась необходимость формирования дополнительных вспомогательных органов контроля для управления и обеспечения функционирования общих рынков нефти и нефтепродуктов, а также механизмов ценового надзора и антимонопольного регулирования.

На завершающей стадии не позднее 1 января 2025 года планируется заключить договор о формировании общих рынков нефти и нефтепродуктов, а

также о правилах доступа к системам их транспортировки Евразийского экономического союза.

Планируется, что формирование союза будет стимулировать углубление сотрудничества в ЕвразЭС, а также способствовать активизации взаимовыгодного взаимодействия в СНГ, что влечёт за собой дальнейшее расширение и вступление в него других партнёров по мере готовности самого союза, так как эти государства открыты к сотрудничеству с другими интеграционными объединениями и стремятся к скорейшему вступлению во Всемирную Торговую организацию.

#### Литература

1. Беларусь, Россия и Казахстан создадут единое экономическое пространство [Электронный ресурс] – Udf.by. – 20.12.2009– Режим доступа: [https://udf.by/news/main\\_news/6029-belarus-rossiya-i-kazaxstan-sozdadut-edinoe.html](https://udf.by/news/main_news/6029-belarus-rossiya-i-kazaxstan-sozdadut-edinoe.html). – Дата доступа: 15.04.2019.
2. В ЕАЭС создадут единое энергетическое пространство [Электронный ресурс] – БелТа. – 18.11.2015. – Режим доступа: <https://www.belta.by/economics/view/v-eaes-sozdadut-edinoe-energeticheskoe-prostranstvo-170710-2015/>. – Дата доступа: 15.04.2019.
3. Торговля нефтью и нефтепродуктами в ЕАЭС будет проходить в рамках единого биржевого пространства – ЕЭК [Электронный ресурс] – БелТа. – 22.03.2017. – Режим доступа: <https://www.belta.by/economics/view/torgovlja-neftju-i-nefteproduktami-v-eaes-budet-prohodit-v-ramkah-edinogo-birzhevogo-prostranstva-eeek-238857-2017/>. – Дата доступа: 15.04.2019.

УДК 339

## ПРОЕКТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ПРИ СВЕРХВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Лесюкова В. В.

Научный руководитель – преподаватель Корсак Е. П.

Энергетика стала одним наиболее насущных вопросов настоящего общества. Способы воспроизводства энергии, пути ее хранения и транспортировки – самые глобальные из них.

Консорциум ЕС-стран создал исследовательский проект Amadeus, в рамках которого будут исследованы материалы и устройства следующего поколения для накопления скрытой тепловой энергии при сверхвысоких температурах (LHTES) до 2000°C, которые значительно превышают сегодняшние максимальные рабочие температуры ~ 1000°C [1].

В консорциуме участвуют 7 европейских стран (рис. 1):

- 1) IES-UPM (Испания, координатор): Институт солнечной энергетики - Политехнический университет Мадрида;
- 2) CERTH-CPERI (Греция): Центр исследований и технологий Эллада - Институт химических процессов и энергетических ресурсов;
- 3) FRI (Польша): научно-исследовательский институт литейного производства;
- 4) NTNU (Норвегия): Норвежский университет науки и технологий;
- 5) CNR-ISM (Италия): Национальный исследовательский совет- Институт структуры материи;
- 6) IGTE-USTUTT (Германия): Институт строительной энергетики, теплотехники и накопления энергии;
- 7) IONVAC (Италия): Ionvac Process Srl.

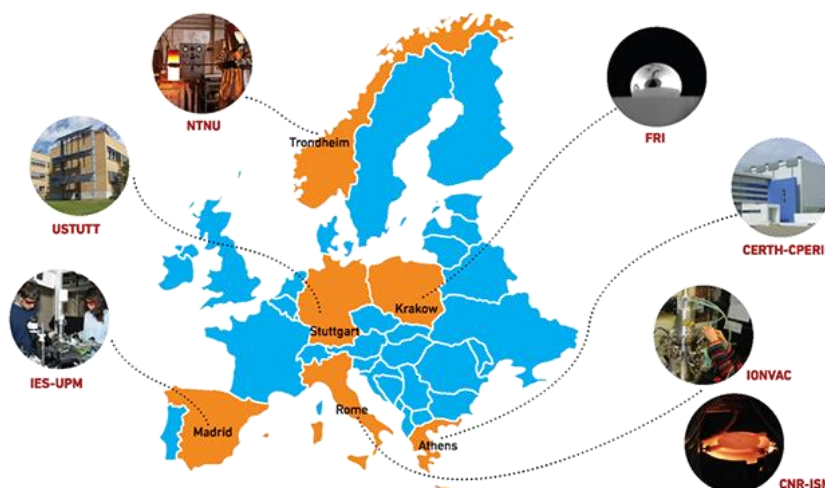


Рисунок 5. Европейские институты, входящие в консорциум

Amadeus рассчитывает на хранение энергии в объеме один-два киловатт-час на литр. Это примерно в 10 раз больше, чем позволяет запasti обычная электрохимическая батарея.

Принцип работы состоит в синтезе новых материалов с фазовым переходом (МФС) со скрытой теплотой в диапазоне 2-4 МДж/кг (на порядок больше, чем у типичных МФС на основе соли); разработке передовых конструкций теплоизоляции и корпуса МФС, а также новых твердотельных технологий преобразования тепла в энергию, способных работать при температурах до 2000°C. Используя эти новые материалы и устройства, ученые стремятся реализовать концепцию нового типа чрезвычайно компактного устройства LHTEs с беспрецедентной высокой плотностью энергии [2].

Ключевыми технологиями внедрения являются: новые МФС на основе кремний-борной системы со сверхвысокой температурой плавления и скрытой теплотой; новые огнеупорные смеси на основе карбидов, нитридов и оксидов для стенок контейнера из МФС; усовершенствованный теплоизолированный корпус из МФС для ультравысокотемпературных работ и новые твердотельные преобразователи тепла в энергию, основанные на фотоэлектрических и термоэлектронных эффектах (рис. 2).

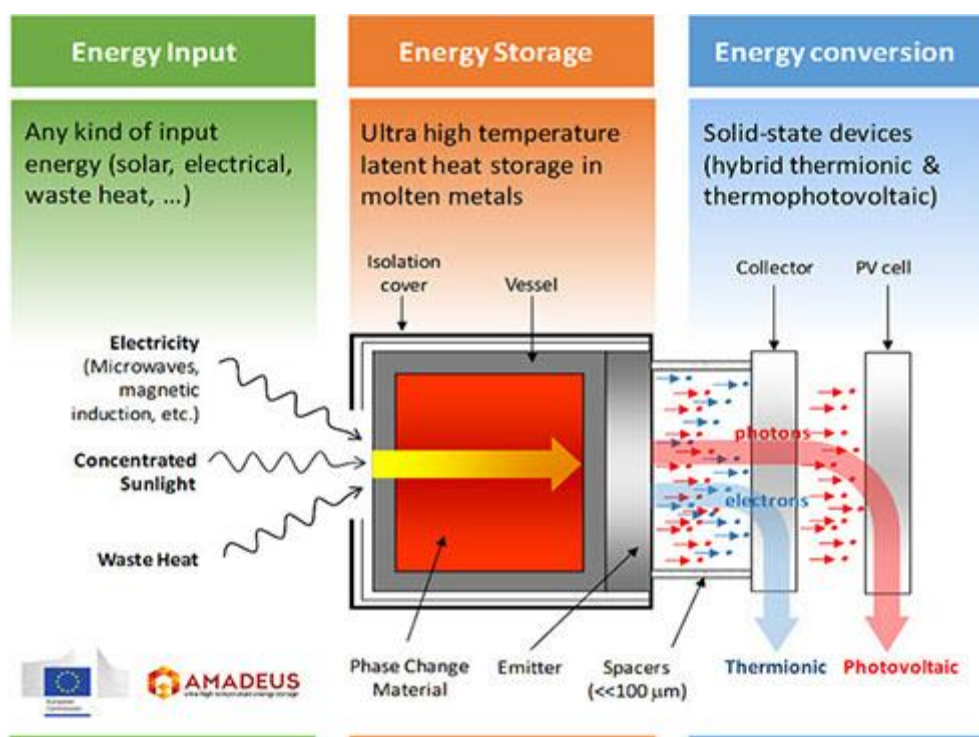


Рисунок 6. - Концепция Amadeus

Планируется, что в ближайшее время по данной технологии можно будет создать недорогую теплоэлектростанцию, где полученная энергия будет храниться в системах скрытого накопления тепловой энергии, которые смогут снабжать электроэнергией потребителей.

На данный момент готов первый прототип, который должен продемонстрировать осуществимость всей концепции. В нём используется мало материалов, что упрощает сборку и сокращает затраты на дальнейшее обслуживание. Если испытания пройдут успешно, учёные намерены представить свою разработку на рынке.

На данный момент бюджет данного проекта составляет 3.270.496,25 евро [3].

Литература

1. Как получить электричество из раскаленного металла [Электронный ресурс] – Euronews. - 08.04.2019. – Режим доступа: <https://ru.euronews.com/2019/04/08/fu-14-amadeus-photovoltaic-energy>. – Дата доступа: 25.04.2019.
2. Что заливают в системы скрытого накопления тепловой энергии? [Электронный ресурс] – Euronews. – 08.04.2019. – Режим доступа: <https://ru.euronews.com/2019/04/08/amadeus-photovoltaic-energy-web-bonus>. – Дата доступа: 25.04.2019.
3. Amadeus [Электронный ресурс] – Amadeus. – Режим доступа: <http://www.amadeus-project.eu/index.html>. – Дата доступа: 25.04.2019.

УДК 620.95

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В ЭНЕРГЕТИКЕ

Лупенко Д.А.

Научный руководитель – к.э.н., доцент Манцерова Т.Ф.

Республика Беларусь не располагает значительными собственными запасами ископаемых топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и вынуждена до 85 % ТЭР импортировать из-за рубежа. Важнейшим приоритетом государственной энергетической политики в Республике Беларусь наряду с устойчивым обеспечением страны энергоносителями является создание условий для функционирования и развития экономики при максимально эффективных использованиях (ТЭР).

Для государств, имеющих дефицит собственных энергоресурсов, к которым относится, и Республика Беларусь, оптимальное развитие и функционирование топливно-энергетического комплекса (ТЭК) - одно из приоритетных направлений деятельности законодательной и исполнительной власти, всех производителей и потребителей ТЭР для обеспечения конкурентоспособности продукции на мировом рынке.

В настоящее время важным в балансе местных ТЭР республики является древесное топливо. Древесину и древесные отходы можно использовать для получения энергии не только путем прямого сжигания в топках котлов, но и для получения генераторного газа для последующего использования в небольших котлах и даже в небольших газовых турбинах. Древесина и как разновидность топлива имеет ряд преимуществ. Древесина содержит менее 0,02% серы и около 0,12% азота, т.е. в продуктах сгорания содержится низкий уровень сернистых и азотистых соединений.

К достоинствам древесного топлива относятся:

- малая зольность (0,4-1,5%);
- незначительное содержание серы (менее 0,05%);
- углекислотная нейтральность, так как при его сжигании выделяется такое же количество диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ), как и при естественном гниении древесины, который вновь поглощается растениями.

Энергетическое использование первичных видов древесного топлива (дров, щепы) с относительной влажностью 45-60% в 1,8-3,5 раза снижает теплотворную способность древесины. Необходимо отметить, что горючими веществами в древесине, как и в других видах растительной биомассы, являются углерод (около 51%) и водород (около 6%), остальные вещества - это балласт.

Для эффективного использования энергетического потенциала древесного топлива, количество которого в Республике Беларусь ограничено, необходимо исходную топливную древесину должным образом подготовить: высушить, гомогенизировать, т.е. придать ей стабильные физико-химические и механические параметры и свойства.

Это позволит существенно (в 2-3 раза) повысить удельную теплотворную способность, оптимизировать топочные процессы, увеличить КПД теплогенерирующего оборудования его эффективность (в 1,3-2,8 раза) и снизить стоимость оборудования и затраты на его эксплуатацию. Теплотехнические показатели древесных топливных гранул в сравнении с топливной щепой приведем в таблице 1

Таблица 1

Теплотехнические показатели древесных топливных гранул  
в сравнении с топливной щепой

Параметры	Виды топлива			
	Рафинированное Гранулы	Первичное		
		Щепа топливная		Щепа сухая
	Влажная	Полусухая		
Влажность	8	60	45	12
Теплотворная способность, Гкал/т	≥4,2	1,279	2,052	3,8
Энергетический эквивалент по отношению к условному топливу	≥0,6	0,18	0,29	0,54
Насыпная плотность, рН, т/м <sup>3</sup>	0,63-0,67	≥0,35	≥0,25	0,08- 0,12
Среднегодовой «КПД» энергогенерирующей установки, η, %	85	30	40	65
Теплопроизводительность, Q, Гкал/т	≥3,57	0,38	0,82	2,47
Удельный расход условного топлива на производство тепла, В, т/Гкал	0,168	0,474	0,357	0,220

Использование щепы, полученной путем измельчения низкотоварной древесины, порубочных остатков и лесосечных отходов, повысит не только энергоэффективность ЖКХ, но и рентабельность лесозаготовительных предприятий, позволит эффективно выполнять мероприятия по уходу за лесом и ведению устойчивого лесного хозяйства и улучшит экологическую обстановку в лесных регионах.

Проведем оценку эффективности инвестиций в перевод котельной на работу на древесной щепе.

Для анализа эффективности инвестиций были рассчитаны следующие показатели:

Чистый дисконтированный доход (Net Present Value – NPV)

NPV=2943,66 тыс. руб. >0.



Обеспечен доход от инвестированных средств. Процентная ставка для дисконтирования членов потока платежей подобрана правильно.

1) Индекс доходности (Profitability index - PI)

$$PI=1,37 > 1.$$

Уровень дохода высокий, на 1 рубль продукции приходится 1,37 рубля прибыли.

Внутренняя норма доходности (international rate of return - IRR)

$$IRR=23,53\%$$

Данная цифра является верхним пределом процентной ставки для эффективного вложения денег.

Срок окупаемости (Payback period – PP)

$$PP=3,05 \text{ года}$$

Рассчитанные показатели свидетельствуют об эффективности инвестиций.

#### Литература

1. Строганов, В.И. Анализ хозяйственной деятельности в промышленности: учебник / В. И. Строганов [и др.]. – Минск: Высшая школа, 2003. – 480 с.
2. Басовский Л. Е., Басовская Е. Н. Экономическая оценка инвестиций. Учебное пособие. — М.: ИНФРА-М, 2008 г. — 241 с.
3. Лахметкина, Н. И. Инвестиционная стратегия предприятия : учеб. пособие / Н. И. Лахметкина. – 6-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2012. – 230 с.
4. Колмыкова Т. С. Инвестиционный анализ. — М.: ИНФРА-М, 2009 г. — 204 с.

УДК 339.5

## ПОСЛЕДСТВИЯ ВЫХОДА СТРАН ПРИБАЛТИКИ ИЗ СОГЛАШЕНИЯ О ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ЭНЕРГОСИСТЕМ БРЭЛЛ

Максимчук А.Д.

Научный руководитель – преподаватель Корсак Е.П.

На сегодняшний день страны Прибалтики входят в единый оптовый рынок электроэнергии Северных стран Nord Pool. Одновременно они входят в БРЭЛЛ— электрическое кольцо Беларуси, России, Эстонии, Латвии и Литвы. В основе БРЭЛЛ лежит соглашение от 7 февраля 2001 г., предполагающее синхронный режим работы энергетических систем, входящих в него стран, связь линий электропередач, общие принципы организации совместной работы, обмен электроэнергией и взаимную поддержку резервами в случае аварийных ситуаций.

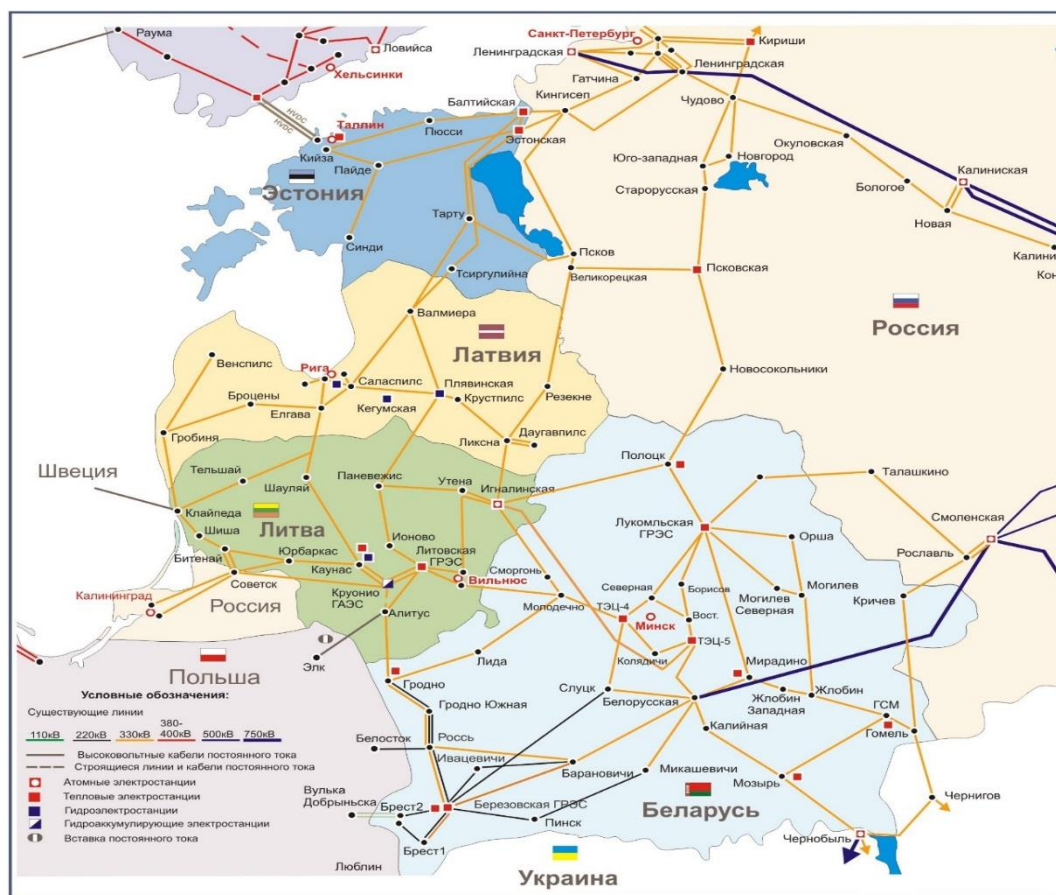


Рисунок 1. Энергосистема БРЭЛЛ [1]

До БРЭЛЛ энергосети европейских стран, которые являлись членами Совета Экономической Взаимопомощи (СЭВ), работали в рамках единой энергосистемы «Мир». Данная система прекратила свое существование вместе с деятельностью СЭВ в 1991 году, но сохранила свою инфраструктуру [3]. Таким образом на момент распада СССР (1991 г.) энергосистемы Литвы, Латвии, Эстонии являлись частью ЕЭС Советского Союза. Совокупность данных фактов и явилась предпосылкой для создания БРЭЛЛ.

В работе энергетического кольца принимают участие ОЭС Центра и ОЭС Северо-Запада России. (рисунок 2).



Рисунок 2. Энергосистемы РФ [2]

В настоящее время энергосистемы прибалтийских стран тесно переплетены с российскими и белорусскими энергосистемами линиями переменного напряжения 330 кВ.

Снабжение электроэнергией Калининградской области, являющейся эксклавом Российской Федерации, происходит благодаря транзиту электрической энергии через Литву. В Литву электроэнергия поступает в основном из Беларуси по трем линиям электропередач (ЛЭП) 330 кВ (Рисунок 1). По ЛЭП «Смоленская АЭС — ПС Белорусская» и «Новосокольники — Полоцк» электроэнергия идет в направлении бывшей Игналинской АЭС, где расходуется по энергосистеме Литвы, а также уходит дальше — в Калининград и Латвию. [4]

Таким образом совместная работа энергосистем БРЭЛЛ позволяет производить поставки электрической энергии, оптимизируя электрические балансы сторон, а также позволяет оказывать аварийную помощь в чрезвычайных ситуациях.

Тем не менее в июне 2018 года страны Литва, Латвия, Эстония и Еврокомиссия подписали соглашение о синхронизации электросетей стран Прибалтики с сетями Европы. Прибалтийские страны должны будут выйти из энергокольца БРЭЛЛ до 2025 года.

Синхронизация электросетей стран Прибалтики обозначена Европейской комиссией в качестве одного из приоритетов в числе инфраструктурных проектов в рамках инструмента «Соединение Европы» (Connecting Europe Facility). Еврокомиссия сейчас занимается подготовкой бюджета на следующий пятилетний период, поэтому активизация прибалтийских стран выглядит очень своевременной.

Тогда возникает вопрос, почему Прибалтика решила отключиться от системы БРЭЛЛ и какие последствия могут ожидать Беларусь и Россию. По мнению СМИ, «выход Прибалтики из БРЭЛЛ во многом носит политический

подтекст, поскольку он обусловлен стремлением Эстонии, Латвии и Литвы снизить энергозависимость от России». [5]

Также, в СМИ говорят о том, что выход Литвы из энергокольца БРЭЛЛ является «одной из мер воздействия, которые Литва считает оправданными для давления на Беларусь по вопросу БелАЭС». [6] Кроме того, при выходе Литвы из БРЭЛЛ возникает вопрос о снабжении электроэнергией Калининграда.

Готовиться к возможной проблеме поставки электроэнергии в Калининград российские власти начали уже давно. По итогам заседания правительственной комиссии под руководством Д. Медведева, которое прошло в марте 2016 года в Калининграде, было намечено строительство следующих объектов:

1. Газовая ТЭС в городе Гусеве, рассчитанная на 160 МВт;
2. Газовая ТЭС в городе Советск, также рассчитанная на 160 МВт;
3. Газовая ТЭС в пригороде Калининграда, поселке Пригольском – на 440 МВт;
4. Угольная ТЭС «Приморская» под городом Светлый – в качестве резервной.

Также были намечены строительство 250 км высоковольтных ЛЭП, которые соединят новые электростанции с существующей сетью, модернизация сети на востоке области, между подстанциями в Советске и Черняховске.

Таким образом, можно сделать вывод, что у Калининградской области не возникнет особых проблем с электрообеспечением своего региона после отключения прибалтийских стран от энергокольца БРЭЛЛ, по крайней мере в ближайшие несколько десятков лет.

#### Литература

1. Официальный сайт Министерства энергетики Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minenergo.gov.by/> – Дата доступа: 08.04.2019;
2. Сайт АО «СО ЕЭС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.so-ups.ru>. – Дата доступа: 08.04.2019;
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Мир\\_\(энергосистема\)#cite\\_ref-БСЭ\\_1-0](https://ru.wikipedia.org/wiki/Мир_(энергосистема)#cite_ref-БСЭ_1-0). – Дата доступа: 08.04.2019;
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sonar2050.org/publications/k-gryadushchemu-zakatu-brell-chem-zanyatsya-soyuznoy-energetike/>. – Дата доступа: 08.04.2019
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://m.baltnews.ee/tallinn\\_news/20181228/1017273048/vihod-iz-brell.html](https://m.baltnews.ee/tallinn_news/20181228/1017273048/vihod-iz-brell.html). – Дата доступа: 08.04.2019;
6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sonar2050.org/publications/k-gryadushchemu-zakatu-brell-chem-zanyatsya-soyuznoy-energetike/>. – Дата доступа: 08.04.2019;
7. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rudnev.lv/2017/01/latviya-ne-gotova-k-raspadu-brell/>. – Дата доступа: 08.04.2019;
8. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.atomic-energy.ru/news/2016/06/01/66341>. – Дата доступа: 08.04.2019.

УДК 336

## АНАЛИЗ ИНФЛЯЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Матус Е.В.

Научный руководитель — старший преподаватель Кравчук Е.А.

Экономическое развитие современного общества отличается наличием инфляционных процессов в экономиках большинства стран мира, и Республика Беларусь не является исключением.

Особенности инфляционных процессов в РБ, уровень инфляции в стране и эффективность проведения антиинфляционной политики государства можно судить исходя из статистических данных индекса потребительских цен (

Рисунок 7).

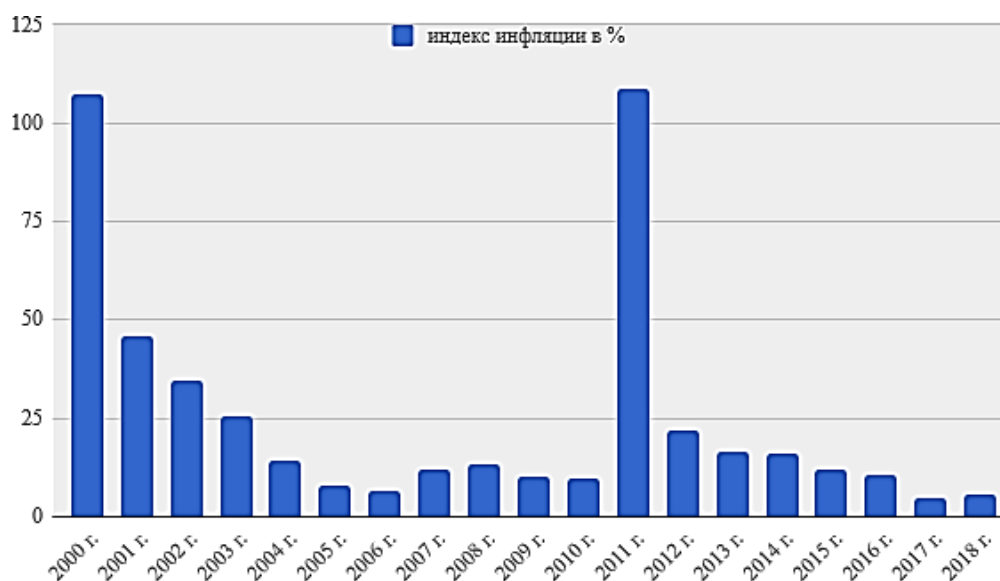


Рисунок 7. Годовая инфляция в 2000-2018 гг.

Исходя из графика, на указанном периоде можно выделить некоторые тенденции. Во-первых, заметны два пика галопирующей инфляции (10-200%) в 2000 и 2011 гг. Во-вторых, в интервале между 2000 и 2011 гг. инфляция в стране относилась к типу умеренной или ползучей — до 10% в год. В-третьих, в 2017 году инфляционные процессы существенно замедлились. Годовой прирост потребительских цен снизился с 10,6 процента в декабре 2016 г. до 4,6 процента в декабре 2017 г.

Инфляция в стране носит системный характер. Она характеризуется не только ростом потребительских цен, но и проявляется во всех отраслях реального сектора экономики, где темпы роста цен иногда опережали ИПЦ (индекс потребительских цен).

Из (Ошибка! Источник ссылки не найден.) можно сделать вывод, что в августе 2016 года в Беларуси впервые за много лет была зафиксирована дефляция, которую обеспечило сезонное снижение цен на фрукты и овощи. Отрицательный рост цен наблюдался также в июле, августе 2017г. и в мае, июле 2018 г.

Таблица 1.

Инфляция в Беларуси по месяцам 2011-2018 гг. (индекс инфляции в %)

	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
январь	1,4	1,9	3	1,6	2,4	1,9	0,9	0,8
февраль	2,7	1,5	1,2	2	1,7	2,9	0,5	0,9
март	1,9	1,5	1,1	1,3	0,8	0,8	0,3	0,8
апрель,	4,5	1,7	0,5	1,6	0,9	0,7	0,7	0,3
май	13,1	1,6	0,7	2,2	0,7	0,5	0,3	-0,3
июнь	8,6	1,8	0,3	1,2	0,7	0,4	0,7	0,4
июль	3,5	1,3	1	0,9	0,2	0,4	-0,1	-0,2
август	8,9	2,3	0,1	0,8	0,2	-0,1	-0,8	0,1
сентябрь	13,6	1,3	1,7	1,2	1,3	0,7	0,3	0,8

С начала 2016 года за январь-ноябрь инфляция выросла до 10%. По итогам года инфляция составила 10,6%. Годовой прирост потребительских цен в 2017 г. снизился до 4,6 процента.

Инфляционные процессы в 1 квартале 2018 г. остаются в рамках целевой траектории. При этом отмечается их некоторое ускорение.

Во 2 квартале 2018 г. инфляционные процессы замедлились. Замедление наблюдалось за счет снижения цен на плодоовощную продукцию.

В 3 квартале 2018 г. увеличилась интенсивность инфляционных процессов: годовой прирост потребительских цен в сентябре 2018 г. составил 5,6 процента. Несмотря на более высокие темпы роста основных ценовых индикаторов, в целом траектория движения потребительских цен сохраняется в рамках целевого параметра.

В 4 квартале 2018 г. интенсивность инфляционных процессов сохранилась на уровне предыдущего квартала (Рисунок 8).

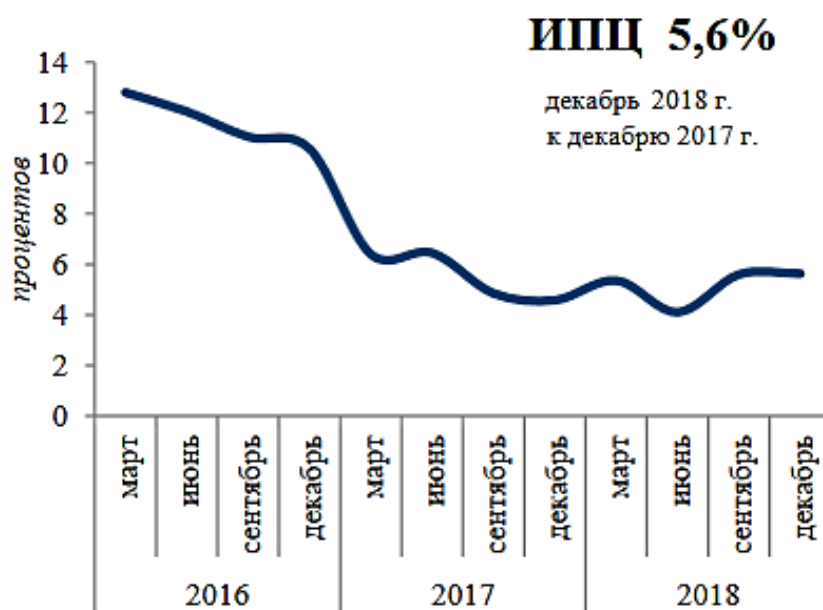


Рисунок 8. Инфляционные процессы в 2018 г. к декабрю 2017 г.

В январе 2019 г. годовой прирост потребительских цен увеличился и составил 5,8 процента. Относительно декабря 2018 г. в январе 2019 г. потребительские цены выросли на 0,9 процента. В феврале 2019 года годовой прирост потребительских цен составил 6,2 процента (

Р

Рисунок 9). Инфляция в феврале 2019 г. составила 1,3%. Февральская инфляция стала самой большой за два года. Выше 1,3% месячный уровень инфляции был в феврале 2016 года.

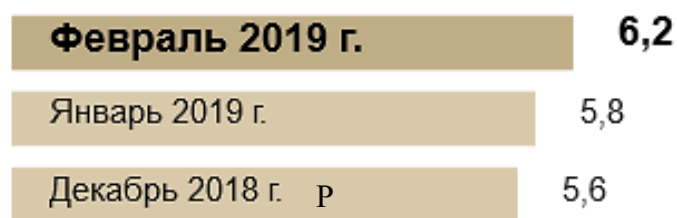


Рисунок 9. Инфляция в январе, феврале 2019 г.

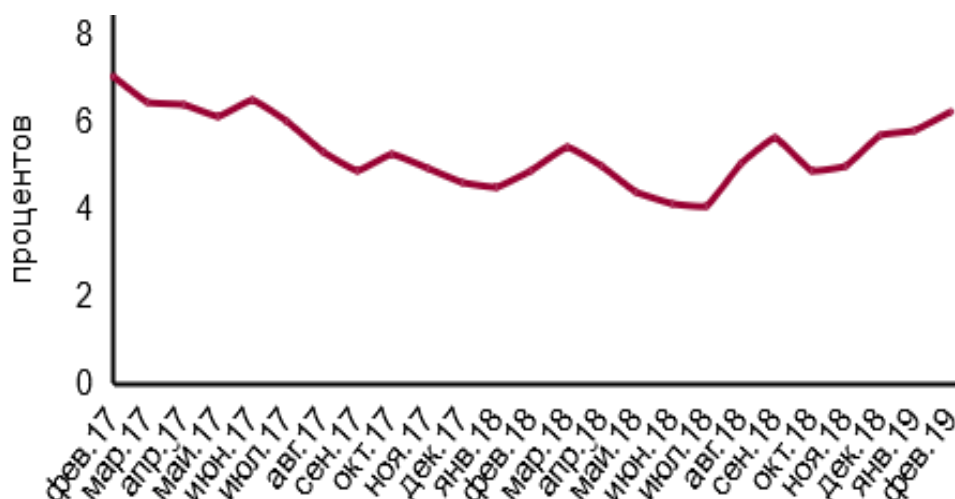


Рисунок 10. Динамика ценовых индикаторов (в годовом выражении)

В феврале 2019 года продолжилось ускорение годовых темпов роста основных ценовых индикаторов (Рисунок 10).

Основной вклад в увеличение цен и тарифов по данной группе товаров и услуг внесло повышение тарифов на услуги ЖКХ (газо-, электро- и водоснабжение), а также удорожание автомобильного топлива и алкогольной продукции. Цены на плодоовощную продукцию в феврале 2019 года в годовом выражении ускорились незначительно (с 5,7 до 6 процентов).

Таким образом, инфляция — один из самых болезненных и опасных процессов, негативно воздействующих на финансы, денежную и экономическую систему в целом. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что в Республике Беларусь инфляция принимала разнообразный характер в соответствующие годы. По итогам 2018 г. уровень инфляции составляет 5,6 %. Это означает, что инфляция РБ является умеренной. Экономическая политика в Республике Беларусь направлена на снижение инфляции и поддержание стабильного обменного курса белорусского рубля. Она вырабатывает такие подходы, которые позволяют объективно рассматривать инфляцию с различных сторон, что повышает эффективность мер, направленных на снижение инфляции в стране.

#### Литература

1. Национальный банк Республики Беларусь [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.nbrb.by/publications/inflationQuarterly> — Дата доступа: 29.03. 2019
2. Инфляция в Беларуси [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://myfin.by/info/inflyaciya> — Дата доступа: 01.04.2019



УДК 621.22

## РАЗВИТИЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В МИРЕ

Нос Я.С., Можаровская В.С.

Научный руководитель – преподаватель Корсак Е.П.

Гидроэнергетика как отрасль энергетики зародилась в конце 19 века, но получила мощное развитие в 20 веке, когда произошло основное приращение мощности. Поэтому из всех возобновляемых источников гидравлическая энергия в настоящее время используется особенно широко. На долю гидроэнергетики в мире приходится около 90 % всех используемых сегодня возобновляемых источников энергии.

Абсолютным лидером по выработке гидроэнергии на душу населения является Исландия. Кроме неё этот показатель наиболее высок в Норвегии (доля ГЭС в суммарной выработке — 98 %), Канаде и Швеции. В Парагвае 100 % производимой энергии вырабатывается на гидроэлектростанциях. Крупнейшие производители гидроэнергии представлены на рисунке 1.

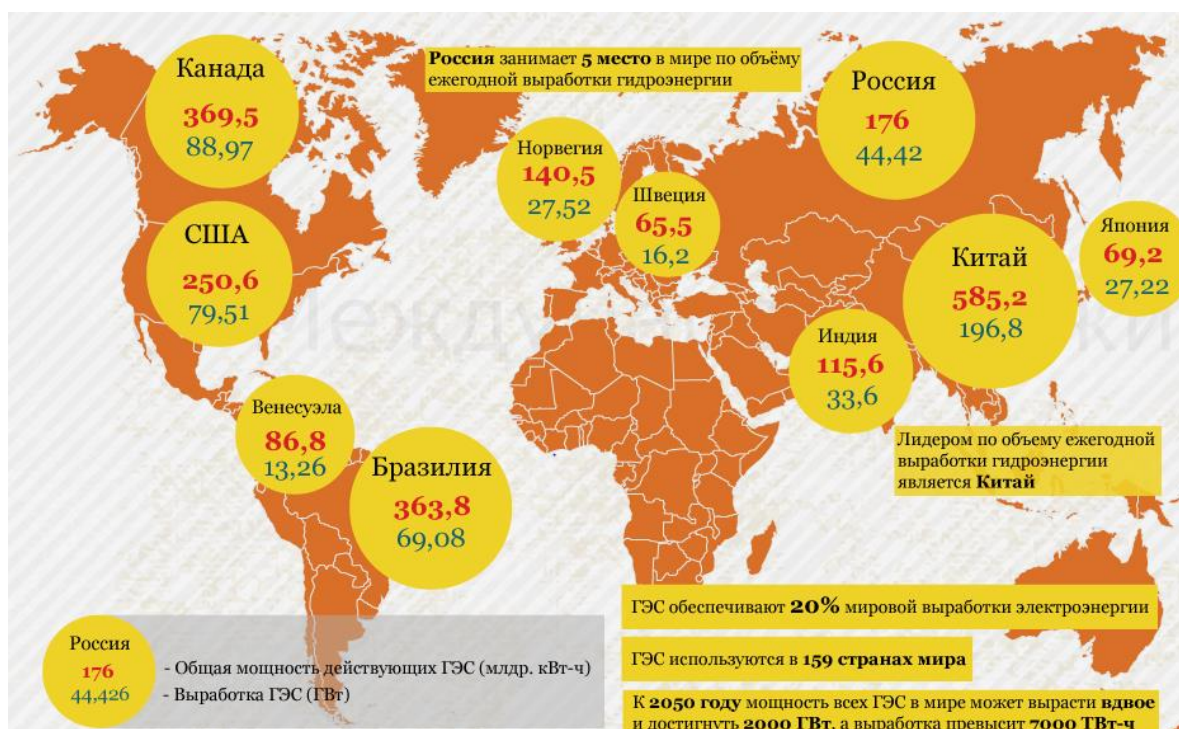


Рисунок 1. Страны-лидеры по производству гидроэнергии

В мире сейчас наблюдается настоящий «бум» строительства новых ГЭС, в основном в развивающихся странах – Китае, Индии, Бразилии, Пакистане, Иране, Эфиопии. Лидер гидроэнергетического строительства – Китай, где построена крупнейшая ГЭС в мире «Три ущелья» мощностью 22400 МВт. Также в Китае возводится свыше 30 ГЭС мощностью более 1000 МВт каждая, в том числе и большое количество уникальных объектов, таких как ГЭС Силуоду на Янцзы мощностью 13860 МВт с плотиной высотой 278 м. Руководство страны планирует за десять лет практически удвоить мощность ГЭС.

Стоит учитывать тот факт, что в развитых странах гидропотенциал почти полностью исчерпан. Так, в Западной Европе экономический гидроэнергетический потенциал использован на 70%: в частности, на главной реке региона Рейне построен каскад из 27 ГЭС общей мощностью почти 3000 МВт. В Японии использовано порядка 90% гидропотенциала. Поэтому развитые страны в основном модернизируют уже существующие ГЭС или строят малые ГЭС и гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС). Исключение представляет только Канада, обладающая значительным неосвоенным гидропотенциалом. В стране завершается проект переброски стока реки Руперт в бассейн реки Ла-Гранде, продолжается строительство каскада из четырех ГЭС на реке Ромен общей мощностью 1570 МВт, прорабатываются другие проекты. Интерес к большой гидроэнергетике проявляют и США – разрабатывается проект мощной ГЭС на Аляске.

По прогнозам Международного энергетического агентства, (МЭА), среднегодовой темп роста производства электроэнергии на крупных ГЭС в 2007–2030 годах составит 2%, к 2030-му производство энергии на них превысит 4380 ТВт·ч. При этом доля крупных гидроэлектростанций на общем мировом рынке электроэнергии снизится до 12,4% (Таблица 1).

Прогнозные сценарии развития мировой гидроэнергетики также предсказывают увеличение установленной мощности ГЭС до 1700 ГВт к 2050-му. На будущем гидроэнергетики могут сказаться последствия (и негативные, и позитивные) глобального изменения климата, что требует проведения соответствующих исследований и принятия адаптационных мер. Серьезным препятствием для продвижения гидроэнергетики развивающихся стран в бассейнах трансграничных рек является недостаточная урегулированность вопросов совместного водопользования. Однако это касается в основном строительства крупных гидрообъектов. С 2001 по 2006 гг. среднегодовые темпы роста мощностей малой гидроэнергетики в мире составляли 7%. К 2006 году их уровень достиг 73 ГВт, а выпуск энергии на них – более 250 ТВт·ч.

Суммарные мировые инвестиции в малую гидроэнергетику в 2006 году составили около \$6 млрд. Средняя стоимость строительства малых гидроэлектростанций составила от \$1,5 до \$2,5 тыс. за 1 кВт установленной мощности.

Таблица 1.

Доля гидроэнергетики, в том числе малой, в производстве электроэнергии в мире

Источник энергии	Производство электроэнергии (ТВт·ч)		Доля (%)		Темп роста (%)
	2006 г.	2030 г.	2006 г.	2030 г.	
Крупные ГЭС	2725	4383	14,4	12,4	2
МГЭС	252	778	1,4	2,2	4,7

Развитие гидроэнергетики имеет долгосрочные экономические преимущества, прежде всего с позиции возможности ее диверсификации, более эффективного и многоцелевого использования гидроэнергетического

потенциала не только крупных, но и малых рек. Это направление ускоренно формируется в развитых и развивающихся странах, особенно в сельской местности, в районах, удаленных от энергосистем. Строительство МГЭС имеет также широкие перспективы развития в различных регионах мира с трансграничными речными бассейнами. Малая гидроэнергетика свободна от многих недостатков крупных ГЭС и признана одним из наиболее экономичных и экологически безопасных способов получения электроэнергии, особенно при использовании небольших водотоков.

#### Литература

1. Журнал Международная Жизнь [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://interaffairs.ru/news/printable/9854>. - Дата доступа: 24.03.2019
2. WEO, 2008 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.iea.org/weo/>.- Дата доступа: 24.03.2019

УДК 336.64

## ОСОБЕННОСТИ ФИНАНСИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В ЭНЕРГЕТИКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Панас Н.М.

Научный руководитель – старший преподаватель Лапченко Д.А.

Особенности финансирования инвестиционных проектов в мировой энергетике имеют ряд специфических характеристик, которые обуславливают повышенные риски при их реализации. Относительно высокие риски определяются, прежде всего, следующим:

- сооружение объектов энергетики требует больших капитальных вложений и является сложной технической и технологической задачей, что приводит к высоким рискам при строительстве;
- длительный срок возврата инвестиций увеличивает риск, связанный с неопределенностью цен на рынке электроэнергии;
- переменчивая геополитическая обстановка в мире, повышает политические и социальные риски;
- в настоящий момент существуют достаточно сложные процедуры получения лицензий на строительство и эксплуатацию объектов энергетики;
- крупные инвестиционные проекты предполагают разработку схем финансирования, управление проектами.

Ключевыми факторами реализации проекта по сооружению объектов энергетики остаются поиск инвестора и разработка стратегии финансирования. Потенциальному инвестору, прежде чем начинать реализацию проекта, важно оценить основные финансовые риски, которые могут оказать серьезное влияние на успех и жизнеспособность проекта [1].

В Республике Беларусь развитие электроэнергетической отрасли, ее высокая капиталоемкость, необходимость постоянного обновления мощностей по производству, передаче и распределению электрической и тепловой энергии требуют увеличения инвестиций в основной капитал за счет всех источников, в том числе с привлечением средств иностранных инвесторов.

Ежегодно для республиканских унитарных предприятий областей Беларуси на общую сумму финансирования формируются инвестиционные программы. Они утверждаются ГПО «Белэнерго» и согласуются Министерством энергетики. Общая сумма инвестиционных программ складывается из сумм из четырех источников финансирования: собственных средств (примерно 45%), республиканского бюджета (порядка 15%), кредитных ресурсов банков (около 35%) и инвестиционного фонда Министерства энергетики (примерно 5%).

Собственные средства составляют амортизация по основному виду деятельности, амортизация по прочим видам деятельности и прибыль. Республиканский бюджет направлен на инженерно-транспортную инфраструктуру к жилью, на госпрограмму «Комфортное жилье и благоприятная среда на 2016-2020 годы», на иные объекты, предусмотренные законодательством, а также на госпрограмму «Энергосбережение». Кредитные

ресурсы банков распределены по планируемым к реализации инвестиционным проектам.

Также в инвестиционных программах суммы финансирования распределены в соответствии с целью их освоения: на генерацию; на электрические сети; на подстанции; на тепловые сети; на АСУ и сети связи; на прочие объекты энергосистемы включая оборудование, не входящее в сметы строек и проектно-изыскательские работы будущих лет; на мероприятия по режимной интеграции Белорусской АЭС в баланс энергосистемы; на мероприятия, выполняемые по поручению Главы государства и Правительства Республики Беларусь.

Организациями ГПО «Белэнерго» за январь-декабрь 2018 года освоено инвестиций в основной капитал в объеме 1 036 026 тыс. рублей, в том числе за счет следующих источников финансирования (таблица 1) [2]:

Таблица 1

Освоение инвестиций в основной капитал, тыс. рублей

Источники	Инвестиции
бюджетные средства из них:	379 673
- за счет средств внешних государственных займов, обслуживание и погашение которых осуществляется с привлечением средств республиканского бюджета и отражаемых по методологии Белстата, как средства республиканского бюджета	253 801
кредиты банков из них:	105 685
- кредиты иностранных банков	11 105
собственные средства	520 784
прочие источники	29 884

Для нашей страны всегда в значительной степени был и остается актуальным вопрос энергетической безопасности. Решение данной проблемы правительство видит в диверсификации топливно-энергетических ресурсов за счет вовлечения в энергобаланс ядерного топлива и возобновляемых источников энергии.

Для активного развития альтернативных источников энергии, необходимы значительные инвестиционные затраты. Государственная поддержка в виде собственных средств и кредитных ресурсов в энергетике на данный момент в основном направлена на строительство Белорусской АЭС, на реконструкцию и модернизацию действующих энергоустановок. Поэтому создание объектов возобновляемой энергетики представляется возможным только с участием частного капитала. Но энергетическая отрасль особенно важна и регулируется государством, которое не может полностью отдать бизнесу под контроль и управление объекты энергосистемы. Поэтому помимо традиционных методов финансирования инвестиционных проектов в отечественной энергетике возможен способ финансирования за счет привлечения прямых иностранных

инвестиций. Наиболее рациональную форму которых государство видит в механизме государственно-частного партнерства, примеров использования которого в энергетике нашей страны пока нет.

Государственно-частное партнерство (ГЧП) – это такая форма долгосрочного сотрудничества государства и бизнеса, которая позволяет реализовывать важные социальные проекты с помощью инноваций и ресурсов частного партнера.

В связи с ограниченностью государственного бюджета, Министерство энергетики предлагает частному партнеру взять на себя финансирование планируемых к реализации объектов возобновляемой энергетики в рамках механизма ГЧП.

В рамках инвестирования с помощью прямых иностранных инвестиций предусмотрена реализация инвестиционного проекта в гидроэнергетике страны: «Строительство Бешенковичской ГЭС 33 МВт» с ориентировочным объемом инвестиций в размере 186 млн долл. США. Данный инвестиционный проект планируется реализовать в рамках государственно-частного партнерства по схеме «ВОТ» (Build-Operate-Transfer (Строительство-эксплуатация-передача)). Такая схема инвестирования предполагает, что частный партнер после строительства объекта получает правомочие на управление и обслуживание объекта в течение срока действия соглашения, после чего он передается государственному партнеру.

#### Литература

1. Особенности финансирования инвестиционных проектов в энергетике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://megaobuchalka.ru>. – Дата доступа: 07.04.2019.
2. Основные итоги ГПО «Белэнерго» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.energo.by/content/deyatelnost-obedineniya/investitsionnaya-deyatelnost/osnovnye-itogi/>. – Дата доступа: 11.04.2019.

УДК 621.3

## ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ

Петрушина В.П.

Научный руководитель – старший преподаватель Кравчук Е.А.

Экономическая эффективность инвестиционной деятельности по строительству, восстановлению и модернизации ГЭС оценивается на основе достижения результатов финансово-хозяйственной деятельности организации, инвестиционных проектов и мероприятий. Ключевой показатель эффективности - количественный или качественный показатель, используемый для формализации целей и измерения степени их исполнения.

**Проблема эффективности управления капиталовложениями гидроэнергетических компаний.** Категория эффективности, широко используемая в различных областях экономики и техники, связана с понятием экономической эффективности инвестиционной деятельности предприятий или, обобщённо, с проблемой эффективности общественного труда, который оптимален в распределении имеющихся (ограниченных) ресурсов.

В экономической теории и практике инвестиционного анализа гидроэнергетики принято рассматривать проблему измерения и управления эффективностью по трем направлениям: экономическая эффективность производственной деятельности предприятия ТЭКа (топливного энергетического комплекса), экономическая эффективность новой техники, экономическая эффективность капиталовложений на расширение и техническое перевооружение мощностей ГЭС. Все указанные направления экономического анализа тесно взаимосвязаны между собой с точки зрения критерия эффективности и с точки зрения методологии анализа.

Проблема управления капиталовложениями гидроэнергетических компаний включает следующие направления:

- определение содержания критерия эффективности ГЭС и МГЭС на микро и макроуровнях (на уровне ГЭС, территории, республики);
- выбор и обоснование методов, показателей оценки эффективности ИП ГЭС, соответствующих и критерию, и уровню управления социально-экономической системы;
- разработка системной методики оценки и анализа ИП МГЭС;
- определение факторов, влияющих на принятие решения и эффективность капиталовложений ГЭС;
- классификации рисков строительства и эксплуатации МГЭС и обоснование методов их оценки;

### **Основные положения экономической теории**

Согласно экономической теории, относительный экономический эффект показывает результативность проекта, сделки, деятельности как соотношение между достигнутым результатом (эффектом) и соответствующими затратами (ресурсами), направленными на его достижение с учетом влияния внешней

среды и риска. Конечная цель управления – это максимизация соотношения результата к затраченным ресурсам, а согласно принципам маржинализма – максимизация результатам, приходящегося на единицу затрат.

Отличительными особенностями экономики МГЭС являются унификация оборудования, применение типовых зданий МГЭС, автоматизация процесса эксплуатации, а самое главное – способность сократить время строительства и ввод в эксплуатацию, и децентрализация поставок электроэнергии. Они лишены недостатков больших ГЭС – значительность срока строительства и дороговизны строительства гидроузлов и трансмиссии ЛЭП, ущерб экологии, проблемы сохранения окружающей среды и природы.

При оценке эффективности строительства и эксплуатации малых ГЭС необходимо сопоставлять вырабатываемые киловатт-часы с затратами, включающие экологический ущерб (гектары затопленной площади, социальный ущерб – численность переселенного населения). В качестве индикаторов оценки ущерба от создания ГЭС следует рассмотреть: последствия изменения климата, влияния на животный мир и растительность, уменьшения или ухудшения качества воды, изменение русловых процессов, воздействия на прилегающие земли.

Стоит отметить, что при оценке стоимости земельного участка при строительстве МГЭС необходимо учитывать не только их рыночную стоимость, но и их культурно-историческую ценность для населения и страны в целом. Для оценки социальных и экологических потерь с экономической точки зрения предлагается использование методик, основными принципами, которых является: оценка в денежном выражении всего ущерба, нанесенного почве, флоре, фауне и др.; учет ущерба, нанесенного хозяйствующим субъектам, чья деятельность понесет потери в период и после строительства ГЭС. Для оценки социальных и экологических последствий следует применять критерии, характеризующие угрозу жизни людей, вреда природе и фауне.

#### Литература

1. Радкевич, А. А. Технико-экономическое обоснование для строительства малых ГЭС / А. А. Радкевич ; науч. рук. Ю. С. Петруша // Актуальные проблемы энергетики: материалы 74-й научно-технической конференции студентов и аспирантов / Белорусский национальный технический университет, Энергетический факультет; ред. Т. Е. Жуковская. – Минск: БНТУ, 2018. – С. 512-516.
2. Шакаров, А. В. Перспектива развития гидроэнергетики в условиях республики Беларусь / А. В. Шакаров ; науч. рук. Е. Г. Пономаренко // Актуальные проблемы энергетики: материалы 74-й научно-технической конференции студентов и аспирантов / Белорусский национальный технический университет, Энергетический факультет; ред. Т. Е. Жуковская. – Минск : БНТУ, 2018. – С. 791-793.
3. Яковлева Е.А., Бучаев Я. Г., Гаджиев М. М., Козловская Э. А. Финансовый менеджмент. 1-е издание (учебник: гриф УМО 080200 Менеджмент (профиль «Инновационный менеджмент»)) М.: Экономика, 2013. 372 с.: ил. – (Высшее образование).



УДК 502:624

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Полюхович А.Д., Озерец Ю.В.

Научный руководитель – преподаватель Корсак Е.П.

Энергетика является одним из основных видов экономической деятельности страны, в связи с этим возникает необходимость постоянного усовершенствования существующих методов получения электроэнергии, в том числе модернизации электростанций.

Одним из самых распространенных видов станций являются тепловые электростанции (ТЭС), вырабатывающие электроэнергию посредством использования энергетического топлива: природного газа, мазута, угля и торфа. Однако, использование такого рода электростанций сопровождается выбросами в атмосферу.

На сегодняшний день снижение выбросов парниковых газов, замедление спирали разогрева планеты из-за парникового эффекта являются одними из наиболее сложных задач. За последние 200 лет углекислый газ накапливается в атмосфере со скоростью примерно 4 гигатонны в год. Такими темпами начнет увеличиваться выделение газа из почвы в связи с ростом температуры, что приведет к еще большему разогреву планеты. Сейчас растения Земли не в силах переработать, а мировой океан – растворить то количество углекислого газа, которое выбрасывают земные ТЭС и транспорт на двигателях внутреннего сгорания (ДВС).

Ежегодно растения и деревья перерабатывают от 20 до 80% выбросов углекислого газа. Одним из способов решения данной проблемы является ввод в строй модулей прямого улавливания диоксида углерода из воздуха. Они связывают атмосферный углекислый газ и откладывают его в базальтовую породу, то есть загоняют под землю, откуда он и появился. Принцип работы модулей прямого улавливания диоксида углерода из воздуха представлен на рисунке 1.

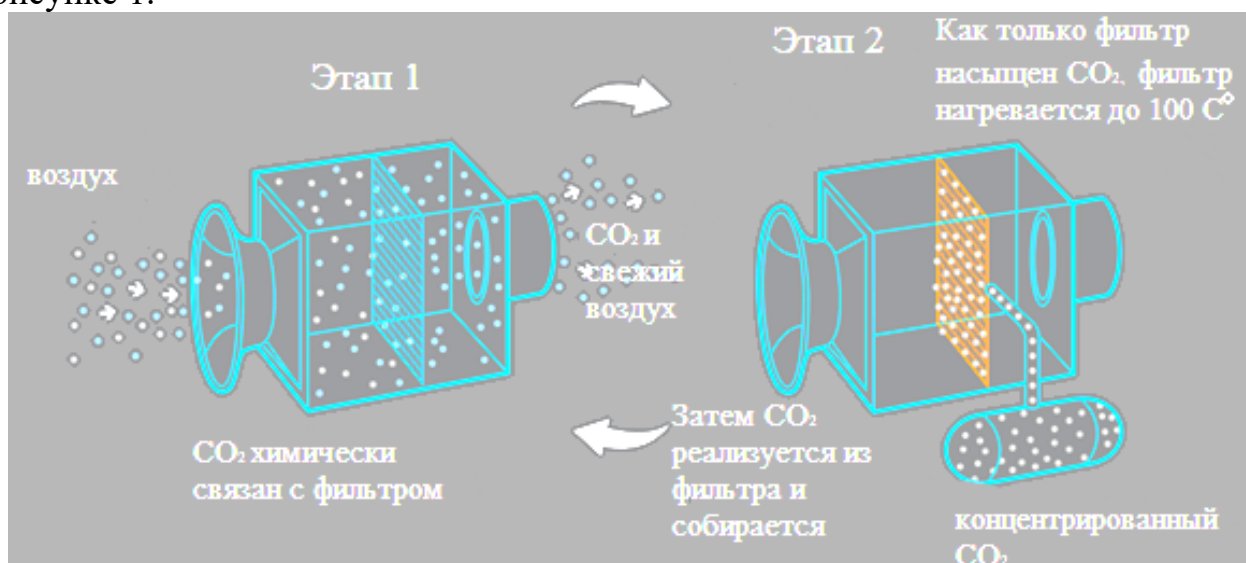


Рис.1. Принцип работы модулей прямого улавливания диоксида углерода из воздуха

В мае 2017 года компания Climeworks — производитель модулей прямого улавливания диоксида углерода из воздуха (DAC, Direct Air Capture) — объявила о коммерческом запуске первого в мире завода по добыче CO<sub>2</sub> из атмосферы. Это предприятие, расположенное в Швейцарии, добывает CO<sub>2</sub> с себестоимостью не более \$600 за тонну и продаёт удобрения на близлежащие фермы, а также компоненты для изготовления топлива. Ежегодно такой завод будет извлекать из атмосферы 900 тонн диоксида углерода, а себестоимость планируют снизить до \$100 за тонну. Такая же цель у конкурентов из компании Carbon Engineering, а вот другой конкурент Global Thermostat нацеливается на себестоимость \$50 за тонну. Все эти стартапы производят установки DAC для коммерческой добычи углекислого газа из атмосферы. Таким образом, добыча по 10 гигатонн CO<sub>2</sub>, чтобы очистить атмосферу, обойдётся в \$500 млрд ежегодно.

11 октября 2017 г. в Исландии была запущена первая в мире ТЭС с отрицательным выбросом CO<sub>2</sub>. Данный проект, разработанный компанией Climeworks, позволит ежегодно удалять из воздуха около 50 тонн CO<sub>2</sub>, который подлежит дальнейшей утилизации, становясь частью известняковых пород глубоко под землей.

В данном случае система работает следующим образом. Воздух проходит через фильтр, пропитанный аминами — органическими соединениями, производными аммиака. Они связывают углекислый газ из атмосферы. Потом CO<sub>2</sub> извлекают из фильтра нагревом от геотермального источника тепла и растворяют в воде (27 кг воды на каждый килограмм газа). Газированную воду закачивают под землю на глубину более 700 метров. Там она реагирует с базальтовой породой, а CO<sub>2</sub> преобразуется в твёрдый минерал. Так происходит минерализация углекислого газа. На рисунке 2 представлен процесс извлечения углекислого газа из воздуха и его дальнейшей минерализации под землей.

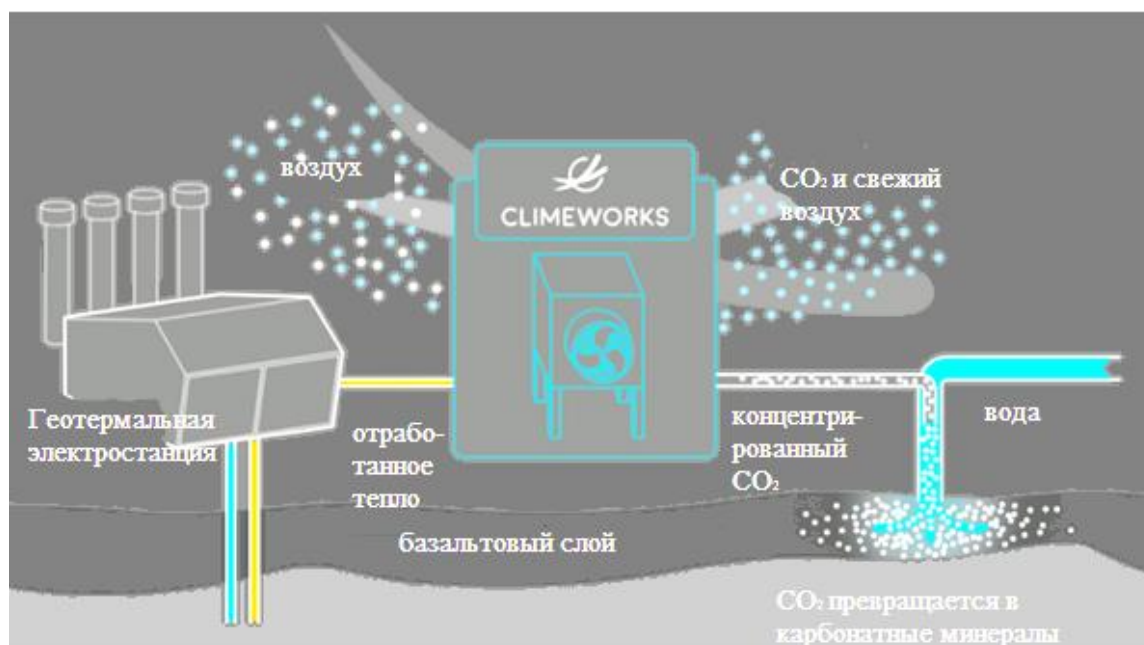


Рис.2. Процесс извлечения углекислого газа из воздуха и его дальнейшей минерализации под землей

Несмотря на то, что проект находится на экспериментальной стадии, ученые считают, что введение подобного рода станции помогут значительно уменьшить количество выбросов в атмосферу, тем самым улучшив экологическое состояние окружающей среды.

#### Литература

1. Первая в мире ТЭС с отрицательным выбросом CO<sub>2</sub> [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/407433/>. - Дата доступа: 24.03.2019
2. Принцип работы модулей прямого улавливания диоксида углерода из воздуха [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.climeworks.com/our-technology/>. - Дата доступа: 24.03.2019

УДК 338

## ОСНОВЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА И АУДИТА

Примшиц А.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Самосюк Н.А.

В повышении эффективности энергосбережения большое значение имеет не только внедрение нового оборудования, совершенствование существующего оборудования, широкое использование всех местных и вторичных ресурсов, но и правильно организованное управление энергопотреблением, то есть энергетический менеджмент и энергетический аудит.

Энергетический менеджмент представляет собой совокупность научных знаний, политических приоритетов, практической стратегии, механизмов планирования всех видов деятельности людей, направленных на повышение экологической безопасности и эффективности использования энергоресурсов с целью снижения затрат. Он получил свое развитие у нас лишь в начале 70-х годов прошлого века, гораздо позже, чем в других странах. В нашей стране энергетический менеджмент начал внедряться в практику хозяйствования после провозглашения республики самостоятельным государством. Цели энергетического менеджмента должны быть достижимыми, реальными и соответствующими условиям эколого-экономической безопасности. [1]

Различают следующие цели энергетического менеджмента: межгосударственный энергетический менеджмент призван сохранить и рационально использовать мировые запасы энергетических ресурсов, находить новые источники и формы энергии, сохранять окружающую среду; внутригосударственный энергетический менеджмент должен обеспечить энергетическую независимость и безопасность, для стран СНГ – гарантировать переход от энергетически затратной к энергетически эффективной экономике; энергетический менеджмент предприятия предназначен для снижения энергетической составляющей в общей структуре затрат предприятия и обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции на внутреннем и внешнем рынках. [4]

Основными задачами системы энергетического менеджмента на предприятии являются:

- 1) появление нового пласта управления компанией – управления потреблением энергии,
- 2) вовлечение в этот процесс управленцев (руководителей подразделений), традиционно не задействованных в решении энергетических задач предприятия,
- 3) создание путем регламентов и документированных процедур такой системы управления энергией и энергетическими затратами на предприятии, которая обеспечит устойчивость и корректность принятия решений в меняющихся условиях.

Независимо от выбранного направления, для любого промышленного предприятия целесообразной представляется разработка комплексной программы энергосбережения ТЭР. Созданию такой программы способствуют

проведение энергетического обследования и паспортизация на его основе энергетического хозяйства предприятия. [5]

Энергетический аудит – это обследование предприятия с целью сбора информации об источниках энергии и ее удельном потреблении на единицу выпускаемой продукции. Энергетический аудит является основным инструментом энергетического менеджмента.

Основными задачами энергетического аудита и паспортизации являются:

1. Определение нерациональных режимов работы оборудования, определяется в результате проведение энергетического аудита и системного анализа его результатов.

2. Выявление потенциала сбережения энергии, для каждого энергоносителя определяется отдельно.

3. Разработка программы энергосбережения, с рассмотрением необходимых инвестиций и динамики развития предприятия.

4. Создание (энергетического паспорта) с полным отчетом об энергохозяйстве предприятия.

Этапы проведения энергетического аудита:

1. предварительный этап, на котором происходит ознакомление с предприятием, его технологическими процессами и оборудованием

2. основной этап, на котором собственно и происходит энергетическое обследование. [3]

Вся информация по энергетическому аудиту фиксируется в специальных таблицах и описаниях к ним, в отчете должны быть пункты по анкетированию персонала и руководства, схемы энергоснабжения, отчеты по расходу энергоресурсов, счета от поставщиков энергии, графики нагрузки по времени, техническая документация на оборудование, потребляющее энергию, отчет по энергосберегающим мероприятиям, планы по энергосбережению. Далее эта информация разделяется на группы, в зависимости от структуры и специфики предприятия. Основная проблема в проведении энергетического обследования состоит в том, что зачастую на предприятиях отсутствуют необходимые приборы учета и контроля расхода энергетического потребления, поэтому группа аудиторов должна иметь необходимое портативное оборудование.

Чаще всего энергетический аудит отдают на аутсорсинг, то есть привлекают специалистов «со стороны», но наилучшие результаты достигаются с привлечением и мотивацией сотрудников предприятия, на котором проводится энергетическое обследование. В зависимости от потребляемых энергоресурсов в группу энергетического аудита могут входить специалисты по тепло-, водо- и газоснабжению, компрессорному и холодильному оборудованию, метрологии.

В данный момент энергетический паспорт предприятия не имеет строгой регламентированной формы и должен отражать порядок проведения энергетического аудита. В заключении группа специалистов, которые производили энергетический аудит, должна сделать рекомендации по энергосбережению и их технико-экономическое обоснование, что является задачей сложной и, в некоторой степени, творческой. Так как необходимо

учитывать специфику предприятия и не всегда типовые решения подходят для всех. Сейчас большинство предприятий не имеют достаточных средств для проведения энергетического аудита, здесь задача аудитора состоит в том, чтобы помочь руководителю предприятия правильно расставить приоритеты, так как зачастую руководитель может не знать точную структуру потребления энергии и величину потерь энергии. Но на энергетическом аудите энергосберегающие мероприятия не заканчиваются, в последствии необходимо внедрение предложенных мероприятий и контроль над ресурсами. [2]

#### Литература

1. Охрана труда и основы энергетического сбережения. Учебное пособие для ВУЗов - Э.М. Кравченя, Р.Н. Козел, И.П. Свирид.
2. Андрижиевский А.А. Энергосбережение и энергетический менеджмент: Учебное пособие./ А.А. Андрижиевский, В.И. Волоин Мн.: Выш.шк., 2005.
3. Самосюк, Н. А. Внедрение энергетического менеджмента на промышленных предприятиях Республики Беларусь / Н. А. Самосюк, Е. П. Чиж // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2017. – №1 (21). – С. 49-76.
4. Основы энергосбережения: курс лекций / О.В. Свидерская. 4-е изд., стер. – Мн.: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2006. – 296 с. – (Система открытого образования).
5. Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении» (от 08.01.2015 №239\_3)

УДК 339.9

## РАЗВИТИЕ «ЗЕЛеноЙ ЭКОНОМИКИ» В МИРЕ

Приставко Т.Н., Щелко Д.Ю.

Научный руководитель – преподаватель Корсак Е.П.

Впервые о модернизации экономических моделей в пользу их экологичности заговорили ещё в 70-х годах XX века. После нефтяного кризиса в 1973 году цены на энергоресурсы значительно выросли. Это заставило мир задуматься об энергоэффективности, новых технологиях и возобновляемых источниках энергии.

Нынешнюю модель экономики называют «ресурсоемкой» экономикой. Для выживания и развития человечества требуется переход к «зеленой» экономике. Зеленая экономика – это экономическая система, главной целью которой является развитие производства с одновременным сохранением окружающей среды и экологии планеты. «Зеленая» экономика возвращает отходы обратно в производственный цикл, нанося минимальный вред природе, в то время, как традиционная экономика совмещает технологии и ресурсы, чтобы производить товары конечного пользования и отходы. Иными словами, мы должны жить, производить и использовать без вреда окружающей среде, сохраняя экологию и делая отходы минимальными.

«Зеленая» экономика снижает обеднение окружающей среды, сохраняет и восстанавливает экосистемы. Надо заметить, что в достаточно развитых странах «зеленая экономика» уже не новшество, очень многие страны Европы, например, активно применяют этот термин и саму политику в своей экономической деятельности. Внедряя «зеленую» экономику в качестве так называемой «зеленой» энергетики, рационально начинают использоваться природные ресурсы.

«Зеленую» энергию называют возобновляемой или регенеративной. Считается, что источники у нее являются неисчерпаемыми. То есть происходит получение энергии из постоянно происходящих в природе процессов с последующим применением ее в технической сфере.

По данным Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA), к 2030 г. около 40% генерируемой электроэнергии будет приходиться на экологически чистую энергетику, что почти в два раза больше сегодняшней доли рынка.

Развитие зеленой энергетики в будущем может отнять контроль производства и у традиционных сегментов рынка, где до этого основой энергоресурсов являлась нефть. В частности, в мире растет спрос на электромобили. Лидером на этом рынке является компания Tesla Motors (TSLA, NASDAQ). Секретные разработки электромобиля также ведет Apple. Электромобили-роботы создает компания Google.

Процесс развития зеленой энергетики вполне можно назвать обнадеживающими. Например, в странах Евросоюза в период с 2004 по 2013 годы доля энергии, получаемой из альтернативных источников возросла с 14 до 25%. Важно также отметить, что ведущие мировые корпорации вкладывают в

эту отрасль огромные суммы, активно принимая переход на возобновляемые источники энергии. Так компания Apple является крупнейшим владельцем солнечных электростанций, которые обеспечивают работу абсолютно всех ее дата-центров. Известный производитель мебели IKEA планирует уже к 2020 году полностью отказаться от традиционных источников энергии и перейти к возобновляемым.

Увидев мировой прогресс в области энергетики, Республика Беларусь объявила, что тоже выбирает «зелёную» экономику в качестве модели своего дальнейшего развития. А вот прививать её принципы у нас будут за счёт одноимённой масштабной программы Евросоюза, которая включает ряд компонентов. По данным Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA), к 2030 г. около 40% генерируемой электроэнергии будет приходиться на экологически чистую энергетику, что почти в два раза больше сегодняшней доли рынка.

В нашей стране экологическим вопросам уделяется все более пристальное внимание: реализуются государственные программы, совершенствуется законодательство, разрабатываются основополагающие документы в области охраны окружающей среды и рационального природопользования. Поэтому закономерно, что развитие взаимовыгодного сотрудничества с зарубежными странами и международными организациями в данной области имеет для нас большое значение.

Примерно 8 лет назад был подписан первый закон «О возобновляемых источниках энергии». Сегодня использование ВИЭ в нашей стране регламентируется Указом Президента Республики Беларусь от 18 мая 2015 года № 209, соответствующими законами и нормативными документами. Однако вклад солнечных панелей, ветрогенераторов, биогазовых и других подобных установок в укрепление нашей страны пока не впечатляет. Хотя к примеру минувшим летом в деревне Грабники запустили очередную ветроэлектростанцию мощностью 2,5 МВт. Она стала частью ветропарка Новогрудского района, где сегодня задействованы почти полтора десятка турбин, суммарно вырабатывающих свыше 20 МВт электроэнергии, что составляет примерно 20 % от потребности всего района. Финансы на масштабный проект выделил Евросоюз, а суммарный бюджет составил 4,5 млн долларов.

К 2020 году с учетом экономической и экологической составляющих необходимо обеспечить долю первичной энергии из возобновляемых источников энергии в валовом потреблении топливно-энергетических ресурсов не менее 6 процентов. В рамках реализации Государственной программы «Энергосбережение» на 2016 – 2020 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28 марта 2016 г. № 248 в рамках квот будет построено установок по использованию энергии солнца, биогаза, ветра и водных потоков суммарной мощностью 215 МВт.



#### Литература

1. Зеленая энергия: понятие, виды [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://econrj.ru/stati/zelenaja-jenergija:-ponjatie--vidi--preimushhestva-ispolzovanija.html> – Дата доступа: 25.03.2019.

2. Как стимулируют развитие зеленой энергетики в Беларуси [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://minsknews.by/kak-stimuliruyut-razvitie-zelenoy-energetiki-v-belarusi/>: – Дата доступа: 27.03.2019.

3. Перспективы инвестиций: к 2030 г. доля зеленой энергии в мире составит 40% [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://econrj.ru/stati/zelenaja-jenergija:-ponjatie--vidi--preimushhestva-ispolzovanija.html> – Дата доступа: 25.03.2019.

УДК 620

## ГАЗОТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Сапегина А.И.

Научный руководитель – преподаватель Корсак Е.П.

Газовую отрасль Беларуси можно условно поделить на две части: газотранспортную систему и распределительную газовую систему. Газотранспортная система - сеть магистральных трубопроводов, по которым газ добирается до подземных хранилищ или следует транзитом от границы до границы. Распределительная газовая система – это поставка газа конечным потребителям, это сеть труб внутри городов и посёлков, это подача топлива на тепловые и электрические станции. Газ для потребителей “распределители” получают либо из подземных газовых хранилищ, либо при помощи отводов от магистральных трубопроводов, от “транспортников”.

На территории Беларуси транспортировкой газа занимается организация “Газпром трансгаз Беларусь”. С 2011 года все акции предприятия, которое обеспечивает транспортировку и транзит газа принадлежат российской компании “Газпром”. Магистральный трубопровод “Ямал-Европа” принадлежит напрямую “Газпрому”, который платит пошлину Беларуси за транзит через её территорию. Беларусь является важным узлом для транзита российского газа в Польшу и страны Западной Европы (72%), Украину (17%), Литву (8%) и Калининградскую область РФ (3%).

ОАО “Газпром трансгаз Беларусь” эксплуатирует принадлежащий ПАО “Газпром” белорусский участок магистрального газопровода “Ямал-Европа”.



Рисунок 1 Схема магистральных трубопроводов, подземных хранилищ и компрессорных станций «Газпром трансгаз Беларусь»

Распределительные сети в Беларуси являются собственностью другой организации, которая полностью принадлежит государству. Государственное производственное объединение по топливу и газификации “Белтопгаз” - структура внутри министерства энергетики. “Белтопгаз” покупает газ у “Газпром трансгаз Беларусь” и доставляет его по распределительным сетям конечным пользователям.

Взаимодействие между предприятиями ОАО “Газпром трансгаз Беларусь” и ГПО “Белтопгаз” активно ведётся.

Ниже находится таблица, в которой приведены сферы деятельности данных предприятий.

Таблица 1.

Сферы деятельности предприятий газовой отрасли Беларуси

Система, входящая в газовую отрасль Беларуси	Газотранспортная система	Распределительная газовая система
Предприятие	“Газпром трансгаз Беларусь”	“Белтопгаз”
Сфера деятельности	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Транспорт газа по территории РБ;</li> <li>• Обеспечение газом потребителей РБ;</li> <li>• Реализация метана через собственную сеть автомобильных газонаполнительных компрессорных станций;</li> <li>• Промышленная безопасность;</li> <li>• Мониторинг окружающей среды.</li> </ul>	Обеспечение потребителей природным и сжиженным газом в востребованных объёмах; Эксплуатация распределительной газовой сети и объектов газоснабжения республики; Добыча торфа и производство топливных брикетов. доставка железнодорожным транспортом сжиженного газа;
Состав системы	Включает в себя более 8 тысяч километров газопроводов, 13 компрессорных станций, 3 подземных хранилища газа, 226 газораспределительных станций, 27 автомобильных газонаполнительных компрессорных станций, 7 газоизмерительных станций.	Координирует деятельность 46 организаций различной формы собственности.
Численность персонала	6,6 тысяч человек	27 тысяч человек

Сегодня Беларусь выступает за ускоренное формирование общих энергетических рынков в Евразийском экономическом союзе. Концепция единых рынков означает доступ их участников к закупкам газа и

электроэнергии. Покупка и продажа углеводородов и электроэнергии будет осуществляться на конкурсной основе внутри ЕАЭС (содружества России, Беларуси, Казахстана, Кыргызстана и Армении). Покупка газа предусматривается в национальных валютах.

Общий рынок газа формируется для повышения энергетической безопасности государств-членов, повышения надёжности, доступности и качества газоснабжения потребителей газа на территориях государств-членов, повышения экономической эффективности использования газотранспортной системы.

Формирование общего энергетического рынка планируется к 2025 году. Переговорный процесс с российской стороной продолжается.

#### Литература

1. Официальный сайт Белтопгаз [Электронный ресурс] Минск 2019 – Режим доступа <http://www.topgas.by> – 28.11.2017г.
2. Газпром трансгаз Беларусь [Электронный источник] Минск 2019 – Режим доступа <http://www.btg.by> > - Дата доступа 10.12.2017г.
3. Беларусь считает недопустимым затягивать создание общих рынков газа и нефти в ЕАЭС [Электронный ресурс]- Минск. 2017- Режим доступа: - <http://www.belarus-ecopomy.by>.- Дата доступа – 25.10.2017г.
4. Юдина Р.И., Бойков В.И., Чеков В.И. Магистраль / Юдина, В.И.Бойков, В.И.Чеков – ЧИУП “Белстан” 2010- 11с, 21с, 33с, 39с.

УДК 620

## ПАССИВНЫЙ ДОМ

Сухопар В.В., Шидловская О.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Самосюк Н.А.

Пассивные дома - это достаточно новый стандарт для жилых строений. Благодаря утеплению и герметизации оболочки здания, затраты на отопление в нем ничтожно малы и нет нужды в привычных системах отопления.

Главное в строительстве такого дома – это соединение трех важнейших составляющих современного строительства: экономики, экологии и комфорта. При незначительном увеличении вложенных средств можно уменьшить расходы на обогрев домов на 50%, существенно сократить выбросы парниковых газов и повысить комфорт эксплуатации дома.

В обычном доме потребность в тепловой энергии, необходимой для обогрева должна составлять приблизительно 120 кВт·ч/(м<sup>2</sup>·год). Главная причина такого потребления энергии – неблагоприятный показатель компактности дома A/V (соотношение площади наружных стен к кубатуре дома, которое в энергосберегающих домах должно быть минимальным) и значительные теплопотери на вентиляцию. Между тем, энергосберегающими домами считаются объекты, сезонная потребность которых в тепловой энергии для обогрева не превышает 70 кВт·ч/(м<sup>2</sup>·год). Чтобы добиться такого показателя энергопотребления, нужно применить комплексные строительные и инженерные решения.

В основе концепции пассивного дома очень простой эффект - автономное пространство, откуда не выходит тепло, можно отопить всего одной свечой. По аналогии: для дома-термоса, не имеющего тепловых потерь, даже в морозы будет достаточно тепла человека (в сутки человеческое тело выделяет 100 кВт тепловой энергии), солнечной энергии и энергии, выделяемой электроприборами.

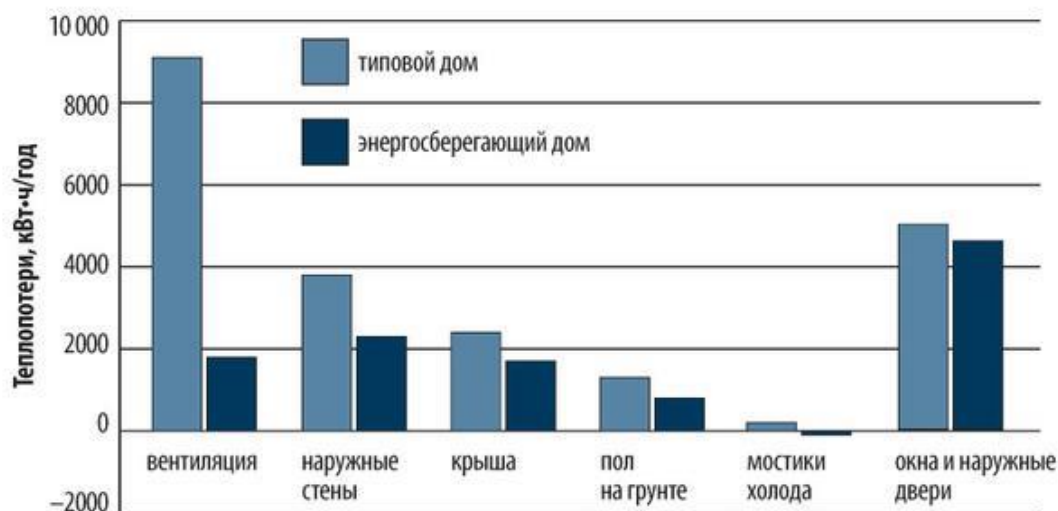


Рисунок 1. Сравнение теплопотери в типовом доме и энергосберегающем

Основные принципы пассивного дома:

Принцип первый - хорошая теплоизоляция всех частей здания. Для утепления стен, кровли и фундамента в климате центральной части Германии достаточно высокоэффективных утеплителей толщиной 30-40 сантиметров, что по тепловым свойствам эквивалентно кирпичной кладке толщиной шесть-восемь метров.

Второй принцип - использование трех камерных стеклопакетов с низким показателем теплопередачи.

Третий принцип - особое внимание уделяется тонкой работе с так называемыми мостиками холода (стыки элементов, металлические части, углы здания), через которые тепло активно уходит. Например, металлические детали заменяются пластиковыми.

Четвертый принцип - проводится герметизация здания, и оно действительно становится термосом, не выпускающим воздух.

Правда, тут возникает проблема: люди дышат, а значит, необходима постоянная подача свежего воздуха. В обычных домах вентиляция помещений происходит естественно - через форточки и щели в окнах-дверях. Понятно, что для герметичного пассивного дома такой подход неприемлем, так как зимой здание будет терять тепло. Выход был найден в системе искусственной вентиляции с рекуператорами-теплообменниками. Это и есть пятый принцип возведения пассивного дома.

Свежий воздух подается в постройку по трубе, проходит через теплообменник, где забирает часть тепла у выходящего воздуха, имеющего комнатную температуру. В пассивных домах уровень рекуперации достигает 75%, а значит, выходящий воздух передает значительную часть энергии входящему. Зимой входящий воздух, если это необходимо, дополнительно подогревается. То есть система отопления в зданиях все-таки есть, но она воздушная и потребляющая мало энергии.

Первым шагом к снижению расходов на отопление дома является определение того, где, как и почему тепло уходит из дома. Уже на этом этапе становится понятно, что для новых домов наиболее оптимальным источником экономии энергии, затрачиваемой на эксплуатацию дома, может быть модернизация системы вентиляции, а для ранее построенных, – утепление внешних ограждающих конструкций. Даже если термореконструкция дома происходит на этапе строительства, она позволяет снизить расходы на отопление на 40%.

ГДЕ ПРОИСХОДЯТ ПОТЕРИ ТЕПЛА В ДОМАХ, %	
Вентиляция	24-30
Окна	14-25
Наружные стены	15-24
Крыша и перекрытие, отделяющее отапливаемую часть дома от неотапливаемой	10-20
Пол на грунте (или перекрытие над неотапливаемым подвалом)	5-17
Внутренние стены	5-9
Наружные входные двери	2-7
Мостики холода	2-5

Надо принять во внимание новшества, способствующие уменьшению утечек тепла через:

- вентиляцию – в домах, возведенных в строгом соответствии с нормами, при естественной вентиляции может уходить 30–40% тепла. Применение принудительной вентиляции с рекуперацией тепла, подача приточного воздуха через грунтовый теплообменник и обеспечение герметичности здания позволяют снизить теплопотери почти на 80%;
- окна и наружные двери – обычно утечка тепла через них составляет 20–25%. Ограничение таких потерь экономически невыгодно, учитывая высокую цену энергосберегающих окон
- наружные стены – обычно через них теряется 15–20% тепла. За счет увеличения толщины наружной теплоизоляции можно сократить теплопотери почти на 40%;
- крышу – теплопотери через нее составляют до 10–15%. Благодаря увеличению толщины теплоизоляционного слоя утечки тепла уменьшается на 35%;
- пол на грунте – потери тепла через эту конструкцию составляют 5–10%. Увеличение толщины слоя теплоизоляции позволяет уменьшить их почти на 35%;
- мостики холода – они являются причиной почти 5% всех теплопотерь. За счет применения конструктивных решений, в которых отсутствуют мостики холода, потери тепла уменьшаются более чем на 50%.

Система вентиляции:

Без применения принудительной приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла нельзя достичь стандарта энергосберегающего дома. Она позволяет значительно ограничить теплопотери на вентиляцию, и в отличие от естественной вентиляции, не зависит от существующих атмосферных условий. Система обеспечивает постоянный приток в дом свежего воздуха и удаление отработанного. Это имеет решающее влияние на комфорт проживания в доме, поскольку постоянный воздухообмен защищает от чрезмерного увеличения концентрации таких загрязнений как углекислый газ, водяной пар, пыль или микробиологические загрязнения, например, споры плесневых грибов.

Блок принудительной приточно-вытяжной вентиляции (ППВВ) с рекуперацией тепла – это главный элемент вентиляционной системы энергосберегающего дома. Имеющиеся на рынке рекуператоры позволяют получить из удаляемого воздуха от 65 до 95% тепла. Одновременно они разделяют потоки удаляемого и поступающего воздуха, потребляют мало электрической энергии и тихо работают. Блоки ППВВ, применяемые в энергосберегающих домах, должны иметь КПД рекуперации более 70%. Такие технические параметры как создаваемое давление на выходе, а также производительность, можно определить, выполняя соответствующие расчеты. Требуемый воздухообмен определяется на основании СНиП 2.04.05–91 «Отопление, вентиляция, кондиционирование». Потерю давления вычисляют на основании проекта вентиляционной системы с учетом потерь в грунтовом теплообменнике. Учитывая возможное отсутствие герметичности системы

и неточности при оценке потерь давления, рекомендовано увеличить значение производительности и создаваемого давления на 5–10%.

Ограничение утечки тепла через наружные стены заключается в увеличении толщины слоя теплоизоляции и применении материала с высокими теплоизоляционными характеристиками. Теплоизоляция, помимо уменьшения теплопотерь, приведет также к повышению температуры на внутренней поверхности наружных стен, что благоприятно скажется на комфорте проживания в доме, а также устранил возможность конденсации водяного пара и появления плесени.

Теплоизоляция наружных стен:

Для утепления наружных стен используют вспененную разновидность пенополистирола, известную нам, как пенопласт. Этот материал успешно применяют и для мокрого, и для вентилируемого фасада. Используя пенопласт для наружного утепления стен, необходимо принимать во внимание особенности данного материала, а именно: хорошую теплоизоляцию, гидроизоляцию, легкость и неустойчивость к механическим повреждениям. Именно поэтому пенопласт требует обязательного защитного слоя. Крепить пенопластовый утеплитель необходимо на сухую или высушенную стену. Если такой возможности нет, то тогда лучше отказаться от технологии мокрого фасада и предпочесть вентилируемый. Иначе влага, не найдя себе выхода наружу, окажется внутри помещения. Крепление пенопласта осуществляется на специализированные смеси. Дополнительно утеплитель крепится механически, с использованием специальных анкеров с грибовидными шляпками. Если запланировано положить несколько слоев пенопласта, то приклеивание второго слоя необходимо осуществить только после полного высыхания первого.

Теплоизоляция крыши:

В энергосберегающих домах толщина теплоизоляции крыши составляет 30 см. При ее выборе руководствуются такими же критериями, как при выборе толщины слоя теплоизоляции наружных стен. В соответствии с ними толщина теплоизоляции крыш, перекрытий и совмещенных крыш должна превышать толщину теплоизоляции, которая применяется в наружных стенах. Это различие связано с меньшими затратами для выполнения теплоизоляции крыши, а также увеличенной утечки тепла через ограждающие конструкции такого типа. Теплоизоляцию крыши следует укладывать в два слоя. Первый слой размещают между стропилами, а второй – под ними. Такое решение уменьшает риск возникновения мостиков холода, благодаря чему улучшаются теплоизоляционные свойства крыши. Вторым слоем теплоизоляции должен иметь толщину около 10 см и укладываться без разрывов. Его следует укладывать с разбежкой стыков плит, уложенных в первом слое теплоизоляции. Применение дополнительного слоя утепления, выполненного из материалов с теплопроводностью  $\lambda = 0,036 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ , позволит получить сопротивление теплопередаче крыши  $R = 7,1 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$ . В результате потери тепла через нее сократятся на 35%.

Теплоизоляция пола на грунте:



Ограждающая конструкция, в которой больше всего увеличена толщина теплоизоляционного слоя, – это пол, устроенный на грунте. В нем толщина теплоизоляции увеличена с 8 см (в стандартных домах) до 20 см (в энергосберегающих). При этом используется теплоизоляционный материал, имеющий теплопроводность  $\lambda = 0,038$  Вт/(м•К). Это позволяет получить сопротивление теплопередаче этой конструкции  $R = 6,67$  (м<sup>2</sup>•К)/Вт и уменьшить утечку тепла в грунт приблизительно на 45%. Принятая толщина теплоизоляции находится на пределе окупаемости, но она имеет свое практическое обоснование. В большинстве строящихся сегодня домов система, обеспечивающая отопление и горячее водоснабжение для бытовых нужд, уложена в слое теплоизоляции пола первого этажа. Из-за небольшой толщины этого слоя трубы, вместо того чтобы размещаться в слое теплоизоляции, укладываются непосредственно на бетонное основание. Если они к тому же сами не имеют теплоизоляции, то происходят значительные потери тепла. В системе горячего водоснабжения для бытовых нужд они могут доходить даже до 50%. Применение 20-сантиметрового слоя теплоизоляции при устройстве пола на грунте не только уменьшает утечку тепла в грунт, но и ограничивает теплопотери, которые могут иметь место в системе ЦО и ГВС.

Система отопления:

В энергосберегающих домах расчетная потребность в мощности для обогрева уменьшилась почти на 50% по сравнению с потребностью типовых домов, являющихся их прототипами. Теперь для обогрева дома, имеющего полезную площадь 140 м<sup>2</sup>, достаточно установить котел мощностью около 6 кВт. Но эта мощность может быть недостаточной для приготовления горячей воды. Поэтому при выборе котла нужно учитывать большую из требуемых мощностей. В энергосберегающих домах устанавливаются конденсационные или конвекционные котлы с закрытой камерой сгорания. Подача воздуха с улицы осуществляется непосредственно в топку. Для конденсационных котлов нужно дополнительно выполнить монтаж низкотемпературной системы отопления.

Меньшая требуемая мощность для обогрева дома привела к необходимости корректировки проекта системы отопления. Теперь для подачи необходимого количества тепла потребуются меньшая площадь радиаторов, следовательно, их количество уменьшится.

Чтобы гарантировать бесперебойную и эффективную работу системы, нужно максимально ограничить количество тепла, подаваемого в помещения, которое не регулируется автоматически. Этого можно добиться, изолируя систему, которая распределяет тепло, в соответствии с рекомендациями, указанными в нормах.

Трубы системы центрального отопления и горячего водоснабжения должны быть тщательно теплоизолированы, при этом толщина применяемой теплоизоляции может превышать рекомендованную нормами.

Система горячего водоснабжения для бытового использования:

Следует стремиться к максимальному ограничению теплопотерь в системе ГВС, уменьшению потребления горячей воды и, насколько это рентабельно –

экономичному использованию возобновляемых источников энергии для ее подготовки. Система ГВС должна быть тщательно теплоизолирована, при этом толщина применяемой теплоизоляции может превышать рекомендованную нормами. Диаметр разводящих труб и труб для циркуляции теплоносителя должен быть как можно меньше. Ограничить теплопотери можно также за счет применения автоматического регулирования температуры воды и работы циркуляционных насосов. Потребление бытовой горячей воды может быть уменьшено за счет установки специальных смесителей, позволяющих ее эффективно использовать, например, новых конструкций вентильных головок, аэраторов вместо обычных душевых ситечек либо устройств, перекрывающих воду в незакрученных кранах.

Использование возобновляемых источников энергии:

Источником экономии может быть также использование энергии из возобновляемых источников:

сжигание биомассы – то есть древесины и ее отходов, а также соломы. Для этой цели используются специальные котлы либо камины (как в энергосберегающем доме). Расходы на обогрев за счет применения этого вида топлива ниже, чем при применении традиционных видов. При этом уменьшаются выбросы парниковых газов;

солнечное излучение – энергия, получаемая с помощью солнечных коллекторов, установленных на крыше или стене здания. Это тепло может быть использовано для нагрева горячей воды для бытовых нужд и отопления. В наших условиях, учитывая ограниченные возможности использования солнечной энергии в зимние месяцы, применяют системы, использующие тепло солнечных батарей, и одновременно другие источники тепла. Поэтому до покупки коллекторов нужно сделать экономический расчет, учитывающий индивидуальную потребность в горячей воде.

Экономический эффект от применения интеллектуальных систем управления использования энергии в односемейном доме проще всего оценить, сравнив реальные объемы потребления электроэнергии и газа. На диаграмме приведены объемы природного газа и электроэнергии, использованных жильцами дома в течение 30 месяцев.

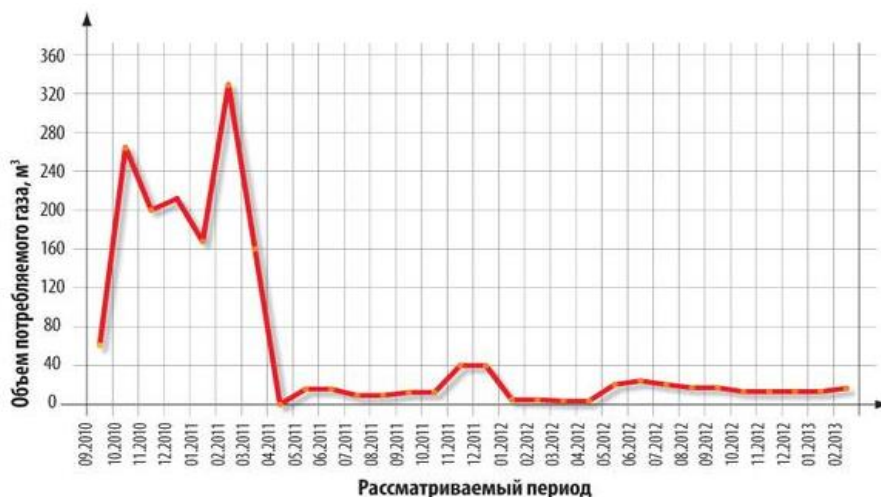


Рисунок 2. Объемы природного газа, использованных жильцами дома в течение 30 месяцев



Рисунок 3. Объемы электроэнергии, использованных жильцами дома в течение 30 месяцев

Во время этого периода происходила модификация системы энергоснабжения, начиная с момента сдачи дома в эксплуатацию. Учитывая практические и экономические аргументы, можно сказать, что не существует единой схемы оптимального комплекта оборудования для получения и преобразования энергии, а также управления ее использованием в каждом доме. Это зависит от слишком многих факторов. На основании проведенных исследований сегодня можно с уверенностью сказать, что серьезное снижение расходов возможно только в случае интеграции всех подсистем (центрального отопления, ГВС, вентиляции / кондиционирования) в одну объединенную систему.

#### Литература

1. Альтернативные источники энергии для дома - обзор наиболее эффективных способов альтернативного получения энергии.
2. <http://www.muratorodom.com.ua/glavnaya-stranitsa/bolee-teplyj-dom-eto-okupaetsya/kak-doma-stali-energoberegayushimi>
3. <http://www.accbud.ua/house/energoberezhenie/ekodom/passive-house--7-glavnykh-pravil-po-nemetskoj-tekhnologii>
4. <http://teplostenstroy.ru/sravnitelnye-xarakteristiki-strojmaterialov/>

УДК 338.2

## ПРОВЕДЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО АУДИТА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Улащик М.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Самосюк Н.А.

Одним из важных способов увеличения эффективности работы топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на промышленных предприятиях является рациональное использование ТЭР. Каждая промышленная организация целесообразным считает разрабатывать комплексную программу энергосбережения ТЭР. Подобная программа способствует проведению энергетического обследования (энергетического аудита).

**Энергетический аудит** (энергоаудит) – обследование энергетического предприятия или организации, которое предполагает оценку всех аспектов деятельности предприятия, связанных с затратами на топливо, энергию различных видов, воду и некоторыми энергоносителями.

Целью энергоаудита является поиск возможностей энергосбережения и помощи в определении направлений эффективного энергоиспользования для организаций. Объектом энергетического аудита может быть любое здание, энергетическая установка, предприятие, агрегат, потребляющий или вырабатывающий энергию. Задачи энергетического аудита заключаются в следующем:

- ✧ Составление карты использования объектом ТЭР;
- ✧ Разработка организационных и технических мероприятий, направленных на снижение потерь энергии;
- ✧ Определение потенциала энергосбережения;
- ✧ Финансовая оценка энергосберегающих мероприятий.

**Основные этапы энергетического аудита** показаны в таблице 1.

Таблица 1

Основные этапы энергетического аудита

<b>I этап.</b>	<b>II этап.</b>
<p><i>Получение информации об объекте энергоаудита.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Сбор первичных данных о потреблении топлива, воды и электроэнергии за предыдущий и текущий годы.</li> <li>➤ Анализ структуры энергопотребления.</li> <li>➤ Анализ структуры затрат на энергию.</li> <li>➤ Определение расхода энергоносителей на единицу выпускаемой продукции по предприятию и отдельным подразделениям.</li> </ul>	<p><i>Изучение топливно-энергетических потоков по объекту в целом и отдельным подразделениям.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Изучение схемы технологического производства основного и процессов.</li> <li>➤ Составление схемы потребления энергетических ресурсов объектом.</li> <li>➤ Составление карты и пользования энергетических ресурсов.</li> <li>➤ Составление баланса предприятия по отдельным видам энергоресурсов.</li> <li>➤ Составление топливно-энергетического баланса.</li> <li>➤ Выявление наиболее энергоемких потребителей и сбор данных по ним.</li> <li>➤ Определение удельных норм потребления энергии по отдельным потребителям.</li> <li>➤ Составление энергетического баланса по отдельным энергоемким потребителям.</li> </ul>

Продолжение таблицы 1

<p style="text-align: center;"><b>IV этап.</b> <i>Углубленный энергетический аудит отдельных технологических процессов и энергопотребителей.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Проведение дополнительных замеров промежуточных параметров и определения рабочих режимов.</li> <li>➤ Выявление эффективности работы потребителей.</li> <li>➤ Решение специфических вопросов по договоренности с руководством.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>III этап.</b> <i>Анализ эффективности использования топливно-энергетических ресурсов объектом.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Анализ эффективности использования отдельных технологических процессов.</li> <li>➤ Анализ эффективности использования топливно-энергетических ресурсов подразделениями объекта.</li> <li>➤ Анализ энергоиспользования отдельными потребителями.</li> <li>➤ Определение сверх нормативных потерь топлива и энергии.</li> <li>➤ Определение приоритетов для углубленного энергетического аудита.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>V этап.</b> <i>Подведение итогов энергетического аудита</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Разработка энергосберегающих мероприятий;</li> <li>➤ Технико-экономический анализ эффективности внедрения мероприятий.</li> <li>➤ Сравнительный анализ полученных результатов.</li> <li>➤ Выбор новых приоритетов и постановки задач на дальнейшее снижение энергоемкости продукции и потребления энергоресурсов.</li> <li>➤ Составление отчета по энергетическому аудиту.</li> </ul>	

### Методика проведения энергоаудита.

Энергоаудит проверяет все энергозатратные процессы с целью оценки эффективности эксплуатации энергии. При энергетическом обследовании выявляются источники затрат энергии и определяется их рациональность для разработки программы по энергосбережению. При проведении энергетического обследования проводятся определенные действия, показанные на рисунке 1.



Рисунок 1 Действия, которые проводят при энергетическом обследовании.

### **Особенности энергоаудита промышленных предприятий.**

Независимо от существования документов, которые регламентируют проведение энергетического обследования, конкретных методик при проведении аудита существовать не может. Обследование каждого предприятия является индивидуальным. Специфика проведения энергоаудита промышленного предприятия состоит в определении рациональности использования энергетических ресурсов, определение их потоков и распределения. Следует учитывать, что зачастую предприятия являются частичными производителями энергии. Поэтому уделяется особое внимание рациональному распределению и использованию всех имеющихся энергетических ресурсов.

Таким образом энергетическое обследование является необходимой процедурой по сбору информации относительно использования энергоресурсов на предприятии. Энергоаудит поможет дать объективную оценку рациональности использования применяемых энергоресурсов и их эффективности. Также промышленное предприятие получит составленный план действий по сокращению финансовых затрат учреждения необходимое на энергообеспечение.

#### Литература

1. Методика проведения энергоаудита. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://expertizo.ru/obsledovaniya/metodika-provedeniya-energoaudita.html> – Дата доступа: 18.04.2019.
2. Основные этапы энергетического аудита. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://lektsii.org/13-52631.html> – Дата доступа: 16.04.2019.
3. Самосюк, Н. А. Внедрение энергетического менеджмента на промышленных предприятиях Республики Беларусь / Н. А. Самосюк, Е. П. Чиж // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2017. – №1 (21). – С. 49-76.

УДК 336.14

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ БЮДЖЕТА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА 2019 ГОД

Царик О.Г.

Научный руководитель – старший преподаватель Кравчук Е.А.

Бюджет является составной частью финансов, центральным звеном финансовой системы. Государственный бюджет – имеющий силу закона финансовый план государства на финансовый (текущий) год. В бюджетную систему Республики Беларусь как самостоятельные части включаются республиканский бюджет и местные бюджеты.

В состав государственного бюджета Республики Беларусь включаются бюджеты отдельных областей и бюджет города Минска, составляющие в совокупности консолидированный бюджет страны.

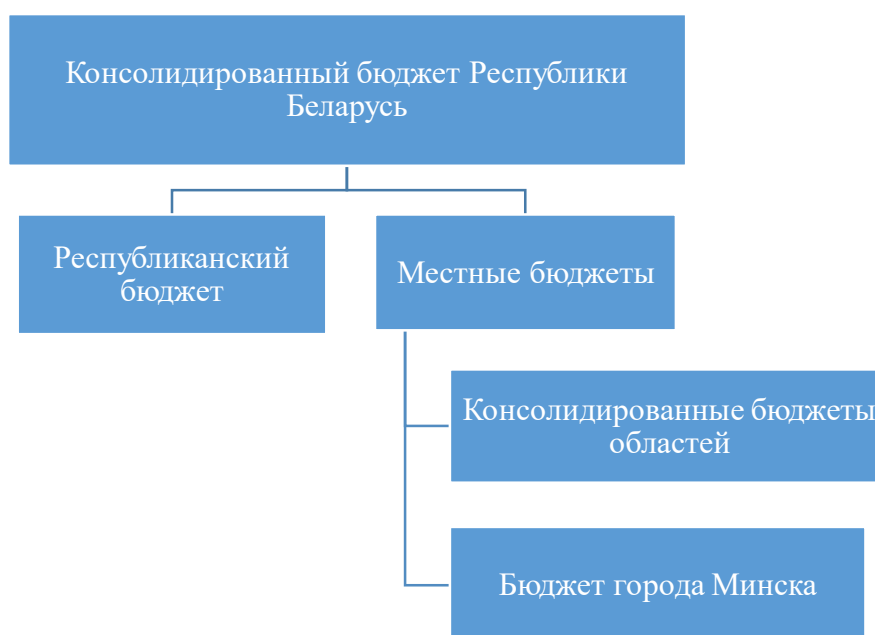


Рисунок 1. Состав государственного бюджета Республики Беларусь

К местным бюджетам относятся областные, районные, городские бюджеты, бюджеты поселков городского типа и сельсоветов. Местные бюджеты обеспечивают финансирование экономических, социальных, культурных и других мероприятий, проводимых на соответствующей территории.

Центральным звеном бюджетной системы Республики Беларусь является республиканский бюджет, а не местные. Он концентрирует более половины бюджетных ресурсов государства.

Через республиканский бюджет перераспределяются финансовые ресурсы между областями и городом Минском для выравнивания уровня экономического и социального развития.

За счет средств республиканского бюджета местным бюджетам могут выделяться:

- дотации – это бюджетные средства, предоставляемые на безвозвратной и безвозмездной основах для покрытия текущих расходов;
- субсидии – пособия, предоставляемые за счёт государственного или местного бюджета, или специальных фондов;
- субвенции – пособия местным органам власти со стороны государства, которые выделяются на конкретный срок и на определенные цели. Также они подлежат возврату, если были использованы в неустановленные сроки или в случае нецелевого использования.

Бюджет состоит из двух частей доходной и расходной:

- доходная часть – показывает источники денежных средств бюджета;
- расходная часть – показывает, на какие цели направляются средства.

Сбалансированный бюджет – бюджет, в котором расходы равны его доходам и иным поступлениям в бюджет. Если доходы бюджета превышают его расходы, то формируется профицит бюджета. А превышение расходов бюджета над его доходами называется дефицитом бюджета.

В настоящее время большинство стран сводит баланс бюджета с дефицитом, но важно, чтобы данный дефицит не превышал 10% от национального объёма производства. В случае 20%, согласно критериям МВФ, страна считается некредитоспособной.

В Республике Беларусь официально вся бюджетная деятельность регулируется единым законодательным документом – Бюджетным Кодексом, принятым в 2008 году.

Для анализа структуры, состава и динамики любого бюджета важна классификация бюджетных доходов и расходов.

Статья 24 Бюджетного Кодекса классифицирует по следующим группам:

- налоговые доходы;
- взносы на государственное социальное страхование;
- неналоговые доходы;
- безвозмездные поступления.

Решающую роль (наибольший удельный вес) в доходах бюджета играют налоговые доходы.

Существует 4 вида классификаций расходов бюджета: функциональная, программная, экономическая и ведомственная.

Функциональная классификация состоит из 10 разделов:

- 01 «Общегосударственная деятельность»;
- 02 «Национальная оборона»;
- 03 «Судебная власть, правоохранительная деятельность и обеспечение безопасности»;
- 04 «Национальная экономика»;
- 05 «Охрана окружающей среды»;
- 06 «Жилищно-коммунальные услуги и жилищное строительство»;
- 07 «Здравоохранение»;



- 08 «Физическая культура, спорт, культура и средства массовой информации»;
- 09 «Образование»;
- 10 «Социальная политика».

На 2019 год доходы консолидированного бюджета (свод доходов республиканского и местных бюджетов) прогнозируются в сумме 37,8 млрд. рублей. Удельный вес доходов к ВВП в 2019 году оценивается на уровне 29,2 %.

Расходы консолидированного бюджета в 2019 году запланированы в сумме 36,4 млрд. рублей.

Таким образом, профицит составит 1,4 млрд рублей.

Бюджет Республики Беларусь на протяжении ряда лет формируется с профицитом, что говорит о кредитоспособности страны.

Таблица 1

Показатели консолидированного бюджета

Показатели	2016	2017	Ожидаемое исполнение	
			2018	2019
Доходы, млрд. руб.	28,5	31,7	32,4	37,8
в процентах к валовому внутреннему продукту	30,0	30,1	28,8	29,2
Расходы, млрд. руб.	27,3	28,7	31,8	36,4
в процентах к валовому внутреннему продукту	28,8	27,3	28,3	28,1
Дефицит (-), профицит (+), млрд. руб.	1,2	2,9	0,6	1,4
в процентах к валовому внутреннему продукту	1,3	2,8	0,5	1,1

Сферы образования, здравоохранения, науки, жилищного строительства остаются в числе приоритетных для государства. Это отражено в бюджете на 2019 год, который сохраняет социальную направленность.

Значительную часть в бюджете составят расходы на оплату труда, пенсии, стипендии, пособия, другие выплаты, средства на выполнение государственных социальных стандартов. В частности, предусмотрено формирование семейного капитала в сумме 343,2 млн руб. На 12,7 % больше, чем в нынешнем году, будет выделено на науку: 284 млн. руб.

В качестве одной из первостепенных при планировании бюджета на 2019 год ставилась задача сохранить объемы ввода жилья на текущем уровне: 4 млн. кв. м (в том числе 1 млн. 60 тыс. кв. м с государственной поддержкой). На

финансирование соответствующей инфраструктуры в бюджете текущего года предусмотрено 590 млн. руб. Средства бюджета сконцентрированы для обеспечения жильем не менее 12 тыс. многодетных семей.

#### Литература

1. Законодательство Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Кодекс Республики Беларусь от 16.07.2008 №412-З "Бюджетный кодекс Республики Беларусь". – Минск, 2014. – Режим доступа: <http://pravo.newsby.org/belarus/kodeks/k005/index.htm>. – Дата доступа: 10.04.2019.
2. Минск-новости [Электронный ресурс] / Бюджет Беларуси на 2019 год. – Минск, 2018. – Режим доступа: <https://minsknews.by/byudzhet-belarusi-na-2019-god-sohranitsotsialnuyu-napravlennost/>. – Дата доступа: 10.04.2019.
3. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Финансы Республики Беларусь: статистический сборник. – Минск, 2018. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/upload/iblock/d7f/d7fc63d189075feb616028939bce5d0e.pdf>. – Дата доступа: 10.04.2019.

УДК 339.94

## АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЫНКОВ МИРА

Русецкая М.И., Богурина В.Н.

Научный руководитель – м.э.н., преподаватель Корсак Е.П.

Основным направлением реформирования мировой электроэнергетики в настоящее время является развитие конкуренции в сфере производства электроэнергии, а также обеспечение безопасности энергетической системы, что в свою очередь должно быть обеспечено поэтапным формированием общего энергетического рынка.

Общий электроэнергетический рынок (ОЭР) – это система отношений между субъектами внутренних оптовых электроэнергетических рынков государств. Формирование ОЭР создаётся на основе параллельно работающих электроэнергетических систем и будет характеризоваться едиными техническими нормами и правилами, наличием согласованных балансов энергоресурсов.

Для создания ОЭР необходимо:

- наличие единого рынка энергоресурсов, в частности общего рынка газа;
- создание и гармонизация нормативной правовой базы государств участников;
- создание наднациональной структуры, целью которой будет формирование конкурентного интегрированного прозрачного энергетического рынка;
- создание единой системы мониторинга и контроля.

На данный момент ведётся создание следующих энергетических рынков: ЕАЭС, ЕС

### 1. Европейский энергетический рынок.

Формирование единого энергетического рынка ЕС претерпело 3 этапа: принятие 1-ой энергетической директивы в 1997 году (были заложены основные принципы конкуренции среди производителей и поставщиков энергии и определении их основных прав); в 2002 году был принят 2-ой энергопроект (направлен на обеспечение РАО доступа к сетям и дальнейшее развитие конкурентной среды); 3-ий Энергопроект был принят в 2009 году (создано Агентство кооперации энергетического регулирования).

Однако, не смотря на множество изменений в законодательстве ЕС касаемых образования единого рынка электроэнергии, по-прежнему существует ряд проблем:

- различная открытость энергетических рынков государств-членов;
- отсутствие общеевропейского контролирующего распорядительного органа неконкурентное поведение бывших монополистов (ценовая политика)
- отсутствие трансграничной инфраструктуры

В настоящее время действуют 27 национальных энергетических законодательств государств-членов ЕС, которые регулируют 27 национальных энергетических систем государств-членов ЕС. В дополнение к национальным законодательствам в области энергетики действует законодательство

Евросоюза в области энергетики. В интересах достижения высокого уровня безопасности энергообеспечения граждан и компаний необходима совместная согласованная на уровне Евросоюза работа производителей энергии, операторов передающих систем и других участвующих сторон государств членов ЕС. Задача Энергетического союза ЕС заключается в преобразовании 27 национальных энергетических систем государств-членов ЕС в единую энергетическую систему в масштабах всего Евросоюза

## 2. Европа (рынок Nord Pool)

Nord Pool является одной из крупнейших в мире электроэнергетических бирж. Она действует в скандинавских странах (Норвегия, Швеция, Финляндия, Дания), Германии, странах Прибалтики и Великобритании(Таблица 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика энергопроизводства и энергопотребления Nord Pool

	Норвегия	Швеция	Финляндия	Д а н и я	Страны Прибалтики	Великобритания
Численность населения, млн. чел на 2016 г., млн. чел	5,2	9,8	5,5	5,7	6,2	65,1
Установленная мощность, МВт	33,7	39,5	17,6	14,0	8,8	-
Выработка, ТВт·ч	145	158,5	65,4	27,5	18,6	-
Потребление э/э на душу населения , кВт·ч	23 326	13 870	15 510	6 040	13 802	5 407

Рынок электроэнергии Северных стран начал создаваться постепенно, начиная с 1990- х годов. Целью интеграции энергосистемы электроэнергии в странах Северной Европы был изначально для обеспечения более эффективного совместного использования ресурсов (например, гидроэнергетика). Кроме того, сильная политическая поддержка способствовала созданию на скандинавском рынке электроэнергии.

В ходе формирования рынка была постепенно проведена унификация национальных правил, учреждена постоянная рабочая группа для координации действий между органами власти и системными операторами. Системные операторы Скандинавии координируют свои действия через ассоциацию Nordel, которая служит базой для комитетов и рабочих групп, занимающихся решением возникающих в ходе развития рынка проблем.

## 3. Азия (общий рынок субрегиона большого Меконга)

Субрегион Большого Меконга занимает 2,6 млн. кв. км Юго-Восточной Азии на полуострове Индокитай. К субрегиону принято относить пять стран

(Мьянму, Лаос, Таиланд, Камбоджу и Вьетнам), а также провинцию Юньнань и Гуанси-Чжуанский автономный район КНР.

Создание регионального рынка электроэнергии предусматривает ряд этапов.

**Этап 1** предполагает поставку электроэнергии только между двумя странами, что в дальнейшем позволило наладить трансграничную торговлю.

**Этап 2** характеризуется возможностью осуществлять торговлю между любой парой стран GMS, используя сетевое хозяйство третьего регионального государства. Однако на этой стадии имеющаяся трансграничная мощность ограничена.

**Этап 3** предусматривает развитие инфраструктуры для трансграничной торговли, при которой и третьи стороны, не относящиеся к государственным предприятиям, получают возможность вести торговлю.

Полностью конкурентоспособный региональный рынок предусмотрен на **4 этапе**, базой которого должно стать создание в странах GMS рынков с множеством независимых компаний – покупателей и продавцов.

С учетом специфики экономики и политических процессов в различных государствах сроки интеграционного процесса для завершающих этапов 3 и 4 не определены, и во многом зависят от скорости либерализации национальных рынков электроэнергии. Однако предполагается, что благодаря взаимодействию государств Субрегиона Большого Меконга по расширению взаимной торговли, общая экономия на затратах на электроэнергию может составить ориентировочно 213 млрд. долл. США за период 2005-2025 гг. при условии создания полностью интегрированного рынка

#### 4. США (рынок PJM)

Рынок электроэнергии и мощности PJM, включающий полностью или частично 13 штатов, является вторым по величине электроэнергетическим рынком в мире после российского оптового рынка (Рисунок 1).



Рисунок 1 Рынок электроэнергии PJM

Деятельность PJM распространяется на такие области, как передача электроэнергии по магистральным сетям и поддержание постоянного баланса между генерацией и потреблением электроэнергии в системе; управление рынками электроэнергии, мощности и системных услуг; региональное планирование развития сетевой инфраструктуры с расчетом на 15 лет вперед.

#### 5. Южная Америка: проект Garabi.

Южная Америка первой среди развивающихся рынков начала реформу электроэнергетического сектора. (Таблица 1).

Таблица 2  
Сравнительная характеристика энергопроизводства и энергопотребления  
Бразилии, Аргентины, Уругвая

Показатели	Бразилия	Аргентина	Уругвай
Площадь, км <sup>2</sup>	8 516 000	2 780 000	176 215
Численность населения, млн. чел на 2016 г., млн. чел	207,8	43,4	3,4
Установленная мощность, МВт	160 990	31 257	3 989
„Выработка, ГВт·ч	537 467	135 216	11 711
Потребление э/э на душу населения, кВт·ч	2 529	3 093	2 985
Доступ населения к э\э,%	99,5	99,8	99,5

Garabi- это межсистемная линия, предпосылкой создания которой служила уязвимость со стороны гидроэнергетического сектора Бразилии. Схема была разработана в соответствии с контрактом на 1000 МВт гарантированной мощности по передаче электроэнергии из Аргентины в сторону Бразилии. На период планирования создания данного проекта, Аргентина имела избыток мощности, однако в связи с тем, что Бразилия в обычные часы имела бы большое количество негарантированной мощности, что позволило бы ей продавать э\э по низким ценам, правительство Аргентины наложило ограничение на мощность передачи в отношении импорта из Бразилии через систему Garabi в объёме 300 МВт. Аргентина в свою очередь нашла дальнейшее применение внутри страны, а в дальнейшем наложила запрет на экспорт э\э, что прекратило существование первоначального проекта. В последствии, основные перетоки мощности шли из Бразилии в Аргентину и из Бразилии в Уругвай (Рисунок 2).



Рисунок 2. – Переток ЭЭ в странах Южной Америки(Бразилия, Аргентина, Уругвай)

В свою очередь, в 2000 году президентами 12 стран Южной Америки была провозглашена инициатива по интеграции региональной инфраструктуры в Южной Америке IIRSA. Однако после дефолта в Аргентине, подход трансформировался в специфическую версию двусторонней торговли электроэнергией, а не целенаправленным движением в сторону регионального рынка электроэнергии.

#### б. Центральная Америка (проект SIERAC)

Центральная Америка включает в себя следующие страны: Гватемала, Сальвадор, Гондурас, Коста-Рика, Никарагуа, Панама и Белиз.

Данный регион имеет значительный избыток установленной мощности в сравнении с пиковой мощностью потребления. Большая часть мощности тепловой генерации не включается в торговый график, средний коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) газовых электростанций составляет лишь 10%, ветровые и когенерирующие установки принимают больше участия в фактическом производстве, КИУМ составляет для них 35,8% и 66,9% соответственно.

Проект SIERAC направлен на преодоление ограничений, связанных с недостаточным объемом и низкой эффективностью региональной торговли, что вызвано небольшими размерами и ограниченной взаимосвязью национальных рынков, приводящих к фрагментации сектора на региональном уровне. Магистральная линия электропередачи SIERAC создает условия для повышения эффективности использования гидроэнергетических ресурсов региона, а также для строительства более эффективных крупных тепловых электростанций.

В дополнение к торговле в рамках региона, магистральная линия позволит вести торговлю электроэнергией с мексиканским рынком. Выход на мексиканский рынок, с общим электропотреблением в шесть раз большим, чем в странах Центральной Америки вместе взятых, открывает новые экспортные возможности для развития потенциала гидроэнергетики Центральной Америки.

Таким образом, создание каждого единого энергетического рынка позволит обеспечить конкурентную среду для всех хозяйствующих субъектов государств-членов, что будет способствовать стабилизации цен на энергоресурсы и надежному энергоснабжению национальных экономик. В условиях полноценного функционирования общих рынков энергоресурсов, компании государств-членов получают равные возможности ведения хозяйственной деятельности.

#### Литература

1. Создание общих рынков энергетических ресурсов в ЕАЭС: этапы и содержание [Электронный ресурс]. – 2019 – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/sozдание-obschih-rynkov-energeticheskikh-resursov-v-eaes-etapy-i-soderzhanie> – Дата доступа: 01.04.2019
2. Создание единого рынка в ЕС: тихая революция с громкими последствиями [Электронный ресурс]. – 2019 – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/sozдание-edinogo-energeticheskogo-rynka-es-tihaya-revolyuksiya-s-gromkimi-posledstviyami> – Дата доступа: 05.04.2019
3. Рамочная стратегия развития Энергетического союза Евросоюза [Электронный ресурс]. – 2019 – Режим доступа:

<https://mgimo.ru/upload/iblock/b5e/%D0%9F%D0%B0%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F%20%D0%98.%D0%93.%20%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20%D0%B8%20%D0%9E%D0%B1%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%202018%20%E2%84%96%204%20%D1%81.%2053-61.pdf>- Дата доступа: 05.04.2019

4. Интеграция зарубежных рынков электроэнергии [Электронный ресурс]. – 2019 – Режим доступа: [https://www.np-sr.ru/sites/default/files/sr\\_pages/SR\\_0V053219/integraciya-zarubezhnyh-rynkov-elektroenergii\\_2016\\_1.pdf](https://www.np-sr.ru/sites/default/files/sr_pages/SR_0V053219/integraciya-zarubezhnyh-rynkov-elektroenergii_2016_1.pdf)– Дата доступа: 05.04.2019



УДК 620.9

## РАЗВИТИЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А.Д. Полухович

Научный руководитель – ст. преподаватель кафедры Самосюк Н.А

*Введение.* Энергетика является важнейшей отраслью в стране, определяя стабильность экономического развития и прогресс общественного производства.

Наличие энергии – одно из необходимых условий для существования человеческой цивилизации. Основой энергетики являются топливные запасы углеводородного сырья (угля, нефти, газа). Из этого материала мы получаем большую часть энергии.

*Актуальность.* Ежедневно запасы топливных энергоресурсов истощаются. Так ежегодно мы потребляем 11 млрд тонн нефти. Ее запасы исчезают со скоростью 4 млрд тонн в год. Если темпы потребления нефти сохранятся без какого-либо увеличения для нашего растущего населения, то известных запасов хватит только до 2052 года. Запасов газа и угля, при условии увеличения их добычи, хватит до 2060 и 2088 года соответственно. На рисунке 1 представлены данные о запасах угля, газа и нефти на период до 2081 года.

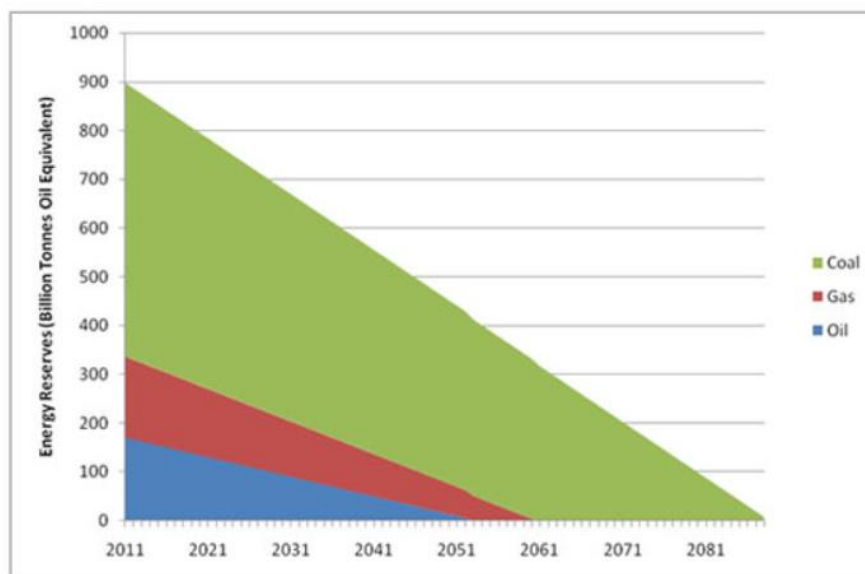


Рисунок 1 - Запасы угля, газа и нефти

Республика Беларусь, являясь энергозависимой страной, большое значение уделяет вопросам энергетической безопасности. С учетом растущего мирового дефицита и постоянного удорожания традиционных энергоносителей в 2010 году возникла острая необходимость их замещения местными и возобновляемыми видами топливно-энергетических ресурсов.

Привлекательность возобновляемых источников энергии (ВИЭ) связана с неисчерпаемостью этих ресурсов, независимо от конъюнктуры цен на мировых рынках энергоносителей и экологической чистоты.

Основополагающим нормативным правовым актом, который определил развитие возобновляемой энергетики в нашей стране, стал Закон Республики Беларусь от 27 декабря 2010 г. № 204-З «О возобновляемых источниках энергии».

Ведущим направлением при использовании ВИЭ в Республике Беларусь является гидроэнергетика - область хозяйственно-экономической деятельности человека, совокупность больших естественных и искусственных подсистем, служащих для преобразования энергии водного потока в электрическую энергию.

Принцип работы гидроэлектростанций (ГЭС) достаточно прост. Цепь гидротехнических сооружений обеспечивает необходимый напор воды, поступающей на лопасти гидротурбины, которая приводит в действие генераторы, вырабатывающие электроэнергию. На рисунке 2 представлен принцип работы ГЭС.



Рисунок 2 - Принцип работы ГЭС

По состоянию на 1 января 2019 г. организациями Министерства энергетики эксплуатируются 25 ГЭС установленной мощностью 88,26 МВт. Постановлением Совета Министров суммарную мощность ГЭС в стране предусмотрено довести до 200 МВт. Выделяются и соответствующие инвестиции. Программа состоит из двух частей. На первом этапе осуществляется план развития гидроэнергетики через строительство и восстановление малых ГЭС. После получения опыта их работы дойдет очередь до второй части программы, включающей перечень более крупных гидроэнергетических объектов на таких реках Беларуси, как Западная Двина, Неман, Днепр.

Возведение ГЭС на Западной Двине ведется в соответствии с госпрограммами строительства гидроэлектростанций и развития Белорусской энергетической системы. Двинский каскад ГЭС - строящийся гидроэнергетический комплекс, включающий в себя 4 гидроэлектростанции в течении реки Западная Двина на территории Республики Беларусь. Планируется, что

в каскад войдут следующие электростанции: действующие Витебская и Полоцкая ГЭС, а также проектируемые Верхнедвинская и Бешенковичская ГЭС.

Возведение каскада гидроэлектростанций на Западной Двине придаст новый импульс развитию Витебской области. При возведении каскада на каждой из ГЭС предусмотрено устройство судоходных шлюзов — это станет стимулом к развитию транспортного речного судоходства, позволит расширить логистические возможности региона.

В частности, по Западной Двине речным транспортом можно будет перемещать грузы до стран Балтии. Также ввод каскада гидроэлектростанций позволит экономить на покупке топливных ресурсов порядка 24 млн долларов в год.

*Выводы.* Неоспоримые преимущества развития гидроэнергетики в республике связаны с возобновляемостью гидроресурсов, низкой себестоимостью производства гидроэлектроэнергии, стабильностью ее выработки, независимостью от внешних факторов.

Процесс компьютеризации и автоматического управления ГЭС позволяет снизить затраты на их эксплуатацию и обслуживание, вести дистанционный контроль за энергоустановками и т. д. Эти, а также экономические факторы, включая инфляционную устойчивость, послужили основанием для интенсивного использования гидроэнергетических ресурсов во всех странах мира.

#### Литература

1. Гидроэнергетика в Беларуси и мире [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.energya.by/gidroenergetika-v-belarusi-i-mire>. - Дата доступа: 24.02.2019
2. Двинский каскад ГЭС [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9\\_%D0%BA%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%B4\\_%D0%93%D0%AD%D0%A1](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%B4_%D0%93%D0%AD%D0%A1). - Дата доступа: 24.03.2019

УДК 621

## РАЗВИТИЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Улащик М.В., Максимчук А.Д.

Научный руководитель – старший преподаватель Самосюк Н.А.

Республика Беларусь находится в начале пути по использованию и развитию возобновляемых источников энергии (ВИЭ). На сегодняшний день доля ВИЭ в Республике Беларусь составляет порядка 2,1 %. Концепция энергетической безопасности страны до 2020 года предусматривает снижение зависимости от природного газа, который покупается за границей. Один из путей — развитие гидроэнергетики. С 2010 года в республике ведется проект по строительству Двинского каскада гидроэлектростанций (ГЭС), включающий в себя 4 ГЭС, расположенных по течению реки Западная Двина. Двинский каскад ГЭС состоит из двух уже действующих станций, а именно Витебская ГЭС (мощностью 40 МВт), Полоцкая ГЭС (мощностью 21 МВт), и двух проектирующихся станций Верхнедвинская ГЭС и Бешенковичская ГЭС.

Прежде чем возвести такую электростанцию важно правильно выбрать место, ведь оно будет влиять на эффективность работы станции. Для этого учитываются два фактора: гарантированная обеспеченность водой в течение всего года и как можно больший уклон реки.

Принцип работы гидроэлектростанции состоит в том, что гидротехнические сооружения должны обеспечить определенный напор воды. Необходимый напор воды поступает на лопасти гидротурбины, затем она же приводит в действие генераторы, которые вырабатывают электроэнергию. Также развитие гидроэнергетики позволит сохранить чистой окружающую среду.

Рассмотрим преимущества использования гидроэнергетики:

- высокая эффективность при низких экономических затратах как на постройку, так и на обслуживание станции;
- вода, сохраняющаяся в платине, отличный сельскохозяйственный инструмент для развода рыбы;
- есть возможность регулировать паводки;
- упрощается очистка от мусора;
- работа не сопровождается вредными выбросами в атмосферу.
- значительное удешевление быстрый набор максимальных оборотов выдачи после запуска.

Использование гидроэнергетики также характеризуются следующими недостатками:

- смена климата в месте водохранилища;
- затопления огромных участков земли пригодных для жизни и земледелия из-за повышения уровня грунтовых вод;
- уничтожение огромных участков налаженной экосистемы;
- происходит постоянное снижение качества воды в водохранилищах.

Таким образом гидроэлектростанции не требуют никакого топлива и не производят отходов. После того как станция окупит затраты на свое сооружение (примерно два – три года) себестоимость ее электроэнергии будет ниже, чем у тепловых и атомных электростанций. Также во многих случаях водохранилища используют для нужд водоснабжения, орошения засушливых земель и рыбного хозяйства. Гидроагрегаты станции могут быть остановлены в течении короткого времени. Еще важно то, что гидроэлектростанции позволяют быстро и безболезненно устранять последствия аварий. Следует отметить, что использовании таких станций повышается надежность функционирования энергосистемы.

#### Литература

1. Возобновляемые источники энергии. Регенеративные виды добычи [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ecoteplo.pro/neischerpaemaya-vozobnovlyаемaya-ili-regenerativnaya-energiya/>– Дата доступа: 13.02.2019.