

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра экологии

И. И. Кирвель, В. И. Петровская, Н. В. Цявловская

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ**

Методическое пособие
для практических занятий по дисциплине
«Основы экологии и энергосбережения»

Минск 2007

УДК 621.311.16 (075.8)
ББК 31.15 я73
К 43

Рецензент
заведующий кафедрой геоэкологии БГУ,
доктор географических наук,
профессор А. Н. Витченко

Кирвель, И. И.

К 43 Экологические проблемы использования энергоресурсов : метод. пособие для практ. занятий по дисц. «Основы экологии и энергосбережения» / И. И. Кирвель, В. И. Петровская, Н. В. Цявловская. – Минск : БГУИР, 2007. – 16 с.

ISBN 978-985-488-213-0

Рассмотрены вопросы потенциала энергоресурсов, их классификация, эффективность и значение в решении энергетической проблемы страны, даны статистические показатели исчерываемости и возобновляемости ресурсов. Представлены возможные пути развития энергетики в Беларуси, а также предложены методики практических расчетов по энергосберегающим технологиям. Пособие предназначено для студентов всех специальностей и всех форм обучения БГУИР.

УДК 621.311.16 (075.8)
ББК 31.15 я73

ISBN 978-985-488-213-0

© Кирвель И. И., Петровская В. И.,
Цявловская Н. В., 2007
© УО «Белорусский государственный
университет информатики
и радиоэлектроники», 2007

1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НЕВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Энергетические ресурсы – это любые источники механической, химической и физической энергии. Запасы топлива в земных недрах складываются из угля, нефти, газа и урановых руд. Мировой запас угля оценивается в 9–11 трлн т при добыче более 4,2 млрд/г. Мировой запас нефти – 840 млрд т условного топлива, природного газа – 300–500 трлн м³, урана – 135 тыс. т. В расчете на 1 человека потребление энергии за период 1990–2000 гг. увеличилось в 5 раз и будет расти и дальше. Объекты, производящие энергию, являются источниками вредных выбросов в окружающую среду. В процессе горения топлива выбрасывается ряд веществ, оказывающих отрицательное воздействие на окружающую среду. Их характеристика дана в табл. 1.

Таблица 1

Основные вещества, выбрасываемые в атмосферу энергетическими объектами

Наименование	Характеристика
Диоксид серы (SO_2)	Оказывает воздействие на окисление, разрушает материалы и вредно воздействует на здоровье человека (раздражает слизистую оболочку дыхательных путей). Используется для получения ряда химикатов и при консервировании фруктов
Оксиды азота (NO_2)	Оказывают вредное воздействие на здоровье человека и способствуют образованию парникового эффекта и разрушению озонового слоя, что отрицательно воздействует на здоровье человека. Оксиды азота вызывают вымирание лесов, кислотные дожди
Монооксид углерода (CO)	Выделяется в результате неполного сгорания топлива. Взаимодействует с другими веществами и оказывает разнообразное вредное воздействие (угарный газ). В то же время является высококалорийным топливом в процессе газификации угля
Углекислый газ (CO_2)	Образование CO_2 – необходимое условие процесса горения (при производстве энергии). Однако экологические законы ограничивают уровень выбросов CO_2 . Углекислый газ способствует созданию парникового эффекта. Применяется в пищевой и холодильной промышленности
Твердые частицы	Включают сажу и другие несгоревшие материалы. Переносят тяжелые металлы и углеводороды. Являются источником выбросов в атмосферу радионуклидов при сжигании древесины из загрязненной зоны

Воздействие на окружающую среду оказывают также и другие газы, поступающие в атмосферу: пар, метан, хладагенты. Для лучшего понимания механизма отрицательного воздействия выбрасываемых в атмосферу вредных веществ рассмотрим ее строение [6]. Атмосфера включает четыре области по высоте:

– тропосферу – от 0 до 10–12 км с падением температуры до $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давления до 41,0 мм рт. ст.;

– стратосферу – от 10–12 до 50–55 км с ростом температуры до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и падением давления до 8,9 мм рт. ст. в средней стратосфере и до 0,63 мм рт. ст. в верхней;

– мезосферу – от 50–55 до 80–90 км с падением температуры до $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давления до 0,04 мм рт. ст.;

– термосферу, простирающуюся от 80–90 км до 200–300 км с непрерывным повышением температуры до сотен градусов.

Каждая зона атмосферы завершается областью постоянной температуры, тропопаузой, стратопаузой и мезопаузой. Фазы накапливаются в верхних слоях тропосферы и стратосферы, препятствуют выходу теплового инфракрасного излучения с поверхности Земли, нагретой Солнцем. Атмосфера и поверхность Земли нагреваются, пока уходящие потоки энергии не уравниваются с приходящими. Это явление представляет собой парниковый эффект, который сопровождается нагревом тропосферы и охлаждением стратосферы.

В средней атмосфере присутствует озоновый слой. Молекулы озона поглощают солнечное излучение с длиной волн короче 290 нм и инфракрасное излучение с поверхности Земли с длиной 9–10 мкм, усиливая парниковый эффект. Таким образом, озоновый слой участвует в обеспечении безопасного уровня ультрафиолетовой радиации и поддерживает устойчивый климат на Земле.

В тропосфере и стратосфере озон оказывает воздействие на химические процессы с участием антропогенных примесей, контролируя их содержание. Эти процессы обеспечивают оптимальные условия существования флоры и фауны. Выбросы в атмосферу хлорсодержащих газов и окислов азота приводят к истощению и разрушению озонового слоя, что ведет к увеличению поступающего на Землю биологически вредного солнечного ультрафиолетового излучения [3]. Наиболее эффективным способом снижения вредных выбросов и атмосфере является уменьшение использования топлива, которое может быть достигнуто за счет рационального и экономного использования энергии.

Таким образом, энергосбережение способствует улучшению экологии окружающей среды. Этот фактор важен для Беларуси, где основным источником энергии являются топливоиспользующие установки. Рассмотрим, какими путями может быть достигнуто снижение потребления топлива. Например, использование контактных утилизационных теплообменных аппаратов позволяет не только утилизировать отходящее тепло, но и очищать газы. Утилизация тепловых энергетических отходов непосредственно связана с экологическими мероприятиями, так как за счет этого постигается снижение вредных выбросов, пропорциональное сэкономленному топливу. Особенно наглядной и ощутимой является организация оптимальных топочных процессов и утилизация сбросного тепла в промышленных печах, котельных установках и

на других объектах электроэнергетики. Рассмотрим некоторые аспекты данного направления.

В настоящее время 90 % потребляемого топлива в энергетике Беларуси покрываются за счет поставок российского природного газа, цена на который существенно возросла. В 2006 г. на Белорусском газоперерабатывающем заводе (БГПЗ) Республиканского унитарного предприятия «Производственное объединение «Беларуснефть»» официально введена в эксплуатацию когенерационная ТЭЦ на попутном газе (когенерация – комбинированное производство тепловой и электрической энергии), генеральным подрядчиком и системным интегратором пусконаладки которой был Институт информационных технологий БГУИР. Строительство подобных энерготехнологических ТЭЦ и комплексов является одним из актуальнейших для Республики Беларусь направлений обеспечения энергетической безопасности, экономии топливно-энергетических ресурсов и повышения экономической эффективности предприятий. При этом на выработку электрической энергии расходуется условного топлива 140–180 граммов на киловатт-час, почти в два раза ниже, чем на вырабатываемой только электроэнергию конденсационной электростанции традиционной большой энергетики. Так, на Лукомльской ГРЭС – одной из лучших в мире конденсационных электростанций, удельный расход условного топлива составляет 320 г/кВт·ч, на Минской ТЭЦ-4, одной из наиболее эффективных в Европе теплофикационных ТЭЦ, обеспечивающей помимо выработки электроэнергии теплоснабжение нашего города, – 212 г/кВт·ч. Первая из построенных в нашей республике на Белорусском цементном заводе когенерационная энерготехнологическая установка мощностью 16 МВт экономит 23 тысячи условного топлива (т у. т.) в год, ТЭЦ на попутном газе будет экономить более 30 т у. т. Срок окупаемости энерготехнологических комплексов на базе газопоршневых и газотурбинных агрегатов составляет 1–3 года, традиционных паротурбинных энергоблоков большой энергетики – 8–12 лет.

Без традиционной большой энергетики на базе мощных паровых турбоагрегатов невозможно обеспечить все потребности электроэнергии нашей республики. Однако, по оценкам специалистов, на белорусских предприятиях могут быть введены в эксплуатацию тысячи эффективнейших энерготехнологических установок и комплексов мощностью от 100 кВт до 100 мВт с суммарной электрической мощностью, превышающей 40 действующих мощностей энергосистемы Беларуси.

Исследования показывают [7], что комбинированное производство электрической энергии и тепла на ТЭЦ является самым важным направлением в снижении выбросов CO_2 . При этом снижение выбросов CO_2 составляет 500 кг/МВт·ч при производстве 1МВт·ч электроэнергии по комбинированному циклу в сравнении с отдельным производством электрической и тепловой энергии на ТЭС и в котельных. Кроме диоксида углерода уменьшается количество выбросов SO_2 и NO_x (рис. 1). Использование оптимального состава

топливовоздушной смеси позволяет достичь максимально возможной температуры горения, что снижает потребление топлива. При увеличении коэффициента избытка воздуха до 2 температура горения уменьшается на 40 %. Кроме того, при избытке воздуха дополнительное потребление топлива возрастает до 25 %.

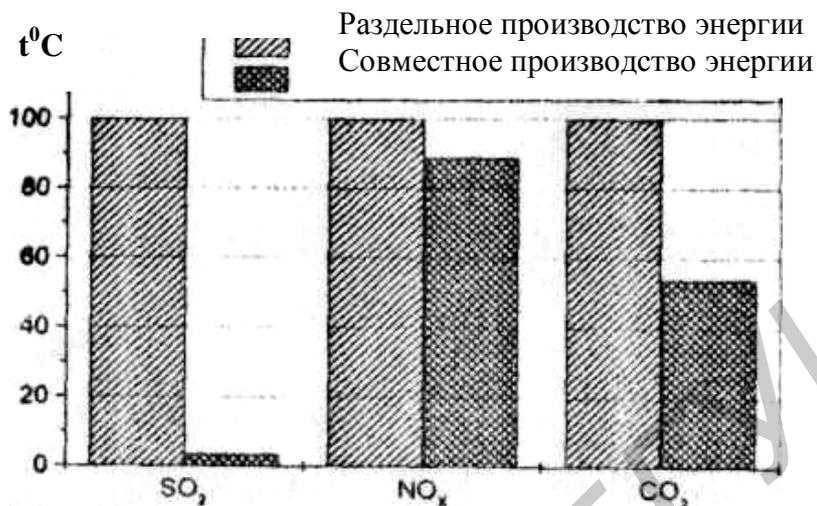


Рис. 1. Влияние технологии производства теплоты и электроэнергии на загрязнение окружающей среды

Реальной экономии топлива можно добиться использованием тепловых энергетических отходов в котельных установках и промышленных печах для подогрева питательной воды и предварительного подогрева первичного воздуха до 200–400 °С. Так, при подогреве воздуха реальная экономия топлива в среднем может достигать 25 % (рис. 2).

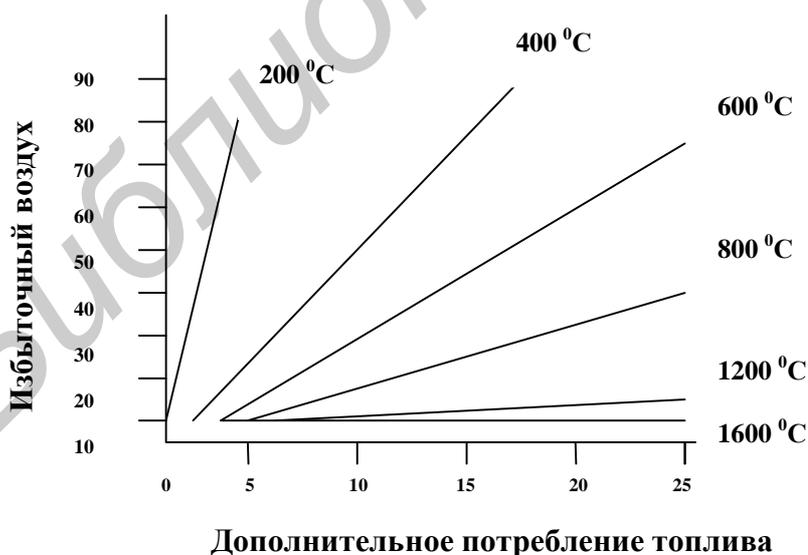


Рис. 2. Влияние избыточного воздуха и температуры отходящих газов на потребление топлива

Оптимальный состав топливовоздушной смеси можно поддерживать с помощью горелок с автоматическим управлением. Для этого дополнительно применяются системы сбора информации о химическом составе отходящих дымовых газов, ее обработка и осуществление автоматического регулирования на основе полученной информации. Контроль эффективности сгорания топлива основывается на измерении содержания CO_2 в отходящих дымовых газах. Считается, что при оптимальном сгорании природного газа получается от 8 до 9,5 % CO_2 , а при сгорании мазута – от 10 до 12,5 %. Рекомендуется дополнительно определять содержание кислорода, так как оптимальное содержание CO_2 можно получить как при недожоге топлива, так и при его полном сгорании с оптимальным значением коэффициента избытка воздуха $\alpha > 1$. Для уменьшения выбросов NO_2 воздух, подаваемый на горение, необходимо смешивать с частью отходящих газов, организуя их рециркуляцию. Повышенная влажность топлива снижает температуру его горения и требует избытка воздуха для полного сгорания, что снижает эффективность процесса горения. Данная закономерность для древесного топлива проиллюстрирована на рис. 3 [8]. На этом же рисунке видно, что подогрев первичного воздуха до $200\text{ }^\circ\text{C}$ обеспечивает повышение температуры горения на 7 %.

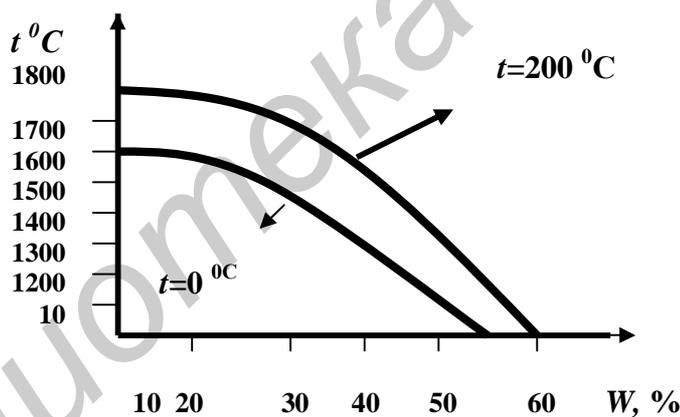


Рис. 3. Влияние влажности древесного топлива и предварительного подогрева воздуха на температуру горения

Большим источником вредных выбросов является транспорт. Производство топлива для транспорта поглощает в некоторых странах до 50 % потребляемой нефти. Автомобильные выхлопные газы содержат такие вредные вещества, как окись углерода, летучие органические соединения, окись азота и свинец. Ядовитые выхлопные газы и свинец отрицательно влияют на нервную систему. Разработка технологий производства чистого горючего и улучшенных двигателей с минимальным потреблением топлива позволяет уменьшить загрязнение от транспортных средств. Количество потребляемого топлива транспортными средствами, как и в энергетике, зависит от оптимального

состава топливозвоздушной смеси. Использование биомассы в виде топлива также дает преимущества для экологии, так как при ее сгорании не выделяется больше CO_2 , чем при естественном разложении в природе. Переработанный навоз путем анаэробного сбраживания уменьшает выделение азота в грунтовые воды и выделение метана, вызывающих парниковый эффект в атмосфере. Биомасса может быть использована в сочетании с органическим топливом – углем, торфом. Для утилизации биомассы с целью получения энергии используются современные устройства: топки с кипящим (псевдожидкостным) слоем, газогенераторы. Наряду с биомассой, в улучшении экологической обстановки значимую роль могут сыграть и другие возобновляемые источники энергии – солнце и ветер. Затраты на производство возобновляемой энергии постоянно снижаются, и она со временем может начать конкурировать с энергией, полученной из жидких, твердых и газообразных видов топлива. Снижение потерь тепла через ограждения агрегатов и устройств, которые используются при его производстве, транспортировке и потреблении, также уменьшает потребление топлива. Любые потери тепла требуют компенсации, так как потребитель должен получить необходимое количество энергии для проведения технологических процессов или создания комфортных условий для работы, учебы, отдыха. Значительное уменьшение потребления энергии может быть достигнуто и за счет совершенствования технологических процессов, использования современного основного и вспомогательного оборудования.

2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

По прогнозу к 2020 г. возобновляемые источники энергии должны были заменить около 2,5 млрд т топлива, а их доля в производстве электроэнергии и теплоты составить около 8 %. Современные тенденции в энергопотреблении позволяют говорить о больших перспективах в развитии именно этого направления и уменьшении роли традиционных источников энергии (табл. 2).

Таблица 2

Ресурсы возобновляемой энергии

Первичный вид энергии	Источник энергии	Мировые ресурсы 10^{15} кВт · ч/год
Механическая	Сток рек	0,028
	Волны	0,005–0,05
	Приливы и отливы	0,09
	Ветер	0,5–5,2
Тепловая	Градиент температур: воды морей и океанов	0,1–1,0
	воздуха	0,001–0,01
	недр земли (вулканов)	0,05–0,2
Лучистая	Солнечное излучение:	

	на поверхности Земли	200–280
	полная энергия	1 570
Химическая	Растения и торф	10

Согласно водноэнергетическому кадастру потенциальная мощность рек Беларуси, подсчитанная по данным об их падении и водоносности в средний год, составляет 855 МВт, или около 7,5 млрд кВт·ч/г. Технически возможные к использованию гидроэнергоресурсы оцениваются в 3 млрд кВт·ч/г. Экономический потенциал гидроэнергоресурсов Беларуси, по оценке 1967 г. составляет

0,9 млрд кВт·ч/г. [2]. В настоящее время нет общепринятого для всех стран понятия малой гидроэлектростанции. Наиболее часто к малым ГЭС относят гидроэнергетические установки, мощность которых не превышает 5 МВт. Нижним пределом мощности малых ГЭС принято считать 0,1 МВт: гидроэнергетические установки с меньшей мощностью обычно относят к категории микроГЭС. Согласно оценкам, сделанным в 1991 г. группой специалистов Беларуси, в республике целесообразно восстановить 29 малых ГЭС общей установленной мощностью 15 МВт со среднегодовой выработкой электроэнергии 55 млн кВт·ч. Кроме того, можно использовать гидроэнергетические возможности существующих на малых реках водохранилищ неэнергетического назначения путем пристройки к ним ГЭС общей мощностью 6 МВт и выработкой электроэнергии 21 млн кВт·ч/г. [1]. В настоящее время в Беларуси действуют полтора десятка малых ГЭС, часть из которых восстановлена, начиная с 1992 г., из числа ранее заброшенных. Их общая мощность составляет около 8 МВт. Другие показатели использования гидроэнергоресурсов Республики Беларусь в сопоставлении с их техническим потенциалом и аналогичными показателями по сопредельным и другим странам мира приведены в табл. 3. Как следует из табл. 3, состояние освоения гидроэнергоресурсов Беларуси оставляет желать лучшего. Поэтому актуально выявление первоочередных ГЭС, характеризующихся как наибольшей экологической приемлемостью, так и экономической выгодностью.

Таблица 3

**Технический гидроэнергетический потенциал
и освоение гидроэнергоресурсов в ряде стран мира**

Страна	Площадь, млн км ² / население, млн чел.	Тех. потенц., млрд кВт·ч/г.	Действующие ГЭС			
			общей мощн., МВт	в том числе малые		Доля ГЭС, %
				мощн., МВт	число ГЭС	
Беларусь	0,208/10,3	3,0	8,0	8,0	15	0,1
Латвия	0,065/2,6	4,0	1512,0	2,3	9	74,0

Литва	0,065/3,7	3,6	107,0	5,4	14	5,5
Польша	0,313/38,5	12,0	535,0	115,0	250	1,0
Россия	17,075/148,0	1 670,0	39 986,0	53,0	29	26,8
Украина	0,604/52,1	23,5	4 465,0	100,0	149	8,7
Австрия	0,084/8,0	53,7	1 140,0	95,0	1 580	68,0
Бельгия	0,031/10,1	1,4	102,0	102,0	40	0,4

Окончание табл. 3

Страна	Площадь, млн км ² /насел., млн чел.	Тех. потенц., млрд кВт·ч/г	Действующие ГЭС			Доля ГЭС, %
			общей мощн., МВт	в том числе малые		
				мощн., МВт.	число ГЭС	
Исландия	0,103/0,3	64,0	880,0	68,0	84	95,0
Индия	3,29/915	84 044,0	20 576,0	533,0	2 000	25,0
Иордания	0,093/4,3	0,7	6,0	6,0	1	1,0
Испания	0,505/39,1	70,0	14803,0	500,0	735	20,0
Италия	0,301/57	69,0	12 925,0	1 976,0	1 510	18,6
Казахстан	2,724/17	62,5	2 129,0	80,0	19	10,0
Канада	9,911/27,3	631,7	64 770,0	700,0	200	62,0
Китай	9,597/1200	1 923,3	52 180,0	18 000,0	85 400	18,0
Люксембург	0,003/0,4	0,1	33,0	22,0	13	7,2
Нидерланды	0,037/15	0,2	30,0	30,0	14	0,2
Норвегия	0,324/4,3	200,0	26 000,0	746,0	346	99,6
Португалия	0,100/9,4	24,5	4 125,0	230,0	74	25,6
Румыния	0,238/22,8	40,0	5 871,0	331,0	225	28,7
США	9,39/260	528,5	74 856,0	2957,0	842	9,9
Финляндия	0,338/5,1	19,7	2 827,0	365,0	205	19,0
Франция	0,549/56,7	72,0	23 100,0	1 600,0	1 350	15,4
Швейцария	0,041/6,9	41,0	10 118,0	737,0	1 000	59,0
Швеция	0,450/8,8	130,0	16 450,0	250,0	600	52,0
Япония	0,378/125	134,2	21 171,0	7 000,0	1 350	9,3

К экологически приемлемым вариантам ГЭС группы 1 отнесены те, у которых удельная площадь затоплений меньше 0,5 га/кВт, а мелководий – меньше 0,2 га/кВт установленной мощности. Для группы 2 эти показатели находятся в пределах соответственно 0,5–3,5 га/кВт и 0,2–1,4 га/кВт. Данные о количестве, группах экологической приемлемости и мощностях ГЭС представлены в табл. 4.

Таблица 4

Экологически приемлемые варианты ГЭС

Реки	Группа экологической приемлемости	Количество ГЭС	Общая мощность ГЭС, МВт
Неман и его	1	8	94,0

притоки	2	11	6,4
	3	6	1,7
Притоки Западной Двины	1	16	26,1
	2	11	8,5
	3	1	0,1
Притоки Припяти	3	3	2,8
Всего		56	139,6

Из табл. 4 следует, что по общей установленной мощности группа 1 составляет 86 %, а в бассейне Припяти развитие малой энергетики ограничено.

Связь экологии и энергосбережения четко просматривается в основных приоритетных мероприятиях, направленных на снижение парникового эффекта и рекомендованных бюро по защите окружающей среды [4]. Эти мероприятия относятся к нескольким направлениям и включают следующий перечень, непосредственно связанный с энергетикой:

- более эффективное производство, передача и распределение энергии;
- эффективные моторы и приводы;
- освещение и водяное отопление;
- возобновляемые виды энергии, такие, как фотоэлектрическая, солнечно-тепловая и энергия ветра;
- газификаторы биомассы;
- устойчивое производство биомассы для замены ископаемого топлива;
- совершенные, эффективные газотурбинные циклы;
- микрогидроэнергия;
- переход в топливе на природный газ;
- переработка городских и сельских отходов.

Одним из направлений экологизации энергосбережения может являться проведение совместного эколого-энергетического аудита и экспертизы и соблюдение экологического законодательства в энергосбережении. Взаимосвязь экологии и энергосбережения выражается простой формулой: экономить энергию – уменьшается отрицательное воздействие на окружающую среду.

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРЕДПРИЯТИЯ И АНАЛИЗ СВЯЗИ ПРИБЫЛИ ПРЕДПРИЯТИЯ И ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Примером увязки размера прибыли предприятия и выбросов в окружающую среду является *следующий расчет*.

1. Определяется относительный коэффициент выброса (для каждого загрязняющего вещества):

$$E = \Pi / \Phi = \sum_i A_i m_i^{(1)} / \sum_i A_i^{(0)}, \quad (1)$$

где Π – максимально допустимая концентрация (плановая величина);

Ф – фактическая концентрация;
A_i – относительная опасность выбросов;
m_i – масса выбросов.

2. Производится корректировка хозрасчетного дохода предприятия:

$$K = f E \quad (f - \text{корректирующий коэффициент}). \quad (2)$$

3. Оценивается величина экономического коэффициента:
при превышении нормы выбросов ($E < 1$) коэффициент определяется как

$$K = \lg E / 2 + 1. \quad (3)$$

Дополнительная прибыль составит

$$\Pi = \Pi_0 [(\lg E / 2 + 1) - 1], \quad (4)$$

при соблюдении нормы выбросов показатели $E = 1$ и $K = 1$; при этом $\Pi = 0$;

в случае невыполнения нормативов ($E > 1$) $K = \lg E - 1$.

Дополнительная прибыль составит

$$\Pi = \Pi_0 [(\lg E + 1) - 1]. \quad (5)$$

Следующие числовые примеры показывают влияние загрязнения окружающей среды на прибыль предприятия:

$E = 0,5$ – двукратное превышение выбросов; 15 % прибыли должно дополнительно отводиться в бюджет района или государства;

$E = 1$ – соблюдение нормы по вредным выбросам; прибыль предприятия при этом не меняется;

$E = 2$ – вредные выбросы вдвое ниже плановых величин; предприятие получает дополнительно 30 % от величины прибыли региона.

4. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Задача 1. Произведите экономическую оценку и анализ возможности получения дополнительной прибыли для энергосистемы, в которую входят 5 ТЭС.

Исходные данные:

Вариант	$W_э$, млн кВт·ч	W_m , Гкал	Выбросы, тыс. т	Годовой норматив выбросов, тыс. т
1	4,81	3521	3,794	12,237
2	4,20	3763	3,927	
3	2,98	2441	3,807	4,518
4	2,80	2687	3,644	
5	7,43	2443	2,331	3,699
6	7,59	2538	2,166	
7	14,68	3301	14,294	20,661
8	14,91	3383	12,042	
9	18,90	4112	11,802	23,135
10	18,49	4257	15,088	
11	11,62	2139	6,502	8,233
12	12,40	2168	6,318	
13	3,85	3736	8,848	1,11
14	4,05	3919	14,250	

Себестоимость тепло- и электроэнергии:

$$C_m = 32 \text{ р./Гкал};$$

$$C_э = 0,4 \text{ р./кВт·ч.}$$

Цена отпускаемой тепло- и электроэнергии:

$$Ц_m = 70 \text{ р./Гкал};$$

$$Ц_э = 1 \text{ р./кВт·ч.}$$

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Как устроена атмосфера?
2. Источником каких вредных веществ, поступающих в атмосферу, являются энергетические объекты?
3. За счет каких мероприятий можно уменьшить потребление органического топлива?
4. В чем проявляется воздействие вредных выбросов на окружающую среду?
5. Что такое парниковый эффект?
6. Каково значение озонового слоя для жизнедеятельности на Земле?
7. Оказывают ли возобновляемые источники энергии отрицательное воздействие на окружающую среду?
8. Какие мероприятия в сфере энергетики позволяют снизить парниковый эффект?
9. Чем измеряется потенциальная мощность рек Республики Беларусь?
10. Чему равна установленная мощность малых ГЭС?
11. Какие экологические параметры должны учитываться при строительстве малых ГЭС?
12. Что такое когенерация?

ЛИТЕРАТУРА

1. Экономия энергоресурсов в лесной и деревообрабатывающей промышленности / М. В. Алексин [и др.]. – М. : Лесная промышленность, 1982.
2. Современное состояние и возможные пути развития гидроэнергетики Беларуси / А. Н. Альферович [и др.]. // Энергетика (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объедин. СНГ), 1993, № 3-4.
3. Ларин, И. К. Почему важно сохранить озоновый слой и что для этого делается? / И. К. Ларин // Энергетика (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объедин. СНГ), 1997, № 7.
4. Малая гидроэнергетика / Л. П. Михайлов [и др.]. – М. : Энергоатомиздат, 1989.
5. Отчет о мировом развитии – 1992. Развитие и окружающая среда. – М. : МГУ, 1995.
6. Резниковский, А. Ш. Гидроэлектростанция в энергетических системах России / А. Ш. Резниковский, М. И. Рубинштейн // Гидротехническое строительство, 1997, № 10.
7. Советский энциклопедический словарь. – М. : Советская энциклопедия, 1980.
8. Центральное теплоснабжение в Дании. Исследования и разработка технологии. – Копенгаген : Датское министерство энергетики. – М., 1993.
9. Энергосберегающие технологии в современном строительстве. – М. : Стройиздат, 1990.

Содержание

1. Экологические аспекты невозобновляемых источников энергии.....	3
2. Экологические аспекты возобновляемых источников энергии	8
3. Экономическая оценка предприятия и анализ связи прибыли предприятия и выбросов в окружающую среду	11
4. Практические задания.....	13
5. Контрольные вопросы для самостоятельной работы.....	14
Литература.....	15

Библиотека БГУИР

Учебное издание

Кирвель Иван Иосифович
Петровская Вероника Ивановна
Цявловская Наталья Владимировна

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ**

Методическое пособие
для практических занятий по дисциплине
«Основы экологии и энергосбережения»

Редактор Е. Н. Батурчик
Корректор М. В. Тезина

Подписано в печать 06.07.2007.
Гарнитура «Таймс».
Уч.-изд. л. 1,0.

Формат 60x84 1/16.
Печать ризографическая.
Тираж 250 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 1,16.
Заказ 256.

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0056964 от 01.04.2004. ЛП №02330/0131666 от 30.04.2004.
220013, Минск, П. Бровки, 6