



ЭКОЛОГИЯ ЭНЕРГЕТИКИ

учебное пособие

ЭКОЛОГИЯ ЭНЕРГЕТИКИ

учебное пособие

Под общей редакцией В.Я.Путилова

Допущено Учебно-методическим объединением вузов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по всем специальностям направления подготовки дипломированных специалистов 650800 «Теплоэнергетика», а также по направлению 650900 «Электроэнергетика» при изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности».

Рекомендовано Департаментом научно-технической политики и развития РАО «ЕЭС России» в качестве учебного пособия по экологии энергетики для слушателей программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов предприятий и организаций электроэнергетики РАО «ЕЭС России».



Москва Издательство МЭИ 2003

УДК 620.9:502(075.8)
ББК [20.18+31.15]я73
Э 40

Книга издана при финансовой поддержке
ОАО «Рязанская ГРЭС»

Редакционная коллегия

В.Я. Путилов	директор ЦППЭЭ МЭИ — главный редактор
Б.С. Ксенофонтов	профессор МГТУ им. Н. Э. Баумана — заместитель главного редактора
М.И. Сапаров	в.н.с. ЭНИН им. Г. М. Кржижановского
А.В. Орлов	с.н.с. ОАО «ВТИ»
О.А. Терешко	ректор ВИПКэнерго

Рецензенты: докт. техн. наук, проф. А.Ф. Гаврилов, заведующий отделением топлив и экологии энергетики ОАО «Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского»; канд. техн. наук, проф. кафедры котельных установок и экологии энергетики МЭИ (ТУ) Ю.М. Липов; канд. техн. наук, доцент кафедры электроэнергетических систем Института электроэнергетики МЭИ (ТУ) А.А. Гремяков

Авторы: В.В. Авдеев, А.Б. Автономов, В.С. Агабабов, С.Н. Анничков, А.Б. Басс, П.А. Березинец, Т.В. Богомолова, К.П. Боричев, М.Ю. Булышко, В.П. Глебов, С.В. Гуськов, А.В. Иванов, Е.Т. Ильин, Б.И. Казанджан, А.В. Клевцов, И.Л. Колдаева, О.Ю. Коненков, В.Р. Котлер, Б.С. Ксенофонтов, Ю.Н. Кучеров, И.В. Лимонова, М.Г. Лысков, Л.М. Макальский, К.И. Машкович, А.А. Мошкин, Н.Б. Нефедьев, А.В. Орлов, Н.Е. Персанова, О.А. Поваров, Ю.Б. Поволоцкий, В.А. Пронин, В.Б. Прохоров, С.Г. Псюрниченко, В.Я. Путилов, М.П. Роганков, Г.А. Рябов, М.И. Сапаров, В.А. Сапожникова, А.С. Седлов, В.Н. Семенов, М.Д. Столяров, С.Г. Тишин, В.М. Ткаченко, С.Е. Токарева, Г.В. Томаров, А.В. Троицкий, В.Б. Тупов, С.А. Фадеев, Д.Л. Файбисович, В.В. Шищенко, И.Н. Шмиголь, А.Н. Шпагина.

Экология энергетики: Учебное пособие / Под общей редакцией В.Я. Путилова. М.: Издательство МЭИ, 2003. — 716 с.: ил.

ISBN 5-7046-1032-3

Изложены сведения по основным проблемам экологии энергетики. Для специалистов предприятий и организаций РАО «ЕЭС России» и энергопредприятий других отраслей, работающих в области экологии энергетики, для инженерно-технических работников по проектированию, наладке, эксплуатации и надзору за эксплуатацией оборудования энергетических предприятий и цехов. Предназначено также для студентов вузов в качестве учебного пособия по экологии энергетики.

УДК 620.9:502(075.8)
ББК [20.18+31.15]я73

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7	2.2.4. Государственное регулирование обращения с отходами производства и потребления в Российской Федерации	121
Введение	9	2.3. Государственная политика в области охраны окружающей среды	129
Глава первая. Состояние и прогноз развития энергетики	11	2.3.1. Основные положения государственной экологической политики	129
1.1. Энергетика России	11	2.3.2. Механизмы реализации государственной экологической политики	130
1.1.1. Состояние российской энергетики и перспективы ее развития на период до 2010 г.	11	2.3.3. Перспективы развития экологического менеджмента и экологического аудита в России	137
1.1.2. Развитие электрических сетей напряжением 110 кВ и выше	23	2.4. Государственная экологическая экспертиза проектов	138
1.1.3. Состояние и перспективы развития атомной энергетики	29	2.4.1. Цели и задачи экологической экспертизы ..	138
1.1.4. Геотермальная энергетика	41	2.4.2. Порядок проведения государственной экологической экспертизы	139
1.1.5. Современные солнечные и ветровые энергоустановки	50	2.4.3. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС)	142
1.2. Мировая энергетика	60	2.5. Метрологическое обеспечение природоохранной деятельности в энергетике	143
1.2.1. Состояние и прогноз развития мировой энергетики	60	2.5.1. Общие положения	143
1.2.2. Потребление первичной энергии и структура топливопотребления в мире	72	2.5.2. Требования к результатам экоаналитических измерений	144
Список литературы к гл. 1	78	2.5.3. Требования к средствам измерений	144
Глава вторая. Общепроblemные вопросы экологии энергетики	80	2.5.4. Требования к вспомогательному оборудованию	145
2.1. Основные понятия об экологии энергетики.	80	2.5.5. Требования к испытательному оборудованию	145
2.1.1. Экология — наука об устройстве многоуровневых систем в природе, обществе и их взаимодействии	80	2.5.6. Требования к средствам метрологического обеспечения	146
2.1.2. Концепция экосистемы как кибернетической природной системы	83	2.5.7. Требования к методикам выполнения измерений	146
2.1.3. Применение методологии системного подхода к исследованию экосистем и сложных экологических ситуаций	86	2.5.8. Требования к средствам пробоотбора	146
2.1.4. Некоторые результаты модельных исследований физических и социально-экономических систем мира	90	2.5.9. Требования к технической компетентности лабораторий	147
2.2. Правовые основы природоохранной деятельности	95	Список литературы к гл. 2	151
2.2.1. Экологическое законодательство	95	Глава третья. Охрана воздушного бассейна	152
2.2.2. Охрана атмосферного воздуха	102	3.1. Образование и методы снижения выбросов оксидов азота	152
2.2.3. Платное водопользование в Российской Федерации	113		

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7	2.2.4. Государственное регулирование обращения с отходами производства и потребления в Российской Федерации	121
Введение	9	2.3. Государственная политика в области охраны окружающей среды	129
Глава первая. Состояние и прогноз развития энергетики	11	2.3.1. Основные положения государственной экологической политики	129
1.1. Энергетика России	11	2.3.2. Механизмы реализации государственной экологической политики	130
1.1.1. Состояние российской энергетики и перспективы ее развития на период до 2010 г.	11	2.3.3. Перспективы развития экологического менеджмента и экологического аудита в России	137
1.1.2. Развитие электрических сетей напряжением 110 кВ и выше	23	2.4. Государственная экологическая экспертиза проектов	138
1.1.3. Состояние и перспективы развития атомной энергетики	29	2.4.1. Цели и задачи экологической экспертизы ..	138
1.1.4. Геотермальная энергетика	41	2.4.2. Порядок проведения государственной экологической экспертизы	139
1.1.5. Современные солнечные и ветровые энергоустановки	50	2.4.3. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС)	142
1.2. Мировая энергетика	60	2.5. Метрологическое обеспечение природоохранной деятельности в энергетике	143
1.2.1. Состояние и прогноз развития мировой энергетики	60	2.5.1. Общие положения	143
1.2.2. Потребление первичной энергии и структура топливопотребления в мире	72	2.5.2. Требования к результатам экоаналитических измерений	144
Список литературы к гл. 1	78	2.5.3. Требования к средствам измерений	144
Глава вторая. Общепроblemные вопросы экологии энергетики	80	2.5.4. Требования к вспомогательному оборудованию	145
2.1. Основные понятия об экологии энергетики	80	2.5.5. Требования к испытательному оборудованию	145
2.1.1. Экология — наука об устройстве многоуровневых систем в природе, обществе и их взаимодействии	80	2.5.6. Требования к средствам метрологического обеспечения	146
2.1.2. Концепция экосистемы как кибернетической природной системы	83	2.5.7. Требования к методикам выполнения измерений	146
2.1.3. Применение методологии системного подхода к исследованию экосистем и сложных экологических ситуаций	86	2.5.8. Требования к средствам пробоотбора	146
2.1.4. Некоторые результаты модельных исследований физических и социально-экономических систем мира	90	2.5.9. Требования к технической компетентности лабораторий	147
2.2. Правовые основы природоохранной деятельности	95	Список литературы к гл. 2.	151
2.2.1. Экологическое законодательство	95	Глава третья. Охрана воздушного бассейна	152
2.2.2. Охрана атмосферного воздуха	102	3.1. Образование и методы снижения выбросов оксидов азота	152
2.2.3. Платное водопользование в Российской Федерации	113		

3.1.1. Образование оксидов азота при горении органических топлив	152	3.7.2. Особенности организации охраны воздушного бассейна на предприятиях электрических и тепловых сетей	270
3.1.2. Режимные мероприятия по снижению выбросов оксидов азота	156	3.8. Контроль выбросов вредных (загрязняющих) веществ на ТЭС и в котельных	273
3.1.3. Технологические методы снижения выбросов оксидов азота при факельном сжигании органического топлива	157	3.8.1. Общие понятия, термины и определения	273
3.1.4. Очистка дымовых газов от оксидов азота	177	3.8.2. Нормативно-методическое обеспечение контроля выбросов ТЭС и котельных	274
3.1.5. Методы расчетного определения мощности и валовых выбросов оксидов азота котлами ТЭС	180	3.8.3. Приборное обеспечение контроля выбросов ТЭС и котельных	276
3.2. Золоулавливание на ТЭС	184	Список литературы к гл. 3	280
3.2.1. Основы теории золоулавливания	184	<i>Глава четвертая. Охрана водного бассейна от сбросов энергопредприятий</i>	284
3.2.2. Типы, конструкции и эффективность работы золоуловителей	185	4.1. Охрана водного бассейна от сбросов ТЭС	284
3.2.3. Очистка дымовых газов в электрофильтрах	195	4.1.1. Технология водопользования на ТЭС	284
3.3. Образование и методы снижения выбросов SO ₂ , V ₂ O ₅ и бенз(а)пирена	199	4.1.2. Нормирование сбросов загрязняющих веществ со сточными водами ТЭС	286
3.3.1. Сероочистка дымовых газов ТЭС	199	4.1.3. Экономический механизм природопользования	287
3.3.2. Методы снижения выбросов соединений ванадия при сжигании жидкого топлива	227	4.1.4. Основные направления сокращения сброса и утилизации сточных вод	289
3.3.3. Образование и методы снижения выбросов бенз(а)пирена при сжигании топлив	230	4.2. Методы очистки сточных вод	293
3.4. Снижение вредных выбросов в атмосферу при использовании новых технологий сжигания	238	4.2.1. Механическая очистка сточных вод	293
3.4.1. Сжигание твердого топлива в котлах с кипящим и циркулирующим кипящим слоем	238	4.2.2. Химические методы очистки сточных вод	294
3.4.2. Сжигание твердого топлива в расплаве	251	4.2.3. Физико-химические методы очистки сточных вод	294
3.4.3. Циклонный предтопок как средство снижения вредных выбросов в атмосферу	253	4.2.4. Основы биологической очистки сточных вод	297
3.5. Парниковые газы и электроэнергетика	256	4.2.5. Устройства для биологической очистки сточных вод	298
3.5.1. Конвенция ООН по изменению климата и Киотский протокол	256	4.2.6. Доочистка сточных вод на активных углях	300
3.5.2. Парниковые газы и система мониторинга их выбросов	257	4.2.7. Очистка поверхностных сточных вод предприятий энергетики и транспорта	301
3.5.3. Перспективы снижения выбросов парниковых газов предприятиями электроэнергетики	258	Список литературы к гл. 4	303
3.6. Расчет концентраций вредных веществ в приземном слое атмосферы	261	<i>Глава пятая. Золошлаки и промотходы энергопредприятий</i>	305
3.6.1. Общие положения	261	5.1. Золошлакоудаление ТЭС и котельных	305
3.6.2. Расчет загрязнения атмосферы выбросами одиночного источника	261	5.1.1. Краткая характеристика систем золошлакоудаления ТЭС	305
3.6.3. Расчет загрязнения атмосферы выбросами группы источников	263	5.1.2. Основные характеристики и свойства золошлаков ТЭС	312
3.7. Нормирование выбросов энергопредприятий	263	5.1.3. Влияние ЗШХ на окружающую среду	321
3.7.1. Нормирование выбросов ТЭС и котельных	263	5.1.4. Экологически приемлемые системы золошлакоудаления ТЭС	326
		5.1.5. Переработка золошлаков ТЭС	333
		5.2. Организация обращения с отходами производства и потребления энергопредприятий	346
		Список литературы к гл. 5	363

<i>Глава шестая. Факторы физического воздействия энергопредприятий на окружающую среду</i>	365	Список литературы к гл. 7	505
6.1. Шум от энергетического оборудования и способы его снижения	365	<i>Глава восьмая. Экономика и менеджмент в энергетике</i>	507
6.1.1. Особенности шумового воздействия от энергетического оборудования	365	8.1. Экономика энергетики	507
6.1.2. Основные понятия и характеристики шума	365	8.1.1. Оборотные средства и показатели эффективности их использования	507
6.1.3. Нормирование шума	369	8.1.2. Основные средства (фонды). Виды оценки основных средств	511
6.1.4. Источники шума	369	8.1.3. Производственные мощности энергетических предприятий и показатели их использования	517
6.2. Электромагнитное загрязнение окружающей среды объектами электроэнергетики	373	8.1.4. Издержки производства. Себестоимость продукции	518
6.2.1. Результаты исследований электромагнитного загрязнения окружающей среды электропередачами	373	8.2. Инвестиции в природоохранную деятельность	525
6.3. Особенности воздействия объектов гидро-энергетики на окружающую среду	400	8.2.1. Экономическая оценка природоохранных технологий (мероприятий) в энергетике	525
6.4. Рыбозащитные сооружения в энергетике	403	8.2.2. Зарубежные источники финансирования природоохранной деятельности	533
6.4.1. Актуальность проблемы рыбозащиты	403	8.3. Квалификация персонала и научно-технический прогресс	537
6.4.2. Основные положения рыбозащиты [6.19]	405	8.4. Налоги в экономике предприятий	544
6.4.3. Обоснование необходимости применения рыбозащитных устройств с потокоформирующими элементами	407	8.4.1. Налоговая система Российской Федерации	544
6.4.4. Структурная классификация РЗУ	408	8.4.2. Налог на добавленную стоимость	552
6.4.5. Основные функциональные элементы РЗУ	409	8.4.3. Земельный налог	554
6.4.6. Выбор оптимальной конструкции РЗУ	415	8.4.4. Плата за пользование водными объектами	555
6.4.7. Примеры конструирования РЗУ	418	8.4.5. Платежи за загрязнение окружающей природной среды	556
Список литературы к гл. 6	420	8.4.6. Налог на прибыль	557
<i>Глава седьмая. Перспективные технологии производства энергии и энергосбережение</i>	422	8.5. Электроэнергетический сектор отечественного рынка ценных бумаг	559
7.1. Перспективные технологии при производстве энергии	422	Список литературы к гл. 8	564
7.1.1. Совершенствование теплового цикла ТЭС	422	<i>Приложения. Основные положения правовых и нормативных актов по природоохранной деятельности в электроэнергетике</i>	565
7.1.2. Газотурбинные и парогазовые установки	426	Список приложений	566
7.1.3. Тепло- и электроснабжающие установки малой мощности	444	Приложение 1. Федеральный закон № 7-ФЗ от 10 января 2002 г. «Об охране окружающей среды»	567
7.1.4. Каталитические тепловые электростанции (КТЭС)	457	Приложение 2. Основные положения правовых и нормативных актов по охране атмосферного воздуха	595
7.1.5. Конденсаторы ТЭС с воздушным охлаждением	463	Приложение 2.1. Федеральный закон № 96-ФЗ от 4 мая 1999 г. «Об охране атмосферного воздуха»	595
7.2. Энергосбережение	480	Приложение 2.2. Перечень документов по расчету выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферный воздух	608
7.2.1. Энергосбережение при производстве электрической и тепловой энергии	480		
7.2.2. Применение детандер-генераторных агрегатов для утилизации избыточного давления транспортируемого природного газа	482		
7.2.3. Новые уплотнительные и огнезащитные материалы для энергопредприятий	488		
7.2.4. Тепловизионная диагностика энергетического оборудования	499		

Приложение 2.3. Перечень методик выполнения измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий	620	Приложение 4.3. Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды	653
Приложение 2.4. Список программ для расчета загрязнения атмосферы при установлении ПДВ (ВСВ)	630	Приложение 5. Основные положения правовых и нормативных актов об экологической экспертизе	659
Приложение 3. Федеральные правовые и нормативные акты о плате за пользование водными объектами	631	Приложение 5.1. Федеральный закон № 174-ФЗ от 23 ноября 1995 г. «Об экологической экспертизе» (с изменениями на 15 апреля 1998 года)	659
Приложение 3.1. Федеральные законы о плате за пользование водными объектами	631	Приложение 5.2. Положение о порядке проведения государственной экологической экспертизы (Утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 11 июня 1996 г. № 698)	675
Приложение 3.2. Постановление Правительства Российской Федерации № 18 от 22 июля 1998 г. «Об утверждении минимальных и максимальных ставок платы за пользование водными объектами по бассейнам рек, озерам, морям и экономическим районам»	634	Приложение 6. Основные положения государственных стандартов Российской Федерации по охране окружающей среды	679
Приложение 4. Основные положения федеральных правовых и нормативных актов по обращению с отходами производства и потребления	638	Приложение 6.1. Выдержки из ГОСТ Р ИСО 14004-98. Системы управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования	679
Приложение 4.1. Основные положения федеральных законов по обращению с отходами производства и потребления	638	Приложение 6.2. Выдержки из ГОСТ Р ИСО 14001-98. Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению	697
Приложение 4.2. Федеральный классификационный каталог отходов	647	Приложение 6.3. Выдержки из ГОСТ Р ИСО 14001-98. Руководящие указания по экологическому аудиту. Основные принципы	712

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 1996 г. в РАО «ЕЭС России» была принята «Экологическая программа тепловых и гидравлических электростанций России на период до 2005 года», разработанная по решению правления РАО «ЕЭС России» и базирующаяся на Законе Российской Федерации «Об охране окружающей среды», «Национальном плане действий России по окружающей среде» и «Энергетической стратегии России». Программой определены основные направления научно-технической политики и пути решения экологических проблем тепловых и гидравлических электростанций отрасли на период до 2005 г. В разработке программы принимали участие ведущие специалисты Департамента научно-технической политики и развития, научно-исследовательских, проектных и специализированных организаций РАО «ЕЭС России» и Московского энергетического института.

Основной задачей Экологической программы в области электроэнергетики является определение путей и условий, при которых надежное энергообеспечение существующих и планируемых нагрузок потребителей не приведет к увеличению техногенного влияния на окружающую среду. В отличие от прежних подходов, основанных на экстенсивной разработке и освоении энергоресурсов, принятая «Энергетическая стратегия России» ориентирована на повышение эффективности энергопроизводства и проведение политики энергосбережения. Дальнейшее наращивание производства электроэнергии должно сопровождаться не только экономическим, но и экологическим обоснованием целесообразности использования различных источников энергии, усилением роли региональной энергетической политики, расширением использования местных топливно-энергетических ресурсов, формированием энергетического рынка для создания конкурентной среды в сфере производства и потребления энергоресурсов.

Одним из основных направлений в области природоохранной деятельности электроэнергетической отрасли в ближайшие годы и в рассматриваемой перспективе является совершенствование системы экологической подготовки и повышения квалификации работников электростанций.

Учебное пособие «Экология энергетики» разработано преподавателями ЦППЭЭ МЭИ для программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки персонала предприятий и организаций РАО «ЕЭС России», энергопредприятий и организаций других отраслей и ведомств, работающих в области экологии энергетики в соответствии с базовыми учебными планами и программами, утвержденными в установленном образовательном стандартом порядке. Базовые учебные планы были разработаны директором ЦППЭЭ МЭИ В.Я. Путиловым и его заместителем В.Б. Прохоровым при участии В.В. Демкина и В.М. Микушевич и согласованы в 1997 г. с Департаментом научно-технической политики и развития РАО «ЕЭС России». При разработке учебного пособия были учтены программы повышения квалификации специалистов энергопредприятий ОАО «Мосэнерго» в области экологии электроэнергетики, согласованные с учетом предложений службы экологии ОАО «Мосэнерго». Кроме того, были использованы учебно-методические материалы ЦППЭЭ МЭИ, разработанные в 1998—2003 гг. для программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки персонала энергопредприятий РАО «ЕЭС России» и других отраслей экономики по специальностям: «Тепловые электрические станции (тепловая часть)», «Электроэнергетические системы и сети» и «Электрические станции», а также для программ повышения квалификации инженеров-инспекторов по эксплуатации энергооборудования, охране труда и пожарной безопасности энергопредприятий.

Настоящее учебное пособие является попыткой системного изложения совокупности основных сведений по важнейшим направлениям проблемы экологии энергетики и не заменяет учебников или учебных пособий, в которых более подробно рассматриваются отдельные вопросы экологии энергетики. Целью создания этого учебного пособия являлось стремление оказать практическую помощь специалистам энергопредприятий и энергоцехов при решении широкого спектра вопросов по проблеме экологии энергетики на основе целостного представления о влиянии ее объектов на окружающую среду и

информации о природоохранной технике и технологиях на современном этапе.

В разработке учебного пособия принимали участие представители:

Внешторгбанка России: А. Б. Басс (п. 1.1.3 и § 8.5);

Всероссийского института экономики минерального сырья МПР России и РАН: А.Н. Шпагина (п. 2.2.3);

Департамента природопользования и охраны окружающей среды правительства Москвы: Л.М. Макальский (п. 7.2.4);

ЗАО «Геотерм»: О.А. Поваров, В.Н. Семенов, Г.В. Томаров (п. 1.1.4);

МГОУ: С.В. Гуськов (§ 8.4);

МГТУ: Б.С. Ксенофонтов (§ 4.2);

Минэкономразвития и торговли России: И.В. Лимонова (п. 2.2.1 и § 2.3);

МПР России: Н.Б. Нефедьев, С.Г. Псюрниченко, В.А. Сапожникова (п. 2.2.4);

Управления энергосбережения и экологии ОАО «Газпром»: М.Ю. Булышко (п. 2.2.2);

МЭИ (ТУ): В.С. Агабабов (п. 7.2.2), Т.В. Богомолова (§ 8.3), Е.Т. Ильин (пп. 7.1.3 и 7.2.3), Б.И. Казанджан (п. 1.1.5), А.В. Клевцов (п. 7.1.5), М.Г. Лысков (§ 2.1, 3.6 и п. 7.1.4), В.А. Пронин (п. 7.1.5), В.Б. Прохоров (п. 3.2.1, 3.2.2, § 3.6, п. 7.1.4), В.Я. Путилов (§ 5.1), А.С. Седлов (§ 4.1), С.Г. Тишин (пп. 7.1.1, 7.2.1), В.Б. Тупов (§ 6.1);

Некоммерческой экологической организации «Энергетический углеродный фонд РАО «ЕЭС России»: М.П. Роганков (§ 3.5);

НПО «Техносервис-Электро»: М.Д. Столяров (§ 6.2);

НПО «УНИХИМТЕК»: В.В. Авдеев, И.Л. Колдаева, С.Е. Токарева (п. 7.2.3);

ОАО «ВТИ»: А.Б. Автономов (п. 1.2.1, § 8.1, п. 8.2.1), С.Н. Анничков (пп. 3.3.2 и 3.3.3), П.А. Березинец (п. 7.1.2), В.П. Глебов (пп. 3.3.2 и 3.3.3), А.В. Орлов (§ 3.7, пп. 5.1.1, 5.1.3, 5.1.4, § 5.2), В.Р. Котлер (п. 1.2.2, § 3.1, пп. 3.4.2 и 3.4.3), Г.А. Рябов (п. 3.4.1), И.Н. Шмиголь (п. 3.3.1);

ОАО «Институт ВНИПИЭнергопром»: В.В. Шищенко (§ 4.1);

ОАО «Институт Гидропроект»: А.В. Иванов (§ 6.4), А.В. Троицкий (§ 6.3);

ОАО «Институт Теплоэлектропроект»: К.П. Боричев (п.п. 5.1.1, 5.1.3 и 5.1.4);

ОАО «Институт Энергосетьпроект»: Д.Л. Файбисович (п. 1.1.2);

ОАО «НИИОГАЗ»: А.А. Мошкин, В.М. Ткаченко (п. 3.2.3);

ОАО «ЭНИН»: О.Ю. Коненков (§ 3.8), М.И. Сапаров (§ 3.8, п. 8.2.2), С.А. Фадеев (§ 3.8);

ООО «Фирма Даугелло-Т»: Ю.Б. Поволоцкий (§ 3.7);

ФГУ «Центр экологического контроля и анализа» МПР России: К.И. Машкович (§ 2.5);

Фонда «Центр экологических проектов Всероссийского общества охраны природы»: Н.Е. Персанова (§ 2.4);

ФСК РАО «ЕЭС России»: Ю.Н. Кучеров (п. 1.1.1).

Авторы выражают искреннюю признательность рецензентам за конструктивные замечания и пожелания, которые позволили улучшить учебное пособие.

Авторский коллектив выражает благодарность сотрудникам кафедры котельных установок и экологии энергетики МЭИ ассистенту И.В. Путиловой и научному сотруднику Е.А. Маликовой за большую помощь при работе над рукописью.

Авторы выражают благодарность Генеральному директору ОАО «Рязанская ГРЭС» В.В. Морозову за финансовую поддержку издания учебного пособия.

Авторы с благодарностью примут предложения и замечания читателей, которые будут учтены при подготовке последующих изданий учебного пособия. Отзывы и предложения просим направлять по адресу: 111250, Москва, Красноказарменная ул., д. 14, ГОУВПО «МЭИ (ТУ)», директору ЦППЭЭ МЭИ В.Я. Путилову.

Тел/Факс (095) 362-7912;

E-mail: PutilovVY@mpei.ru,

WEB-сайт: www.cppee.narod.ru

Авторы

ВВЕДЕНИЕ

Электроэнергетика — одна из ключевых отраслей страны, ей принадлежит определяющая роль в энергоснабжении всего народного хозяйства и населения. Ее опережающее развитие способствует росту технического прогресса во всех сферах деятельности человека, а также обуславливает улучшение экологических характеристик хозяйственных структур, предоставляя обществу возможность пользоваться экологически чистым видом энергии, обеспечивая человеку комфортные условия и укрепляя социальную устойчивость. Вместе с тем электроэнергетическое производство может оказывать существенное влияние на окружающую среду посредством выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в атмосферу, водные бассейны, почву, а также за счет вовлечения больших площадей в строительство энергообъектов и энергосоружений (водохранилищ, золошлакоотвалов, шламоотвалов и др.). Указанное влияние обусловлено технологическими особенностями электроэнергетического производства и не может быть полностью исключено, однако уменьшение негативного влияния энергообъектов на окружающую среду является настоятельной задачей инженеров, ученых и специалистов, работающих в этой отрасли.

В 1970 г. группа специалистов различных стран во главе с Деннисом Медоузом завершила фундаментальное исследование проблемы взаимодействия экономики, общества и окружающей среды. Результаты этих исследований нашли свое отражение в книге «Пределы роста». Авторы пришли к выводу, что физические пределы использования человеком материальных и энергетических ресурсов будут достигнуты через несколько десятилетий. В 1991 г., анализируя имеющиеся данные и результаты расчетов по математической модели, авторы показали, что, несмотря на совершенствование технологий, расширение знаний и более строгую природоохранную политику, многие потоки ресурсов и загрязнений уже вышли за пределы устойчивости.

На сигналы о том, что потребление ресурсов и выбросы загрязняющих веществ вышли за пределы устойчивости, человечество может отреагировать тремя способами.

Первый способ — скрывать, отрицать или «запутывать» сигналы, например: строить более высокие дымовые трубы или тайно и незаконно производить захоронения токсичных отходов на чужой территории; сознательно чрезмерно эксплуатировать рыбные или лесные ресурсы под предлогом сохранения рабочих мест или уплаты долгов, в действительности же ставя под угрозу природные системы, обеспечивающие занятость и платежеспособность. Такие отклики (скорее их отсутствие) представляют собой отказ от решения проблем, обусловленных существованием пределов, и гарантируют возникновение еще более сложных проблем в будущем.

Следующий способ — ослаблять ограничение пределов с помощью технических или экономических мер, не касаясь его внутренних причин: уменьшать объемы загрязняющих веществ, производимых на милю пробега автомобиля или 1 кВт выработанной электроэнергии; разведывать новые ресурсы, использовать их более эффективно, производить их вторичную переработку или заменять одни виды ресурсов другими; с помощью труда и капитала осуществлять те функции, которые обычно выполняла природа (например, перерабатывать стоки). Все эти меры являются неотложными. Большинство из них на время ослабит давление пределов. Но они не затрагивают внутренних причин, обуславливающих появление этой нагрузки.

Третий способ — вернуться назад, признать, что социально-экономическая система с ее нынешней структурой является неуправляемой, что она вышла за пределы и движется к катастрофе, и, следовательно изменить структуру системы.

В системном анализе «изменение структуры» означает изменение информационных связей в системе, т.е. содержания и времени поступления данных, с которыми имеют дело действующие лица системы, а также целей, побудительных мотивов, затрат и обратных связей, вызывающих или ограничивающих то или иное поведение.

Системный подход позволяет найти новые подступы к старым проблемам и открыть еще неизвестные пути их решения.

Результаты анализа мировых статистических данных, компьютерного моделирования показали, что возможные пути в будущее сузились, после того как человечество превысило свои пределы роста. Но имеется еще много вариантов выбора, и они носят решающий характер.

Многообразие вариантов будущего включает в себя различные варианты коллапса, а также плавные переходы к более или менее устойчивым состояниям, когда не предполагается непрерывного роста. Выбор состоит в том, чтобы снизить нагрузку на планету, вызванную деятельностью человека, до устойчивого уровня через разумную политику, разумную технологию и разумную организацию либо ждать, когда в результате происходящих в природе изменений уменьшится количество пищи, энергии, сырья и возникнет совершенно непригодная для жизни окружающая среда.

Результаты исследований показали, что за последние годы некоторые условия для достижения устойчивого развития мирового сообщества исчезли, однако другие, напротив, появились. Благодаря новым технологиям и нововведениям возникли реальные возможности для снижения объема потребления ресурсов и уменьшения потоков загрязнений, циркулирующих в экономической системе, при одновременном повышении качества жизни людей. Можно ликвидировать даже нищету, контролируя рост численности населения, заложенный в его сегодняшней возрастной структуре, если, конечно, этот рост не будет стихийным и длительным и будет сопровождаться мерами по эффективному использованию энергетических и материальных ресурсов и равномерным распределением их.

На основании анализа мировых данных три вывода, сделанные в книге «Пределы роста», остаются справедливыми и сегодня, но их, по мнению авторов, следует усилить — теперь их можно сформулировать в следующем виде:

1. Темпы использования человечеством многих важных видов ресурсов и темпы производства многих видов загрязнений уже превышают допустимые пределы. Без существенного уменьшения потоков материальных и энергетических ресурсов в ближайшие десятилетия произойдет неконтролируемое сокращение следующих душевых показателей: производства продуктов питания, потребления энергии и промышленного производства.

2. Это сокращение не является неизбежным. Чтобы предотвратить его, необходимы следующие изменения: во-первых, всесторонний пересмотр политики и практики, способствующих росту численности населения и уровня материального потребле-

ния; во-вторых, быстрое, резкое повышение эффективности использования материальных и энергетических ресурсов.

3. Технологически и экономически создание устойчивого общества пока еще возможно. Оно может оказаться гораздо более приемлемым в сравнении с обществом, решающим все проблемы за счет постоянного количественного роста. Переход к устойчивому обществу требует тщательно сбалансированных дальних и ближних целей и акцента на достаточности, равенстве и качестве жизни, а не на объеме производства. Он требует большего, чем продуктивность, и большего, чем технология, он требует еще и зрелости, сострадания, мудрости.

Есть множество определений устойчивого общества. Всемирная комиссия по окружающей среде и развитию дала следующее определение: это общество, «удовлетворяющее нужды сегодняшнего поколения, не лишая будущие поколения возможности удовлетворять их собственные нужды».

С точки зрения системной динамики устойчивое общество — это общество, обеспеченное информационными, социальными и институциональными механизмами, способными осуществлять контроль за контурами положительных обратных связей, обусловливающих экспоненциальный рост численности населения и капитала. В социально устойчивом обществе численность населения, запасы капитала и технология должны обеспечивать достаточный и гарантированный материальный уровень жизни для всех. В физически устойчивом обществе потребление сырья и энергии должно осуществляться в соответствии с тремя условиями:

- темпы потребления возобновляемых ресурсов не должны превышать темпов их восстановления;
- темпы потребления невозобновляемых ресурсов не должны превышать устойчивых темпов использования их альтернативной замены;
- интенсивность выбросов и сбросов загрязняющих веществ не должна превышать возможность их поглощения окружающей средой без ухудшения ее качества.

Устойчивое общество будет заинтересовано в качественном развитии, а не в физическом росте. Материальный рост в нем — обдуманное средство, а не вечное право. Это общество не будет выступать ни в поддержку роста, ни против него, а начнет устанавливать различия между видами роста и выяснять порождающие его причины. Прежде чем принять то или иное решение в пользу роста, оно задастся вопросом, для чего этот рост, кто в результате выиграет, сколько это будет стоить, как долго он будет продолжаться и как отразится на источниках и стоках планеты.