



Textbook for the Master Programme
“INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR
ENERGY SAVING AND ENVIRONMENTAL PROTECTION”

Edited by N. Shiryayeva

Lifecycle of Energy, Energy Management and Optimum Decision Making


Жизненный цикл энергии. Энергетический менеджмент и принятие оптимальных решений

Под редакцией Н. Ширяевой

Учебное пособие для магистерской программы
”ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ”



Project
TEMPUS
“LLL Training and Master in
Innovative Technologies for
Energy Saving and
Environmental Control
for Russian Universities,
Involving Stakeholders
GREEN MASTER”



Проект
ТЕМПУС
“Обучение
в течение всей жизни и
магистратура в области
инновационных технологий
в сфере энергосбережения и
экологического контроля в
российских университетах с
участием работодателей
GREEN MASTER”

Book Series GREEN Master Project
Tempus 530620-TEMPUS-1-2012-1-IT-TEMPUS-JPCR

Chief editors:

Prof. Vincenzo Bianco (University of Genoa),
Prof. Nikolay Popov (Tambov State Technical University),
Prof. Alexander Noskov (Ural Federal University),
Prof. Nikolay Kornilov (Stavropol State Agricultural University).

	Book Title	Book Editor
1	Green technologies for sustainable development	Prof. Natalia Tarasova
2	Energy efficiency improvement in natural and industrial systems	Prof. Nikolay Popov
3	Basis of thermodynamics and exergy analysis	Prof. Luca Tagliafico
4	Lifecycle of energy, energy management and optimum decision making	Prof. Vladimir Alekhin
5	Energy and environmental audit	Prof. Nikolay Popov
6	Engineering and economic analysis of energy saving activities	Prof. Sergey Fedosov
7	Environmental safety and energy sustainable development	Prof. Nikolay Kornilov
8	Practical application of energy saving technologies	Prof. Viktor Semenov
9	Modelling technological and natural systems	Prof. Yury Panov
10	Glossary for GREENMA project	Angelo Musaio Lilia Mozerova

Проект
ТЕМПУС 530620–TEMPUS–1–2012–1–IT–TEMPUS–JPCR
«Обучение в течение всей жизни и магистратура в области инновационных технологий в сфере энергосбережения и экологического контроля в российских университетах с участием работодателей «GREENMA»

Редакционный совет серии учебных пособий проекта «GREENMA»:
профессор В. Бьянко, Университет г. Генуи, Италия;
профессор Н. Корнилов, Ставропольский государственный аграрный университет;
профессор А. Носков, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина;
профессор Н. Попов Тамбовский государственный технический университет

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ЭНЕРГИИ. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ И ПРИНЯТИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ

Учебное пособие

Допущено Учебно-методическим объединением вузов по образованию в области химической технологии и биотехнологии для студентов, обучающихся по направлению 241000 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (квалификация/степень-магистр)

Допущено Уральским отделением Учебно-методического объединения вузов РФ по образованию в области строительства в качестве учебного пособия для бакалавров, специалистов и магистров, обучающихся по направлению 270800 – «Строительство» по всем формам обучения

Тамбов
Издательство Першина Р.В.
2014

УДК 621.311.22:005 (075.8)
ББК 65.305.142 – 21я73
Ж71

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор **А.Л. Кришан**, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»;
заслуженный строитель России **В.Н. Падчин**,
Генеральный директор Союза строителей Свердловской области.

Авторы:

Часть 1 (разделы 1.1 и 1.3) – доцент Н.П. Ширяева (УрФУ), раздел 1.2 – доцент А.В. Гришкова (Пермский национальный исследовательский политехнический университет – ПНИПУ). Часть 2 (раздел 2.1) – доценты Н.П. Ширяева и А.Ю. Морозов (УрФУ), раздел 2.2 – доценты А.В. Гришкова и Т.Н. Романова, ассистент А.С. Матрунчик (ПНИПУ), профессор В.В. Миرونнов и аспирант Ю.А. Иванюшин (Тюменский государственный архитектурно-строительный университет – ТюмГАСУ), раздел 2.3 – доцент А.И. Бурков (ПНИПУ). Часть 3 (разделы 3.1 – 3.3, 3.5) – доценты Е.В. Михайлишин и Ю.И. Толстов (УрФУ), раздел 3.4 – профессор В.Н. Алехин, доцент А.В. Некрасов и к.т.н. А.В. Хаит (УрФУ), раздел 3.6 – доцент Н. Белоглазова (ПНИПУ). Часть 4 (разделы 4.1 и 4.4) – доценты Е.В. Михайлишин и Ю.И. Толстова (УрФУ), разделы 4.2, 4.3 – профессор М.Н. Чекардовский, доценты С.М. Чекардовский, Т.С. Жилина (ТюмГАСУ). Часть 5 (разделы 5.1-5.3) – О.Н. Орлова, доценты О.Б. Насчётникова, Л.Г. Пастухова и ст. преподаватель А.Б. Ханина (УрФУ), раздел 5.4 – профессор Х. Сильвестр-Альберо (Университет г. Аликанте, Испания). Часть 6 (раздел 6.1) – профессор М. Гаско (Университет г. Аликанте, Испания), разделы 6.2, 6.3 – профессор Н.К. Скворцова, доценты К.В. Афонин, Л.Ю. Михайлова, И.А. Чекардовская (ТюмГАСУ).

Ответственные редакторы: В.Н. Алехин, Н.П. Ширяева

Ж71 Жизненный цикл энергии. Энергетический менеджмент и принятие оптимальных решений: учебное пособие [Текст]/ В.Н. Алехин, К.В. Афонин, Т.Н. Белоглазова и др.; под общ. ред. В.Н. Алехина и Н.П. Ширяевой. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2014. – 190 с.

В учебном пособии, подготовленном в Уральском федеральном университете (УрФУ), рассматриваются виды энергоресурсов, даются характеристики возобновляемых и невозобновляемых источников энергии, оценивается энергетический потенциал России. Приводятся традиционные технологические схемы производства тепловой энергии, новые технологии использования возобновляемых источников энергии, методы регулирования тепловой нагрузки, расчёт экономической эффективности регулирования тепловой энергии в системах отопления, перспективные технологии снижения концентрации CO₂ в продуктах горения. Большое внимание уделено повышению надёжности и энергоэффективности систем теплоснабжения. Интересны методы оценки технико-экономического уровня системы управления энергоресурсами и расчёт организационно-экономических показателей методом «золотого квадрата».

Учебное пособие предназначено для магистрантов, обучающихся по направлению 08.04.01 (270800.68) «Строительство», а также для бакалавров, аспирантов, преподавателей и научно-технических работников, специализирующихся в области энергосбережения.

© Коллектив авторов, 2014
© Кобзева С.В., дизайн обложки, 2014
© Изд-во Першина Р.В., оформление, 2014

ISBN 978-5-91253-554-3

СОДЕРЖАНИЕ

Foreword (предисловие)	9
Вступительное слово	11
Введение	14
1. Энергоресурсы	16
1.1. Невозобновляемые источники энергии	16
1.1.1. <i>Общие сведения о топливе</i>	16
1.1.2. <i>Характеристика отдельных видов топлива</i>	18
1.2. Возобновляемые источники энергии	21
1.3. Темпы потребления энергоресурсов	25
2. Производство тепловой энергии	29
2.1. Традиционные технологические схемы производства тепловой энергии	29
2.1.1. <i>Теплоснабжение от тепловых электростанций</i>	29
2.1.2. <i>Теплоснабжение от котельных установок</i>	33
2.2. Использование возобновляемых источников энергии. Технологические схемы	36
2.2.1. <i>Получение тепловой энергии от биомассы</i>	36
2.2.2. <i>Использование солнечной энергии в инженерных системах</i>	39
2.2.3. <i>Использование геотермальной энергии</i>	41
2.2.4. <i>Использование энергии низконапорных природных и техногенных водотоков</i>	48

2.3.	Использование преобразователей энергии в интегрированных (гибридных) энергоустановках.....	52
3.	Транспортировка тепловой энергии	59
3.1.	Классификация систем теплоснабжения	59
3.2.	Повышение надежности и энергоэффективности тепловых сетей	62
3.3.	Выбор схем теплоснабжения потребителей при реконструкции тепловых сетей	65
3.4.	Гидравлические режимы тепловых сетей	67
3.5.	Тепловая изоляция	72
3.5.1.	<i>Нормативная база</i>	<i>73</i>
3.5.2.	<i>Анализ метода теплового расчёта</i>	<i>74</i>
3.5.3.	<i>Метод оптимизации затрат</i>	<i>75</i>
3.6.	Эффективность энергосберегающих проектов в системах теплоснабжения	77
3.6.1.	<i>Основные принципы методики оценки экономической эффективности</i>	<i>77</i>
3.6.2.	<i>Показатели энергетической и экономической эффективности энергосберегающих проектов.....</i>	<i>78</i>
3.6.3.	<i>Расчет экономической эффективности проектов</i>	<i>83</i>
4.	Использование тепловой энергии потребителями	85
4.1.	Тепловые пункты	85
4.2.	Конструкция и характеристики пластинчатых теплообменных аппаратов	88

4.3.	Модернизированная методика проектного расчёта пластинчатых теплообменных аппаратов	91
4.4.	Регулирование тепловой нагрузки	99
4.4.1.	<i>Способы и методы регулирования тепловой нагрузки</i>	<i>99</i>
4.4.2.	<i>Отопительный график температур воды в тепловой сети</i>	<i>100</i>
4.4.3.	<i>Регулирование тепловой нагрузки для систем отопления.....</i>	<i>101</i>
4.4.4.	<i>Регулирование тепловой нагрузки для систем вентиляции</i>	<i>103</i>
4.4.5.	<i>Регулирование тепловой нагрузки для систем горячего водоснабжения</i>	<i>103</i>
4.4.6.	<i>Расчёт экономии тепловой энергии при осенне-весеннем регулировании</i>	<i>105</i>
5.	Экологическая безопасность и устойчивое развитие энергетики	108
5.1.	Энергетика как загрязнитель окружающей среды.....	108
5.2.	Проблемы контроля загрязнения окружающей среды.....	109
5.3.	Повышение экологической безопасности энергетического сектора Свердловской области.....	111
5.4.	Environmental concerns for conventional energy sources (Экологические проблемы традиционных источников энергии).....	116
6.	Энергетический менеджмент и принятие оптимальных решений	130
6.1.	Energy management (Энергетический менеджмент)	130

6.2. Методы оценки технико-экономического уровня системы управления энергоресурсами (СУЭР)	151
6.2.1. Метод определения ведущего звена	153
6.2.2. Метод оценки экономического уровня энергоаудита	159
6.3. Определение организационно - экономических показателей с помощью «золотого квадрата».....	162
Заключение	170
Глоссарий	171
Список литературы.....	177