

УДК 621:662.997(075.8)

Е 51

Рецензенты:

Доктор технических наук, заместитель директора Института
энергетической стратегии *П. П. Безруких*

Доктор технических наук, профессор МЭИ (ТУ) *В. И. Виссарионов*

Елистратов В. В. Использование возобновляемой энергии : учеб. пособие /
В. В. Елистратов. — СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2010. — 224 с.

Рассмотрены вопросы развития и современного состояния энергетики возобновляемых источников, проанализированы причины бурного роста мощности установок на основе ВИЭ, особенно ветровой и солнечной энергии. Детально проанализирован опыт законотворческой работы по поддержке развития ВИЭ и меры, принимаемые в России. Даются технические схемы и установки по использованию отдельных видов возобновляемой энергии, методики определения их параметров. Учитывая случайно-детерминированный характер прихода энергии ВИЭ, для создания надежной системы энергоснабжения дается классификация видов и методы аккумулирования, а также методы комплексного использования энергии ВИЭ. Подробно рассмотрены наиболее эффективные методы аккумулирования с использованием принципов гидравлического аккумулирования энергии ВИЭ.

Предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлениям технической физики, а также по направлению 140200 «Электроэнергетика», специальность 140202 «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии», направлению «Строительство», а также по направлению подготовки магистров по программам «Проектирование и сооружение гидроэнергетических объектов и установок возобновляемых источников энергии» и «Проектирование, строительство, управление и экспертиза объектов недвижимости в энергетике и водном хозяйстве».

Печатается по решению редакционно-издательского совета Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

© Елистратов В. В., 2010

© Санкт-Петербургский государственный
политехнический университет, 2010

ISBN 978-5-7422-2110-4

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. Современное состояние использования возобновляемых источников энергии	8
1.1. Предпосылки развития возобновляемых источников энергии.....	8
1.1.1. Истощение органических ресурсов.....	9
1.1.2. Энергетическая безопасность при использовании ресурсов	14
1.1.3. Экологические проблемы использования истощаемых ресурсов.....	17
1.2. Современное состояние развития ВИЭ в мире и России	23
1.2.1. Состояние в мире	23
1.2.2. Состояние ВИЭ в России	27
1.2.3. Общий прогноз развития ВИЭ	29
1.2.4. Развитие гидроэнергетики	31
1.2.5. Развитие ветроэнергетики.....	40
1.2.6. Развитие солнечной фотоэнергетики	45
1.2.7. Развитие биоэнергетики.....	47
1.2.8. Развитие геотермальной энергетики	54
1.3. Поддержка возобновляемых источников энергии	57
2. Техника использования возобновляемых источников энергии.....	73
2.1. Классификация возобновляемых источников энергии и их ресурсы.....	73
2.2. Использование гидравлической энергии крупными и малыми ГЭС	76
2.2.1. Использование водной энергии крупными ГЭС	77
2.2.2. Малая, мини - и микрогидроэнергетика	81
2.2.3. Волновые энергетические установки	94
2.3. Использование солнечной энергии	100
2.3.1. Схемы использования солнечной энергии.....	100
2.3.2. Тепловые солнечные системы	103
2.3.3. Солнечные электростанции	107
2.4. Использование ветровой энергии.....	112

2.4.1. Основные типы и краткая характеристика ветроагрегатов	114
2.5. Перспективы использования других нетрадиционных возобновляемых источников энергии	122
2.5.1. Тепловая энергия океана.....	122
2.5.2. Геотермальная энергия	124
3. Энергетика возобновляемых источников	127
3.1. Характеристика энергии возобновляемых источников	129
3.2. Процессы преобразования энергии возобновляемых источников ..	133
3.2.1. Преобразование водной энергии	133
3.2.2. Преобразование ветровой энергии	135
3.2.3. Преобразование солнечной энергии	140
3.3. Основные энергетические параметры установок, использующих возобновляемые виды энергии	148
4. Аккумуляирование энергии возобновляемых источников.....	166
4.1. Способы аккумуляирования энергии возобновляемых источников .	168
4.1.1. Емкостные и магнитные накопители	169
4.1.2. Электрохимические батареи и топливные элементы.....	176
4.1.3. Инерционные (маховичные) накопители энергии.....	179
4.1.4. Пневмо-воздушное аккумуляирование.....	182
4.1.5. Тепловое аккумуляирование	186
4.1.6. Технологии гидравлического аккумуляирования энергии возобновляемых источников	189
4.2. Сравнительный анализ систем аккумуляирования энергии ВИЭ	195
5. Энергокомплексы с гидравлическим аккумуляированием энергии	199
5.1. Совместная работа гидро – и ветроэлектростанции.....	199
5.2. Работа энергокомплекса в составе ветровой и гидроаккумуляующей электростанций.....	211
Библиографический список	223