

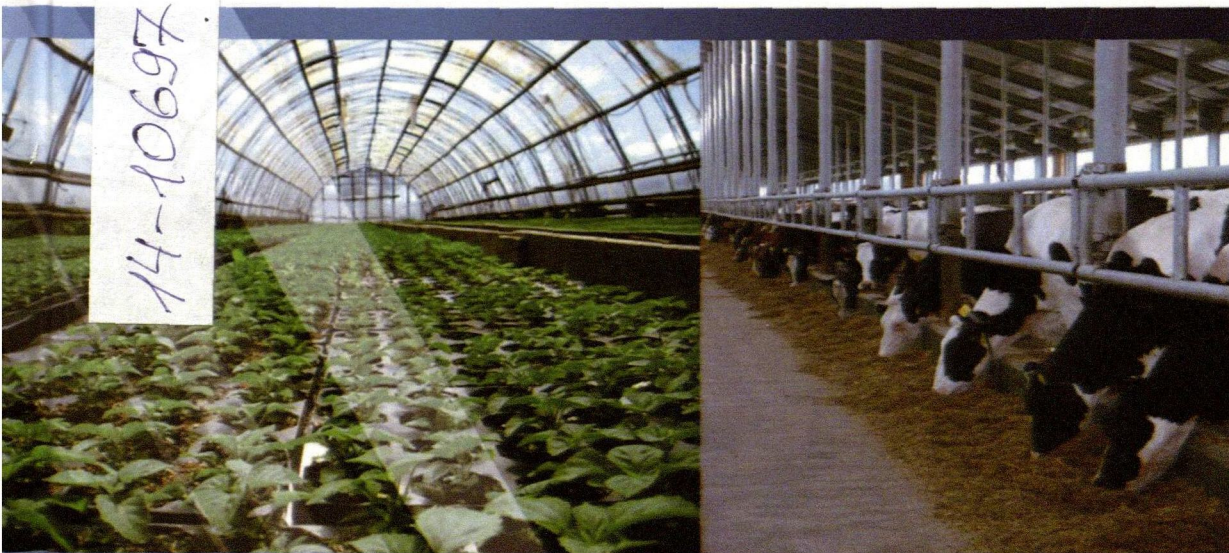
14-10697

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

В. И. ЗЕМСКОВ

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В АПК

14-10697



В. И. ЗЕМСКОВ

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В АПК

РЕКОМЕНДОВАНО

*УМО вузов РФ по агроинженерному образованию
в качестве учебного пособия для студентов вузов,
обучающихся по направлению «Агроинженерия»*



**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
МОСКВА
КРАСНОДАР
2014**

ББК 65.32я73

З 55

Земсков В. И.

З 55 Возобновляемые источники энергии в АПК: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2014. — 368 с. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

ISBN 978-5-8114-1647-9

В учебном пособии рассмотрены вопросы использования таких возобновляемых источников энергии, как солнечная, геотермальная, энергия биомассы, энергия ветра. Дается описание устройства, принципа действия и термодинамических основ тепловых насосов, их использования для отопления зданий при наличии низкотемпературных источников тепла. Приводятся схемы, устройство и расчет солнечных коллекторов, термодинамические основы оценки их эффективности, возможности использования геотермальных вод в сельском хозяйстве, в отоплении и горячем водоснабжении. Рассмотрены конструктивные особенности ветродвигателей и ветроэнергетических установок для преобразования энергии ветра в электрическую и механическую энергии. Дается описание установок для получения биогаза из органической массы (в частности, навоза). В учебном пособии описываются примеры использования нетрадиционных (возобновляемых) источников энергии по материалам последних лет в России и за рубежом.

Предназначено для студентов и магистров высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Агроинженерия». Учебное пособие может быть полезным аспирантам и научным сотрудникам, занимающимся вопросами применения нетрадиционных (возобновляемых) источников энергии, а также сельскохозяйственным специалистам, интересующимся возможностью использования возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве.

ББК 65.32я73

Рецензент

Г. М. ХАРЧЕНКО — доктор технических наук, профессор кафедры МЖиПСХП НГАУ.

Обложка
Е. А. ВЛАСОВА

*Охраняется Законом РФ об авторском праве.
Воспроизведение всей книги или любой ее части
запрещается без письменного разрешения издателя.
Любые попытки нарушения закона
будут преследоваться в судебном порядке.*

© Издательство «Лань», 2014
© В. И. Земсков, 2014
© Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
---------------	---

Глава 1

СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА	7
----------------------------	---

1.1. Состояние использования солнечной энергии	7
1.2. Основные понятия солнечной энергетики	13
1.3. История применения солнечных коллекторов	16
1.4. Классификация солнечных коллекторов	18
1.5. Устройство солнечных коллекторов	18
1.5.1. Жидкостные плоские солнечные коллекторы	20
1.5.2. Коллекторы с вакуумированными трубками	23
1.5.3. Коллекторы с тепловой трубой	24
1.5.4. Вакуумированный трубчатый коллектор с тепловой трубой	25
1.5.5. Принцип работы вакуумированной тепловой трубки типа СКЕ	26
1.5.6. Принцип работы вакуумированной тепловой трубки типа GM	28
1.5.7. Фотоэлектрические солнечные коллекторы. Фотоэлектрические преобразователи	30
1.5.8. Фотоэлементы	32
1.5.9. Солнечные модули	33
1.5.10. Простейшие фотоэлектрические системы	35
1.5.11. Фотоэлектрические системы с аккумулятором	36
1.5.12. Воздушные коллекторы. Коллекторы с воздушным теплоносителем	37
1.5.13. Фокусирующие коллекторы (концентраторы)	39
1.6. Ориентация коллекторов	43
1.7. Аккумуляторы теплоты	44
1.7.1. Галечный аккумулятор теплоты	46
1.7.2. Характеристики и свойства теплоаккумулирующих материалов	47
1.7.3. Адсорбционные свойства пористых материалов	50
1.7.4. Аккумуляторы теплоты фазового перехода	50
1.7.5. Солнечный пруд	51
1.8. Использование солнечной энергии	54
1.8.1. Использование плоских жидкостных солнечных коллекторов при теплоснабжении. Активные системы теплоснабжения	55
1.8.2. Двухконтурная активная система использования солнечной энергии	56
1.8.3. Пассивные системы солнечного теплоснабжения	59
1.8.4. Гелиоаэробарическая теплоэлектростанция	62
1.9. Использование солнечной энергии в сельском хозяйстве	64
1.9.1. Жидкостная солнечно-насосная система на птицефабрике «Южная» Симферопольского района	64
1.9.2. Гелиоустановка для снабжения доильных площадок крупного рогатого скота горячей водой	66
1.9.3. Солнечная водонагревательная установка УВС-30-1	67

1.9.4. Гелиотепловая система для свинарника-маточника	67
1.9.5. Гелио-опреснительная установка СОУ-1000	68
1.9.6. Солнечный дистиллятор воды	69
1.9.7. Гелиосушилка для сушки фруктов, овощей, зерна, подсолнечника, хлопка, табака, травяной муки, грибов, ягод	71
1.9.8. Солнечный коллектор конструкции ВНИПТИМЭСХ	71
1.9.9. Солнечно — фреоновый водоподъемник	72
1.9.10. Солнечная водоподъемная установка с инжектором	73
1.9.11. Применение солнечной фотоэлектрической батареи в системе управления дождевальной машиной «Фрегат»	73
1.9.12. Гелиоустановка ЦРБ г. Усть-Лабинска	74
1.9.13. Строительство гелиотеплиц	75
1.10. Использование энергии солнца для получения электроэнергии	79
1.10.1. Электростанции с термодинамическим циклом преобразования солнечной энергии в электрическую (башенного типа)	79
1.10.2. Сопоставление технических характеристики трех вариантов солнечной тепловой электрогенерации	83
1.10.3. Солнечные электростанции на солнечных батареях	84
1.10.4. Примеры использования солнечных электросистем на солнечных батареях в России.	85
1.10.5. Принцип действия СЭС на солнечных батареях	87
1.10.6. Производство электроэнергии с помощью солнечного пруда	91
1.10.7. Проектирование домашней фотоэлектрической системы с аккумулятором	92
1.11. Расчет солнечного излучения на наклонную поверхность	95
1.12. Расчет плоского коллектора	99
1.13. Эффективность коллекторов	103
1.13.1. Расчет теплового КПД коллектора и среднемесячной производительности	103
1.13.2. Понятие об эксергии термодинамических систем	105
1.13.3. Эксергетический КПД коллекторов	106
1.14. Теоретические основы выбора типа коллектора	107

Глава 2

ТЕПЛОНАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ

2.1. История создания тепловых насосов	115
2.2. Классы тепловых насосов	120
2.2.1. Тепловой насос на эффекте Пельтье	120
2.2.2. Испарительные компрессионные тепловые насосы	121
2.2.3. Испарительные абсорбционные (диффузионные) тепловые насосы	122
2.2.4. Принцип действия испарительного компрессионного теплового насоса.	124
2.3. Оборудование тепловых насосов	126
2.3.1. Компрессоры	126
2.3.2. Теплообменники	127
2.3.3. Дроссели и детандеры	131
2.4. Рабочее тело	132
2.5. Тепловой процесс в компрессионном тепловом насосе	136
2.6. Термодинамические основы работы компрессионных тепловых насосов	137
2.6.1. Эксергия потока тепла	138
2.6.2. Эксергия потока вещества (рабочего тела)	139
2.7. Эксергетический анализ работы тепловых насосов	140

2.8. Расчет основных параметров теплонасосной установки	144
2.9. Принципиальная схема теплового насоса типа «воздух-вода» НКВ-60-2-8	147
2.10. Источники теплоты	151
2.11. Схемы тепловых насосов, использующих солнечную энергию	152
2.12. Схемы систем солнечного отопления (охлаждения) и горячего водоснабжения с тепловым насосом	153
2.12.1. Использование тепловых насосов на животноводческих фермах	154
2.13. Двигатель Стирлинга	155
2.14. Двигатели Стирлинга, работающие по другим циклам	158

Глава 3

ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА	160
3.1. Состояние использования тепловой энергии Земли (геотермии)	160
3.2. Технологии освоения геотермальных ресурсов	166
3.3. Основные направления использования геотермальной энергии	170
3.4. Грунт как источник низкопотенциальной тепловой энергии Земли	171
3.5. Термальные воды в отоплении и горячем водоснабжении	180
3.6. Геотермальные воды в сельском хозяйстве	183
3.7. Использование геотермальных источников для получения электроэнергии ...	188
3.7.1. Принципы работы геотермальных электростанций	189
3.7.2. Геотермальные ТЭС на месторождениях пароводяной смеси с конденсационными турбинами.	191
3.7.3. Геотермальные ТЭС на месторождениях пароводяной смеси или геотермальных рассолов с конденсационными турбинами и одно- или многократным расширением геотермального флюида	193
3.7.4. Геотермальные ТЭС с использованием низкокипящих чистых или смесевых рабочих тел.	194
3.7.5. Геотермальные ТЭС комбинированного цикла с паровой турбиной в верхнем цикле и низкокипящим рабочим телом в нижнем цикле	195
3.7.6. Паротурбинные геотермальные энергоустановки	196
3.7.7. Турбокомпрессорные геотермальные энергоустановки	198
3.8. Мутновская геотермальная электростанция (первая очередь)	202
3.9. Особенности работы геотермальных электростанций	203
3.10. Особенности использования низкотемпературных геотермальных вод для производства электроэнергии	207

Глава 4

ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА	209
4.1. Состояние использования энергии ветра	209
4.2. Ветроэнергетика как отрасль науки	212
4.3. Типы современных ветродвигателей	213
4.3.1. Классификация ветроэнергетической техники	213
4.3.2. Типы современных ветродвигателей	214
4.4. Ветроприемные устройства с горизонтальной осью вращения	216
4.5. Ветродвигатели с вертикальной осью вращения	219
4.5.1. Принцип действия ветродвигателей с вертикальной осью вращения ...	219
4.5.2. Вертикально-осевые ветродвигатели «подъемной силы»	221
4.5.3. Вертикально-осевые ветродвигатели «дифференциального лобового сопротивления»	223
4.5.4. Комбинированные вертикально-осевые ветродвигатели	223

4.6. Принципы преобразования энергии ветра для работы крыльчатого ветродвигателя	225
4.6.1. Энергетические характеристики ветродвигателей	229
4.6.2. Тенденции развития вертикально-осевых ветроэнергетических установок (ВО ВЭУ)	231
4.7. Технические средства ветроэнергетики	234
4.7.1. Особенности современной ветроэнергетической техники	234
4.7.2. Типы ветродвигателей	235
4.7.3. Регулирование горизонтально-осевого ветродвигателя	239
4.7.4. Регулирование вертикально-осевого ветродвигателя	241
4.7.5. Устройство ветряной турбины	241
4.7.6. Насосные ветроагрегаты с механическим приводом рабочего органа	242
4.7.7. Пневматические ветроагрегаты	248
4.8. Самодельные ветроагрегаты Алтайского края	252
4.8.1. Ветроагрегат с ветродвигателем роторного типа	252
4.8.2. Ветроагрегат с плоскими лопастями (карусельного типа)	252

Глава 5

БИОЭНЕРГЕТИКА. 255

5.1. Исторический обзор использования биогазовой технологии	255
5.2. Методы переработки биомассы во вторичный энергоноситель (биотопливо)	265
5.3. Упрощенная схема производства биоэтанола и биобутанола в России	270
5.4. Процесс получения биогаза	271
5.4.1. Цели использования биогазовой технологии:	271
5.4.2. Этапы процесса производства биогаза	272
5.5. Технологические схемы и оборудование биогазовых установок	293
5.5.1. Классификация технологических схем	293
5.5.2. Метод работы на жидких субстратах	296
5.5.3. Оборудование биогазовых установок	302
5.6. Биогазовые установки	308
5.6.1. Простейшие биогазовые установки для индивидуальных хозяйств	308
5.6.2. Биоэнергетические установки для сельского хозяйства (Россия)	315
5.6.3. Прямоточная биоэнергетическая установка (БЭПУ патент)	322
5.6.4. Импортные биогазовые установки	324
5.6.5. Обобщенная схема биогазовой установки	333
5.7. Использование биогаза	333
5.8. Проектирование биогазовых установок на базе отходов животноводческих ферм	337
5.8.1. Технологический расчет биогазовых установок	338
5.8.2. Проектирование конструктивных параметров биогазовой установки	339

Глава 6

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ

НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ 343

6.1. Комбинированные системы нетрадиционных источников энергии в строительстве домов	343
6.2. Комбинированные установки, использующие энергию Солнца и ветра	345

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 350