

УДК 620.9(075.8)

ББК 31.6я73

П79

Авторы :

*А. Н. Баран, В. А. Пашицкий, С. В. Артемчук,  
А. А. Бутько, П. К. Шалькевич, Ю. М. Шулья*

Рецензенты :

кафедра ЮНЕСКО «Энергосбережение и возобновляемые  
источники энергии» Белорусского национального  
технического университета;

профессор кафедры электротехнологии УО «Белорусский  
государственный аграрно-технический университет»,  
доктор технических наук, профессор *Е. М. Заяц*

П79

**Проектирование объектов возобновляемой энергетики : учеб-  
ное пособие / А. Н. Баран [и др.]. – Минск : РИВШ, 2020. – 440 с.  
ISBN 978-985-586-325-1.**

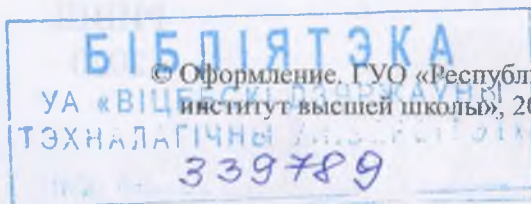
В учебном пособии раскрываются вопросы проектирования объектов возобновляемой энергетики, охватывающие практически все актуальные для Республики Беларусь возобновляемые виды энергии: фотоэлектрические и гелиоагрегативные системы, ветроэнергетические и биогазовые установки, котельные установки для сжигания древесной биомассы, малые ГЭС и тепловые насосы. Используемый материал будет способствовать формированию у обучающихся необходимого объема знаний и навыков для расчета соответствующих возобновляемых источников энергии на основе существующих нормативов и правил.

Предназначено для студентов учреждений высшего образования по энергетическим специальностям.

УДК 620.9(075.8)

ББК 31.6я73

ISBN 978-985-586-325-1



© Оформление. ГУО «Республиканский  
институт высшей школы», 2020

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЩЕИНЖЕНЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ</b> .....	18
1.1. Определение потребности в тепловых ресурсах .....	18
1.2. Определение потребности в водных ресурсах.....	21
1.3. Определение потребности в газе.....	22
1.4. Проектирование источников теплоты и горячей воды, тепловых пунктов.....	23
1.5. Проектирование тепловых сетей, водопровода, газовых сетей .....	64
<b>2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК</b> .....	90
2.1. Определение мощности токоприемников.....	90
2.2. Выбор пускозащитной аппаратуры .....	90
2.3. Проектирование электрического освещения.....	91
2.4. Проектирование внутренних электрических сетей .....	106
2.5. Расчет нагрузки на вводе в здание. Проектирование вводных и распределительных устройств.....	113
2.6. Расчет числа, мощности, типа и места расположения трансформаторных подстанций.....	116
2.7. Проектирование наружных электрических сетей .....	121
<b>3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕЛИОСИСТЕМ</b> .....	139
3.1. Проектирование автономных фотоэлектрических станций .....	139
3.1.1. Определение электрической энергии, потребляемой нагрузкой переменного и постоянного тока .....	139

3.1.2. Расчет требуемой мощности, количества и площади фотоэлектрических модулей .....	141
3.1.3. Расчет требуемого электрического заряда и количества аккумуляторных багарей .....	151
3.1.4. Расчет контроллера заряда .....	153
3.1.5. Расчет инвертора .....	154
3.2. Проектирование фотоэлектрических станций, работающих на сеть .....	155
3.2.1. Расчет сетевого инвертора .....	155
3.2.2. Расчет требуемого количества фотоэлектрических солнечных модулей, соединенных последовательно в цепь .....	156
3.2.3. Расчет последовательных фотоэлектрических цепей .....	158
3.2.4. Расчет требуемого количества коммутационных щитов для параллельного соединения последовательных фотоэлектрических цепей .....	158
3.3. Проектирование гелиоколлекторов .....	161
<b>4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕТРОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК .....</b>	<b>166</b>
4.1. Выбор площадок для установки ветрогенераторных установок .....	166
4.2. Выбор типа ветроколеса и преобразование на нем энергии ветра .....	174
4.3. Выбор способа передачи ветровой мощности потребителю .....	182
4.4. Выбор и классификация ветроэнергетических установок .....	185
4.4.1. Схемы и конструктивные элементы ВЭУ с вертикальной осью вращения .....	190
4.4.2. Схемы и конструктивные элементы ВЭУ с горизонтальной осью вращения .....	195
4.5. Выбор опор ВЭУ .....	200
4.6. Выбор материалов для изготовления лопастей ветродвигателя .....	206



4.7. Выбор режима работы ветроустановок .....	207
4.7.1. Работа ветроэлектрических установок на энергосистему.....	212
4.7.2. Работа ВЭУ на автономной нагрузке .....	217
<b>5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК .....</b>	<b>226</b>
5.1. Общие сведения .....	226
5.2. Выбор технологической схемы биогазовой установки .....	227
5.3. Проектирование биогазовых установок .....	230
5.4. Проектирование установок получения свалочного биогаза.....	236
5.5. Проектирование установок получения биогаза «сухим» способом.....	241
<b>6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ СЖИГАНИЯ ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ .....</b>	<b>244</b>
6.1. Оценка древесных отходов, образующихся на лесозаготовительном и деревообрабатывающем производстве .....	244
6.2. Общие указания по проектированию.....	253
6.3. Генеральный план и транспорт.....	259
6.4. Объемно-планировочные и конструктивные решения .....	261
6.5. Топливо и топочные устройства.....	266
6.6. Газовоздушный тракт, дымовые трубы, очистка дымовых газов...	269
6.7. Трубопроводы.....	273
6.8. Вспомогательное оборудование .....	277
6.9. Водоподготовка и водно-химический режим .....	281
6.10. Разгрузка, прием, складирование и подача топлива в котельную .....	291
6.11. Золошлакоудаление .....	293
6.12. Тепловая изоляция .....	295
6.13. Мини-котельные.....	296

<b>7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАЛЫХ ГЭС .....</b>	<b>305</b>
7.1. Водноэнергетические расчеты.....	309
7.2. Определение напоров и мощности ГЭС.....	317
7.3. Гидравлические расчеты водопроводящих трактов ГЭС.....	318
7.4. Энергетические водопроводящие тракты малых ГЭС .....	320
7.4.1. Классификация водопроводящих трактов малых ГЭС.....	320
7.4.2. Деривационные водоводы .....	324
7.4.3. Турбинные водоводы .....	325
7.4.5. Типы напорных трубопроводов .....	325
7.4.6. Выбор схемы и трассы напорного трубопровода.....	329
7.4.7. Деривационные ГЭС с безнапорной подводящей деривацией .....	331
7.4.8. Водоприемники деривационных ГЭС.....	332
7.4.9. Отстойники .....	334
7.4.10. Безнапорная деривация .....	336
7.4.11. Напорные бассейны и холостые сбросы.....	338
7.4.12. Турбинные водоводы .....	342
7.4.13. Турбинные камеры.....	344
7.4.14. Отсасывающие трубы.....	345
7.5. Турбинное оборудование для малых ГЭС. Системы и параметры гидравлических турбин .....	347
7.5.1. Классификация и области применения гидравлических турбин .....	347
7.5.2. Мощность потока, напор и мощность турбины .....	353
7.5.3. Характеристики гидротурбин .....	358
7.6. Общие вопросы проектирования.....	360
7.6.1. Выбор площадок для сооружений гидроузла малой ГЭС.....	360
7.6.2. Компоновка сооружений гидроузла малой ГЭС .....	363
7.6.3. Общие принципы архитектурно-строительного решения сооружений .....	365
7.6.4. Стадии проектирования.....	366

7.7. Классификация малых ГЭС .....	367
7.8. Здания малых гидроэлектростанций.....	370
<b>8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВОК С ТЕПЛОВЫМИ НАСОСАМИ .....</b>	<b>383</b>
8.1. Выбор принципа действия теплового насоса.....	383
8.2. Расчет тепловой нагрузки.....	388
8.3. Выбор режима эксплуатации .....	388
8.4. Выбор источника низкопотенциальной энергии .....	389
8.5. Подбор теплового насоса .....	397
8.6. Гидравлическая интеграция.....	405
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>409</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>416</b>

ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
ОБЪЕКТОВ  
ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ  
ЭНЕРГЕТИКИ

БІБЛІЯТЭКА  
УА «ВІЦЕБСКІ ДЗЯРЖАЎНЫ  
ТЭХНАЛАГІЧНЫ УНІВЕРСІТЭТ»  
339789