



В. И. РУСАН,  
Ю. С. ПОЧИНКИ,  
В. П. ИИСТЮК

# ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

<b>Предисловие</b> . . . . .	<b>9</b>
<b>Введение</b> . . . . .	<b>13</b>
<b>ГЛАВА 1. Общая характеристика энергетики</b> . . . . .	<b>20</b>
1.1. Термины и определения . . . . .	20
1.2. Характеристика потенциальных источников энергии . . . . .	27
<b>ГЛАВА 2. Современное состояние развития возобновляемой энергетики в зарубежных странах</b> . . . . .	<b>34</b>
2.1. Исторический опыт использования возобновляемых источников энергии . . . . .	34
2.2. Возобновляемая энергетика в зарубежных странах . . . . .	35
<b>ГЛАВА 3. Ресурсы и перспективы использования возобновляемых источников энергии в Республике Беларусь</b> . . . . .	<b>49</b>
<b>ГЛАВА 4. Энергетическое использование биомассы</b> . . . . .	<b>58</b>
4.1. Термохимические методы переработки биомассы . . . . .	66
4.1.1. Качество местных видов топлива и этапы процесса их сжигания . . . . .	66
4.1.2. Использование древесины в качестве топлива . . . . .	69
4.1.3. Технологии прямого сжигания биомассы . . . . .	75
4.1.4. Типовые конструкции котлов прямого сжигания . . . . .	88
4.1.5. Технологии газификации биомассы . . . . .	115
4.1.6. Технологии пиролиза биомассы . . . . .	127
4.1.7. Энергоустановки для сжигания мусора и агроотходов . . . . .	136
4.1.8. Основные направления снижения вредных выбросов при сжигании биомассы . . . . .	138
4.2. Биохимические технологии переработки биомассы . . . . .	145
<b>ГЛАВА 5. Биогазовые установки</b> . . . . .	<b>157</b>
5.1. Основные определения . . . . .	157
5.2. Производство биогаза в странах Западной Европы . . . . .	159
5.3. Технологии производства биогаза . . . . .	162
5.4. Сфера применения биогаза . . . . .	175
5.5. Устройство биогазовых установок . . . . .	179

5.6. Мобильные биогазовые установки . . . . .	194
5.7. Когенерационные установки . . . . .	196
5.8. Использование биогазовых установок в Беларуси . . . . .	204
5.9. Принятие решений при продвижении биогазовой технологии. . . . .	207
5.10. Жидкое биотопливо . . . . .	211
5.11. Современные технологии переработки твердых бытовых отходов (ТБО). . . . .	224

**ГЛАВА 6. Использование ветроэнергетических установок . . . . . 236**

6.1. Общие сведения . . . . .	236
6.2. Классификация ветроэнергетических установок . . . . .	244
6.3. Состояние ветроэнергетики в различных странах . . . . .	256
6.4. Промышленная ветроэнергетика . . . . .	263
6.5. Основные компоненты ветроэнергетических установок . . . . .	270
6.6. Некоторые тенденции развития ветроэнергетических установок. . . . .	279
6.7. Малая ветроэнергетика . . . . .	284
6.7.1. Компоненты ветроустановки . . . . .	289
6.7.2. Варианты подключения ВЭУ к потребителю . . . . .	297
6.7.3. Технология монтажа малых ветроустановок. . . . .	312
6.8. Ветроэнергетика в Беларуси . . . . .	317

**ГЛАВА 7. Использование солнечной энергии . . . . . 328**

7.1. Потенциал солнечной энергии . . . . .	328
7.2. Типы солнечных коллекторов . . . . .	334
7.3. Солнечная дистилляция. . . . .	372
7.4. Солнечные коллекторы в системах отопления . . . . .	374
7.5. Перспективы использования фотоэлектрических установок. . . . .	389
7.6. Основные элементы фотоэлектрических установок. . . . .	405
7.7. Фотоэлектрические системы. . . . .	410
7.7.1. Автономная фотоэлектрическая система. . . . .	416
7.7.2. Фотоэлектрические системы, соединенные с электросетью . . . . .	440
7.8. Режимы автономного электроснабжения . . . . .	448



<b>ГЛАВА 8. Использование тепловых насосов . . . . .</b>	<b>460</b>
8.1. Классы тепловых насосов. . . . .	463
8.2. Принцип действия и устройство тепловых насосов. . . . .	472
8.3. Типы теплонасосных установок по передаче тепла от источника к потребителю . . . . .	478
8.3.1. Тепловые насосы с воздушным источником тепла . . . . .	480
8.3.2. Тепловые насосы с водяными источниками тепла . . . . .	486
8.3.3. Тепловые насосы с грунтовыми теплообменниками. . . . .	488
8.4. Применение абсорбционных тепловых насосов. . . . .	494
8.5. Эффективность тепловых насосов. . . . .	496
8.6. Выбор теплонасосных установок. . . . .	503
8.7. Рекомендации по подключению и размещению теплого насоса. . . . .	507
8.8. Применение тепловых насосов в сельскохозяйственном производстве . . . . .	511
8.9. Применение водокольцевых теплонасосных систем. . . . .	513
<b>ГЛАВА 9. Гидроэнергетика . . . . .</b>	<b>523</b>
9.1. Общие сведения . . . . .	523
9.2. Малая гидроэнергетика . . . . .	527
9.2.1. Малые ГЭС, использующие потенциальную энергию водостока. . . . .	529
9.2.2. МикроГЭС, использующие кинетическую энергию водостока. . . . .	531
9.2.3. Выбор оборудования для микроГЭС. . . . .	534
9.2.4. Гидротурбины и генераторы для малых ГЭС . . . . .	536
9.3. Развитие гидроэнергетики в Беларуси . . . . .	544
<b>ГЛАВА 10. Водородная энергетика . . . . .</b>	<b>550</b>
10.1. Получение водорода. . . . .	550
10.2. Применение водорода в топливных элементах термохимических генераторов. . . . .	557
<b>ГЛАВА 11. Энергия сжатого природного газа . . . . .</b>	<b>568</b>
11.1. Общие сведения . . . . .	568
11.2. Технология преобразования избыточной механической энергии сжатого природного газа . . . . .	573

<b>ГЛАВА 12. Использование геотермальной энергии . . .</b>	<b>576</b>
12.1. Зарубежный опыт использования геотермальной энергии. . . . .	576
12.2. Перспективы использования геотермальной энергии в Беларуси . . . . .	579
<b>ГЛАВА 13. Комплексное использование возобновляемых источников энергии . . . .</b>	<b>582</b>
13.1. Разновидности гибридных систем . . . . .	582
13.2. Выбор параметров ветроэнергетической и фотоэлектрической установок в составе гибридной системы . . . . .	596
<b>ГЛАВА 14. Экологические и экономические проблемы возобновляемой энергетики . . .</b>	<b>604</b>
14.1. Экологические проблемы . . . . .	604
14.2. Основные принципы экологической и энергетической безопасности. . . . .	620
14.3. Экономические проблемы. . . . .	622
14.4. Экономическая эффективность . . . . .	625
<b>ГЛАВА 15. Роль ассоциации «Возобновляемая энергетика» в обеспечении энергетической и экологической безопасности Республики Беларусь . . . . .</b>	<b>633</b>
<b>Заключение. . . . .</b>	<b>637</b>
<b>Литература . . . . .</b>	<b>640</b>