

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

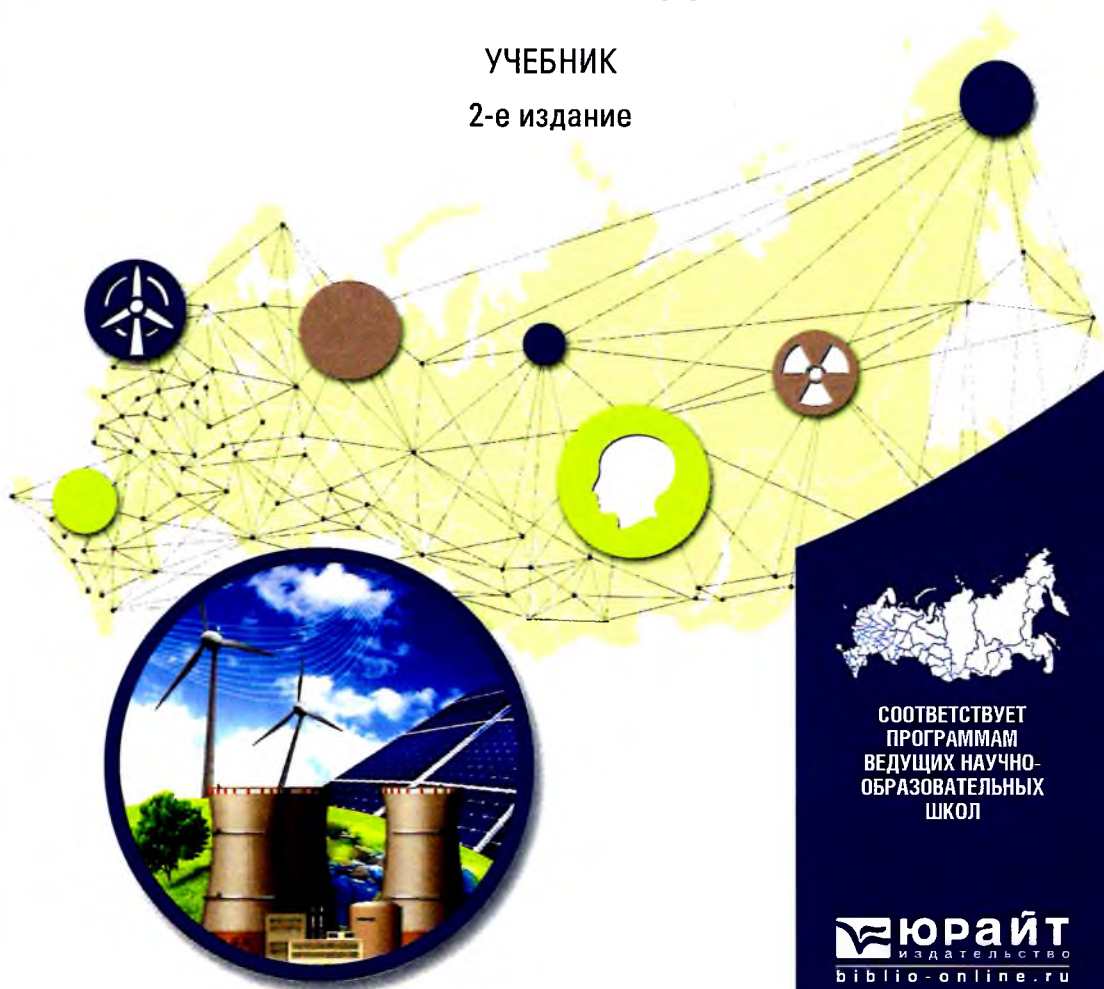


Г. Ф. Быстрицкий, Г. Г. Гасангаджиев, В. С. Кожиченков

# ОБЩАЯ ЭНЕРГЕТИКА

## ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

УЧЕБНИК  
2-е издание



СООТВЕТСТВУЕТ  
ПРОГРАММАМ  
ВЕДУЩИХ НАУЧНО-  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
ШКОЛ

**Юрайт**  
ИЗДАТЕЛЬСТВО  
biblio-online.ru

# Оглавление

Предисловие .....	7
-------------------	---

## Раздел первый ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

<b>Глава 1. Энергоресурсы и их использование .....</b>	<b>11</b>
1.1. Общие сведения.....	11
1.2. Невозобновляемые источники энергии .....	13
1.2.1. Органические топлива (горючие) .....	13
1.2.2. Состав продуктов сгорания при сжигании органических топлив.....	24
1.2.3. Неорганические топлива (горючие) .....	27
1.2.4. Ядерная энергия и механизм тепловыделения.....	29
1.3. Возобновляемые источники энергии .....	33
1.3.1. Тепло недр Земли и толщи вод морей .....	33
1.3.2. Солнечная энергия.....	36
1.3.3. Энергия движения воздуха в атмосфере .....	36
1.3.4. Гидроэнергетические ресурсы .....	37
<i>Контрольные вопросы.....</i>	<i>40</i>

## Раздел второй ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ

<b>Глава 2. Основные положения технической термодинамики.....</b>	<b>43</b>
2.1. Основные понятия и определения.....	43
2.2. Внутренняя энергия, работа расширения. I закон термодинамики.....	45
2.3. Теплоемкость, энтальпия и энтропия. II закон термодинамики .....	50
2.4. Основные термодинамические процессы идеальных газов .....	57
2.5. Реальные газы, вода и водяной пар .....	63
2.6. Круговой процесс, цикл Карно .....	70
<i>Контрольные вопросы.....</i>	<i>76</i>
<b>Глава 3. Основы теории теплообмена.....</b>	<b>77</b>
3.1. Основные понятия и определения.....	77
3.2. Теплопроводность .....	79
3.2.1. Теплопроводность плоской стенки.....	82
3.2.2. Теплопроводность цилиндрической стенки трубы.....	83
3.3. Конвективный теплообмен.....	84
3.3.1. Теплоотдача при естественной конвекции (свободном движении теплоносителя).....	87
3.3.2. Теплоотдача при вынужденном движении .....	88
3.3.3. Поперечное обтекание пучка труб.....	90

3.3.4. Теплоотдача при кипении жидкости.....	92
3.3.5. Теплоотдача при конденсации .....	94
3.4. Лучистый теплообмен .....	96
3.4.1. Основные определения.....	96
3.4.2. Основные законы лучистого теплообмена .....	98
3.4.3. Теплообмен излучением между твердыми телами.....	102
3.4.4. Влияние экранов на излучение .....	104
3.4.5. Излучение и поглощение в газах.....	105
3.5. Теплопередача (сложный теплообмен) .....	109
<i>Контрольные вопросы</i> .....	112

## **Раздел третий ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ**

<b>Глава 4. Циклы основных тепловых электрических станций .....</b>	<b>115</b>
4.1. Общие сведения и типы электростанций.....	115
4.2. Паротурбинные электрические станции (КЭС и ТЭЦ) .....	117
4.3. Цикл газотурбинной установки.....	130
4.4. Парогазовые установки .....	136
4.5. Атомные электрические станции (АЭС).....	140
4.5.1. Общие положения.....	140
4.5.2. Циклы АЭС и их эффективность.....	146
4.5.3. Циклы паротурбинных АЭС.....	148
4.5.4. Газоохлаждаемые паротурбинные циклы АЭС.....	151
<i>Контрольные вопросы</i> .....	153
<b>Глава 5. Гидроэлектрические станции.....</b>	<b>154</b>
5.1. Общие положения .....	154
5.2. Энергия речного водотока .....	157
5.3. Схемы создания напора и основное оборудование ГЭС .....	161
5.3.1. Напоры гидроэлектрических станций .....	163
5.3.2. Гидротурбины .....	164
5.4. Энергия и мощность ГЭС.....	167
<i>Контрольные вопросы</i> .....	169
<b>Глава 6. Ветроэнергетика и солнечная энергетика.....</b>	<b>170</b>
6.1. Общие сведения о ветроэнергетике .....	170
6.2. Энергия воздушного потока и мощность ВЭУ.....	172
6.3. Солнечная энергетика.....	176
<i>Контрольные вопросы</i> .....	180

## **Раздел четвертый ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

<b>Глава 7. Котельные установки ТЭС.....</b>	<b>183</b>
7.1. Общие сведения.....	183
7.2. Назначение и классификация котлоагрегатов.....	186
7.3. Основные виды котельных агрегатов .....	190
7.3.1. Энергетические котельные агрегаты .....	190

7.3.2. Паровые котлы производственных котельных .....	193
7.3.3. Водогрейные котлы .....	198
7.4. Основные элементы котельного агрегата .....	202
7.4.1. Испарительные поверхности котла .....	202
7.4.2. Пароперегреватели .....	203
7.4.3. Водяные экономайзеры .....	206
7.4.4. Воздухоподогреватели .....	208
7.4.5. Тяго-дутьевые устройства котельного агрегата .....	211
7.5. Тепловой баланс котельного агрегата .....	215
7.5.1. Тепловой баланс парового котла .....	215
7.5.2. Тепловые потери парового котла .....	217
7.5.3. Коэффициент полезного действия и расход топлива .....	219
<i>Контрольные вопросы</i> .....	220
<b>Глава 8. Паровые турбины ТЭС.....</b>	<b>221</b>
8.1. Основные сведения .....	221
8.2. Преобразование энергии в соплах и на рабочих лопатках .....	223
8.2.1. Преобразование в соплах .....	223
8.2.2. Преобразование на рабочих лопатках .....	224
8.2.3. Работа и КПД ступени .....	230
8.3. Классификация и основные конструкции паровых турбин .....	233
8.4. Потери энергии и КПД турбины .....	239
8.4.1. Внутренние потери .....	239
8.4.2. Рабочий процесс паровой турбины в $i, s$ -диаграмме .....	240
8.4.3. Внешние потери турбины .....	242
8.4.4. Мощности, КПД и расход пара .....	242
8.5. Конденсационные установки паровых турбин .....	245
<i>Контрольные вопросы</i> .....	254
<b>Глава 9. Системы теплоснабжения.....</b>	<b>255</b>
9.1. Классификация систем теплоснабжения .....	255
9.2. Тепловые системы источников тепла .....	258
9.3. Энергетическая эффективность теплофикации .....	265
9.4. Районные и промышленные отопительные котельные .....	269
9.5. Основное теплофикационное оборудование .....	272
9.6. Центральные тепловые пункты (ЦТП) .....	275
<i>Контрольные вопросы</i> .....	281
<b>Глава 10. Нагнетательные машины электрических станций.....</b>	<b>282</b>
10.1. Виды и классификация нагнетателей .....	282
10.2. Основные рабочие характеристики нагнетательных машин .....	287
10.3. Работа центробежного насоса в системе .....	294
10.3.1. Регулирование работы насоса .....	295
10.3.2. Совместная работа насосов на общую сеть .....	297
10.4. Основные энергетические насосы ТЭС .....	299
10.4.1. Питательные насосы .....	299
10.4.2. Конденсатные насосы .....	302
10.4.3. Сетевые насосы .....	306

10.5. Центробежные вентиляторы.....	308
10.5.1. Основные понятия и параметры .....	308
10.5.2. Характеристики. Регулирование подачи центробежных вентиляторов .....	311
10.5.3. Конструктивное выполнение вентиляторов.....	313
10.6. Поршневые компрессоры.....	316
10.6.1. Устройство и работа поршневого компрессора .....	316
10.6.2. Мощность и КПД компрессора .....	318
10.6.3. Характеристики и регулирование подачи .....	319
10.6.4. Многоступенчатые компрессоры .....	322
10.6.5. Мощность многоступенчатого компрессора .....	323
<i>Контрольные вопросы</i> .....	324

## Раздел пятый ОСНОВНОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

<b>Глава 11. Электрические генераторы.....</b>	<b>328</b>
11.1. Основные сведения .....	328
11.2. Типы турбо- и гидрогенераторов. Системы охлаждения.....	331
11.2.1. Турбогенераторы.....	334
11.2.2. Гидрогенераторы .....	337
11.3. Система возбуждения генераторов .....	341
11.4. Изоляции обмоток синхронных генераторов.....	344
<i>Контрольные вопросы</i> .....	345
<b>Глава 12. Силовые трансформаторы.....</b>	<b>346</b>
12.1. Типы трансформаторов и элементы их конструкции .....	346
12.2. Условное обозначение типа трансформатора .....	357
12.3. Регулирование напряжения трансформаторов.....	358
12.4. Группы соединений обмоток трансформатора .....	360
12.5. Характеристики и показатели трансформаторного масла .....	364
<i>Контрольные вопросы</i> .....	369
<b>Глава 13. Воздушные и кабельные линии электропередачи (ЛЭП)...</b>	<b>370</b>
13.1. Общие сведения и определения.....	370
13.2. Основные характеристики и элементы воздушных линий электропередачи (ВЛ) .....	373
13.3. Провода и грозозащитные тросы ВЛ .....	377
13.4. Опоры ВЛ .....	381
13.5. Изоляторы и линейная арматура.....	386
13.6. Кабельные линии .....	391
13.7. Прокладка кабельных линий .....	399
<i>Контрольные вопросы</i> .....	412
<b>Библиографический список .....</b>	<b>413</b>
<b>Новые издания по дисциплине «Теплотехника» и смежным дисциплинам.....</b>	<b>416</b>