

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»**

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой  
 \_\_\_\_\_ /Глухарев В.А./  
 « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета  
 \_\_\_\_\_ /Трушкин В.А./  
 « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Дисциплина                        | <b>ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ<br/>ОБОРУДОВАНИЕ</b>     |
| Направление подготовки            | <b>140100.68 Теплоэнергетика и теплотехника</b> |
| Магистерская программа            | <b>Энергообеспечение предприятий</b>            |
| Квалификация (степень) выпускника | <b>Магистр</b>                                  |
| Нормативный срок обучения         | <b>2 года</b>                                   |
| Форма обучения                    | <b>Очная</b>                                    |

|                                    | Количество часов |                     |      |   |   |   |   |   |   |
|------------------------------------|------------------|---------------------|------|---|---|---|---|---|---|
|                                    | Всего            | в т.ч. по семестрам |      |   |   |   |   |   |   |
|                                    |                  | 1                   | 2    | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕТ | 4                |                     | 4    |   |   |   |   |   |   |
| Общее количество часов             | 144              |                     | 144  |   |   |   |   |   |   |
| Аудиторная работа – всего, в т.ч.: | 98               |                     | 98   |   |   |   |   |   |   |
| лекции                             | 14               |                     | 14   |   |   |   |   |   |   |
| лабораторные                       | 42               |                     | 42   |   |   |   |   |   |   |
| практические                       | 42               |                     | 42   |   |   |   |   |   |   |
| Самостоятельная работа             | 46               |                     | 46   |   |   |   |   |   |   |
| Количество рубежных контролей      | 3                |                     | 3    |   |   |   |   |   |   |
| Форма итогового контроля           | зач.             |                     | зач. |   |   |   |   |   |   |
| Курсовой проект (работа)           |                  |                     |      |   |   |   |   |   |   |

**Разработчик: доцент, Попов И.Н.**

\_\_\_\_\_  
(подпись)

**Саратов 2013**

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Теплоэнергетическое оборудование» является формирование у студентов навыков по определению требуемых эксплуатационных характеристик и подбору современного тепло-энергетического, технического и технологического оборудования систем теплоэнергетики.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО**

В соответствии с учебным планом по направлению подготовки 140100.68 Теплоэнергетика и теплотехника дисциплина «Теплоэнергетическое оборудование» относится к дисциплинам по выбору студентов профессионального цикла.

Дисциплина базируется на знаниях, имеющихся у студентов при получении высшего профессионального образования (бакалавр).

Для качественного усвоения дисциплины студент должен:

- **знать:** теплотехнические процессы в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях; принципы функционирования источников и систем теплоснабжения предприятий, котельных установок, технологического оборудования предприятий энергетики;

- **уметь:** определять параметры технологических процессов и систем энергообеспечения; выполнять теплотехнические расчеты; работать с нормативной документацией в энергетике.

Дисциплина является базовой для изучения следующих дисциплин: «Проектирование систем теплоэнергетики», «Проектирование систем энергоснабжения», «Оптимизация режимов работы энергетического оборудования и технологических энергосистем».

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в процессе изучения дисциплины «Теплоэнергетическое оборудование»**

Дисциплина «Теплоэнергетическое оборудование» направлена на формирование у студентов профессиональных компетенций: «способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов» (ПК-7); «способность к определению показателей технического уровня проектируемых объектов или технологических схем» (ПК-11); «готовность выбирать серийное и проектировать новое энергетическое, теплотехническое и теплотехнологическое оборудование, системы и сети» (ПК-15).

В результате освоения дисциплины студент должен:

– **Знать:** основное и вспомогательное теплоэнергетическое оборудование систем теплоснабжения; основные методы расчета теплоэнергетического оборудования и используемую при этом нормативную документацию;

– **Уметь:** проводить тепловые конструктивные и гидравлические расчеты теплоэнергетического оборудования; проводить подбор оборудования, выпускаемого отечественными и зарубежными предприятиями, в соответствии

с его функциональным назначением и требуемыми энергетическими характеристиками;

– *Владеть*: теоретическими основами тепло- и массообменных процессов для грамотного подбора серийного оборудования и его эффективной эксплуатации, совершенствования теплоэнергетических установок и проектирования нестандартного энергооборудования.

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Теплоэнергетическое оборудование»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа, из них аудиторная работа – 98 ч., самостоятельная работа – 46 ч.

**Таблица 1**  
**Структура и содержание дисциплины «Теплоэнергетическое оборудование»**

| № п/п     | Тема занятия<br>Содержание  | Неделя семестра | Аудиторная работа |                  |                  | Самостоятельная работа<br>Количество часов | Контроль знаний |          |          |
|-----------|---|-----------------|-------------------|------------------|------------------|--|-----------------|----------|----------|
|           |   |                 | Вид занятия       | Форма проведения | Количество часов |  | Вид             | Форма    | max балл |
| 1         | 2   | 3               | 4                 | 5                | 6                | 7  | 8               | 9        | 10       |
| 2 семестр |   |                 |                   |                  |                  |  |                 |          |          |
| 1.        | <b>Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения.</b> Типы, назначение, области применения. Тенденции развития теплогенерирующих установок.                                       | 1               | Л                 | В                | 2                | 1  | ВК              | ПО<br>КЛ | 5        |
| 2.        | Теплоэнергетические установки, работающие на органическом топливе, ядерной энергии и на возобновляемых источниках энергии (тепло недр земли и толщи морей, солнечная энергия).        | 1               | ПЗ                | Т                | 6                | 2  | ТК              | УО       | 2        |
| 3.        | Процессы теплообмена и гидродинамики в теплоэнергетическом оборудовании. Уравнения теплового баланса и теплопередачи.   | 2               | ПЗ                | Т                | 2                | 1  |                 | УО       | 1        |
| 4.        | Изучение основных элементов теплогенерирующих установок: испарительные поверхности, пароперегреватели, водяные экономайзеры, воздухоподогреватели. Типы, конструкции, тепловые схемы. | 2               | ЛЗ                | Т                | 4                |  | ТК              | УО       | 2        |
| 5.        | <b>Турбинные энергетические установки.</b> Типы, конструкции, назначение, области применения.   | 3               | Л                 | В                | 2                | 1  |                 | КЛ       |          |
| 6.        | Типы паротурбинных установок и их термический КПД. Тепловой процесс турбинной ступени.  | 3               | ПЗ                | Т                | 2                | 1  |                 | УО       | 1        |
| 7.        | Изучение конструкций паровых турбин. Конструкции роторов паровых турбин и подшипники.   | 3               | ЛЗ                | Т                | 4                |  | ТК              | УО       | 2        |

| 1   | 2   | 3  | 4  | 5 | 6 | 7      | 8        | 9        | 10      |
|-----|---|----|----|---|---|--------|----------|----------|---------|
| 8.  | Типы газотурбинных установок (ГТУ), назначение, области применения, конструкции, тепловые схемы. Их циклы.  | 4  | ПЗ | Т | 2 | 1      |          | УО       | 1       |
| 9.  | Устройство ГТУ. Конструкция воздушного компрессора и турбины. Последовательность операций запуска и маневрирования турбины.   | 4  | ЛЗ | Т | 4 |        | ТК       | УО       | 2       |
| 10. | <b>Нагнетательные машины теплоэнергетических установок и систем.</b> Область применения различных нагнетательных машин (насосов, вентиляторов и компрессоров). Параметры (нагнетательных) машин, подающих жидкости и газы.  | 5  | Л  | В | 2 | 1      |          | КЛ       |         |
| 11. | Принцип действия и конструктивное исполнение центробежных насосов и вентиляторов. Поршневые и роторные компрессоры. Принцип действия, классификация и схемы поршневых компрессоров. Ротационно-пластинчатые, винтовые компрессоры.  | 5  | ПЗ | Т | 6 | 2<br>4 | ТК<br>РК | УО<br>ПО | 2<br>10 |
| 12. | <b>Тепловые насосы.</b> Понятие теплового насоса, классификация. Источники низко потенциальной энергии. Парокомпрессионные тепловые насосы. Принципиальная схема. Рабочий цикл теплового насоса и его расчет.   | 6  | ПЗ | Т | 2 |        |          | УО       | 1       |
| 13. | Исследование рабочего цикла теплового насоса. Обратный цикл и оборачиваемость теплового насоса.   | 6  | ЛЗ | М | 4 |        | ТК       | УО       | 2       |
| 14. | <b>Общая характеристика промышленных потребителей теплоэнергетических ресурсов.</b> Классификация теплоиспользующих установок. Теплообменные аппараты рекуперативного и регенеративного типа.   | 7  | Л  | В | 2 | 1      |          | КЛ       |         |
| 15. | Основные конструкции: кожухотрубные, секционные теплообменники, теплообменники с оребренными трубами, пластинчатые теплообменники, их виды, змеевиковые и спиральные теплообменники. Эффективность теплообменников.   | 7  | ПЗ | Т | 2 | 1      |          | УО       | 1       |
| 16. | Сравнительные исследования пластинчатого и кожухотрубного водо-водяного теплообменного аппарата.  | 7  | ЛЗ | М | 4 |        | ТК       | УО       | 2       |
| 17. | Методика расчета и подбора теплообменных аппаратов. Методы интенсификации теплообмена.  | 8  | ПЗ | Т | 2 | 1      |          | УО       | 1       |
| 18. | Исследование водо-воздушного теплообменного аппарата (калорифера). Определение коэффициента теплопередачи.  | 8  | ЛЗ | М | 4 |        | ТК       | УО       | 2       |
| 19. | <b>Смесительные теплообменные аппараты.</b> Принцип действия, области применения и конструкции смесительных теплообменников.  | 9  | Л  | В | 2 | 1      |          | КЛ       |         |
| 20. | Испарители и конденсаторы смесительного типа. Оросительные камеры увлажнения. Процессы обработки воздуха в прямоточных и противоточных скрубберах. Конденсационные теплообменники для глубокой утилизации теплоты влажных газов: продуктов сгорания, вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента; конструкции, принцип действия, методы расчета. | 9  | ПЗ | Т | 6 | 2<br>4 | ТК<br>РК | УО<br>ПО | 2<br>10 |
| 21. | Расчет смесительных теплообменников. Коэффициенты теплопередачи в смесительных теплообменниках. Основные процессы обработки воздуха в H-d диаграмме.  | 10 | ПЗ | Т | 2 | 1      | ТК       | УО       | 1       |

| 1             | 2   | 3  | 4  | 5 | 6  | 7  | 8        | 9        | 10      |
|---------------|---|----|----|---|----|----|----------|----------|---------|
| 22.           | Тепловой баланс смесительного аппарата. Построение процесса изменения состояния воздуха в смесительном теплообменнике.  | 10 | ЛЗ | Т | 4  |    | ТК       | УО       | 2       |
| 23.           | <b>Испарительные, опреснительные, выпарные, кристаллизационные, перегонные и ректификационные установки.</b> Назначение, виды и принцип действия.   | 11 | Л  | В | 2  | 1  |          | КЛ       |         |
| 24.           | Основные конструкции выпарных аппаратов. Процессы выпаривания и кристаллизации. Тепловые схемы выпарных и опреснительных установок, методика расчета.   | 11 | ПЗ | Т | 2  | 1  | ТК       | УО       | 1       |
| 25.           | Изучение конструкции и принципа работы выпарной установки.  | 11 | ЛЗ | М | 4  |    | ТК       | УО       | 2       |
| 26.           | Способы перегонки. Схема установок для простой и молекулярной дистилляции. Ректификация. Схема ректификационной установки периодического действия. Материальный и тепловой баланс ректификационной колонны. | 12 | ПЗ | Т | 2  | 1  | ТК       | УО       | 1       |
| 27.           | Изучение конструкции и принципа работы деаэрата.  | 12 | ЛЗ | М | 4  |    | ТК       | УО       | 2       |
| 28.           | <b>Сушильные установки.</b> Понятия о процессе сушки. Конвективная, контактная, радиационная, диэлектрическая и сублимационная сушки.   | 13 | Л  | В | 2  | 1  |          | КЛ       |         |
| 29.           | Кинетика и динамика сушки. Равновесное и критическое влагосодержание. Тепловой и материальный баланс конвективной сушильной установки. Способы интенсификации процесса сушки.                               | 13 | ПЗ | Т | 6  | 2  | ТК       | УО       | 1       |
| 30.           | Изучение конструкций и принципа работы сушильных установок.   | 14 | ЛЗ | М | 4  |    | ТК       | УО       | 2       |
| 31.           | Построение процесса сушки в h-d диаграмме влажного газа.  | 14 | ЛЗ | М | 2  | 4  | ТК<br>РК | УО<br>ПО | 1<br>10 |
| 32.           | Выходной контроль   |    |    |   |    | 11 | ВыхК     | 3        | 28      |
| <b>Итого:</b> |   |    |    |   | 98 | 46 |          |          | 98      |

#### Примечание:

Условные обозначения:

**Виды аудиторной работы:** Л – лекция, ЛЗ – лабораторное занятие, ПЗ – практическое занятие.

**Формы проведения занятий:** В – лекция-визуализация, Т – лекция/занятие, проводимое в традиционной форме, М – моделирование.

**Виды контроля:** ВК – входной контроль, ТК – текущий контроль, РК – рубежный контроль, ТР – творческий рейтинг, ВыхК – выходной контроль.

**Форма контроля:** УО – устный опрос, ПО – письменный опрос, КЛ – конспект лекции, З – зачет.

## 5. Образовательные технологии

Для успешной реализации образовательного процесса по дисциплине «Теплоэнергетическое оборудование» и повышения его эффективности используются как традиционные педагогические технологии, так и методы активного обучения: лекция-визуализация, моделирование.

Удельный вес занятий, проводимых с использованием активных и интерактивных методов обучения, в целом по дисциплине составляет 41 % аудиторных занятий (в ФГОС не менее 40 %).

## **6. Оценочные средства для проведения входного, рубежного и выходного контролей**

### **Вопросы входного контроля**

1. Теплопроводность, коэффициент теплоотдачи.
2. Температурное поле и температурный градиент.
3. Механизм переноса теплоты теплопроводностью. Физическая сущность закона Фурье.
4. Механизм переноса теплоты конвекцией. Закон Ньютона-Рихмана.
5. Коэффициент теплоотдачи при свободной и вынужденной конвекции.
6. Сформулируйте физическую сущность коэффициента теплоотдачи.
7. От каких факторов зависит коэффициент теплоотдачи.
8. Тепловой поток. Определение, размерность и направление.
9. Тепловое излучение. Основные законы теплоизлучения.
10. Принципы передачи теплоты в теплогенерирующем и теплообменном оборудовании.

### **Вопросы рубежного контроля № 1**

#### *Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Теплогенерирующая установка. Источники преобразования энергии.
2. Тенденции развития теплогенерирующих установок
3. Типы теплогенерирующих установок и соответствующие методы производства тепловой энергии
4. Котельные установки на органическом топливе. Принцип преобразования и передачи энергии теплоносителю.
5. Область применения водогрейных котлов и параметры их работы.
6. Основные марки теплофикационных водогрейных котлов и их конструктивное исполнение.
7. Сфера применения и преимущества паровых котлов.
8. Параметры энергетических паровых котельных агрегатов.
9. Параметры промышленных паровых котельных агрегатов и отрасли их применения.
10. Барабанные и прямоточные парогенераторы, их характеристики.
11. Парогенератор атомного энергоблока, его характеристики.
12. Геотермальные установки и системы теплоснабжения на их основе.
13. Гелиоустановки и энергоблоки на их основе. Образцы промышленных установок.
14. Эксергия органического и ядерного топлива.
15. Процессы теплообмена, происходящие в топочной камере.
16. Схемы энергетического и эксергетического балансов процессов.
17. Процессы теплообмена при вынужденном движении теплоносителя и при свободной конвекции.

18. Процесс теплопроводности, тепловой поток плоской и цилиндрической стенки.
19. Гидродинамическая теория теплообмена.
20. Назначение и взаиморасположение поверхностей нагрева котлоагрегата.
21. Типы, назначение и области применения турбинных энергетических установок.
22. Типы паротурбинных установок и принципы действия паровых турбин.
23. Одно-, двух- и трехступенчатые, одно- и двухвенечные, активные и реактивные турбины.
24. Тепловой процесс паротурбинной ступени и её КПД.
25. Соотношение паропроизводительности теплогенератора и мощности паровой турбины.
26. Типы газотурбинных установок и области их применения.
27. Циклы ГТУ. Термический, механический и эффективный КПД ГТУ.
28. Эффективная мощность и удельный эффективный расход топлива ГТУ.
29. Режимы работы ГТУ, запуск и маневрирование.
30. Парогазовые турбинные установки, особенности исполнения и область применения.

#### *Вопросы для самостоятельного изучения*

1. Электродные паровые и водогрейные котлы.
2. Котлы утилизаторы.
3. Осевые и радиальные турбины.
4. Преобразование энергии парового потока на рабочих лопатках.
5. Преобразование энергии газообразных продуктов сгорания и способы повышения экономичности ГТУ.

#### **Вопросы рубежного контроля № 2**

##### *Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Применение различных нагнетательных машин в теплоэнергетических установках
2. Типы насосов, применяемые в теплоэнергетических установках и принципы их действия.
3. Области применения вентиляторов и компрессорных машин.
4. Параметры (нагнетательных) машин, подающих жидкости и газы.
5. Производительность и напор нагнетательной машины, факторы влияющие на мощность нагнетателей.
6. Удельная полезная работа нагнетательных машин, мощность и КПД нагнетателей.
7. Принцип действия и конструктивное исполнение центробежных вентиляторов низкого, среднего и высокого давления.

8. Рабочие характеристики центробежных вентиляторов, подбор вентилятора по назначению и параметрам системы.
9. Принцип действия и конструктивное исполнение центробежных насосов.
10. Центробежные насосы серии К, Д, ЦН, ЦНС, конструктивные особенности.
11. Рабочие характеристики центробежных насосов, подбор типоразмеров насоса по параметрам системы.
12. Принцип действия, классификация и схемы поршневых компрессоров. Область применения и рабочие характеристики.
13. Принцип действия, конструкция и рабочие характеристики ротационно-пластинчатых компрессоров.
14. Принцип действия, конструктивное исполнение и область применения винтовых компрессоров.
15. Совместная работа насоса и трубопроводной сети.
16. Гидравлические потери и гидравлический КПД насоса, объемный КПД насоса.
17. Полезная и внутренние мощности насоса, внутренний КПД, общий механический КПД, полный КПД и мощность на валу насоса.
18. Понятие теплового насоса, виды и их классификация.
19. Парокомпрессионные тепловые насосы. Принципиальная схема и рабочий цикл теплового насоса.
20. Характеристика промышленных потребителей теплоэнергетических ресурсов. Классификация теплоиспользующих установок.
21. Принцип работы рекуперативного и регенеративного теплообменника.
22. Схемы рекуперативных теплообменников непрерывного и периодического действия.
23. Емкостные теплообменные рекуперативные аппараты: варочный котел, рубашечный котел, с погружаемой и наружной змеевиковой греющей поверхностью.
24. Кожухотрубные паро-водяные и водо-водяные рекуперативные теплообменные аппараты. Схема и конструктивное исполнение.
25. Секционные кожухотрубные рекуперативные теплообменные аппараты. Схема и принцип работы.
26. Спиральные рекуперативные теплообменные аппараты. Схема и принцип работы.
27. Пластинчатые теплообменные аппараты. Схема и принцип работы.
28. Теплообменные аппараты с оребренными трубами.
29. Исполнение и маркировка паровых и водяных калориферов. Методика подбора водяного калорифера.
30. Методика расчета и подбора теплообменных аппаратов.

#### *Вопросы для самостоятельного изучения*

1. Схемы рабочих колес центробежных насосов и вентиляторов (типы рабочих лопаток).



2. Расчет энергии потока (от входа в межлопатные каналы до выхода из них).
3. Уравнения теоретических параметров центробежной машины  $N_T$ ,  $M_T$ ,  $h_T$ ,  $H_T$ . Энергия потока в рабочем колесе машины.
4. Порядок гидравлического расчета теплообменного аппарата.
5. Тепловой баланс аппарата, с теплоносителями не меняющими фазового состояния, когда один из теплоносителей меняет фазовое состояние.

### **Вопросы рубежного контроля № 3**

#### *Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Принцип действия, области применения и конструкции смесительных теплообменников.
2. Испарители и конденсаторы смесительного типа.
3. Обработка воздуха в прямоточных и противоточных скрубберах.
4. Конденсационные теплообменники для глубокой утилизации теплоты влажных газов.
5. Принцип работы скруббера, схема полого скруббера и скруббера с псевдооживленной насадкой.
6. Принцип работы выпарных установок и сфера их применения.
7. Классификация выпарных аппаратов по принципу работы и давлению внутри аппарата.
8. Конструкция выпарных аппаратов с паровым обогревом и естественной или искусственной циркуляцией раствора, аппараты пленочного типа.
9. Опреснительные установки, схемы и принцип работы.
10. Определение концентрации раствора в ступени выпарного аппарата.
11. Определение производительности выпарной многоступенчатой установки.
12. Классы бинарных смесей и принцип их разделения.
13. Принцип работы ректификационных установок и принципиальная схема ректификационной колонны.
14. Питательная, укрепляющая, исчерпывающая секция ректификационной колонны.
15. Материальный и тепловой баланс ректификационной колонны.
16. Принцип работы и схема дистилляционной установки непрерывного действия.
17. Ступени и контуры дистилляционной установки.
18. Формы связи влаги с материалом, энергия связи.
19. Равновесное и гигроскопическое влагосодержание.
20. Периоды сушки. График кинетики сушки.
21. Перечислите группы, на которые делятся влажные материалы.
22. Распылительная сушильная установка, схема и принцип работы.
23. Аэрофонтанная сушильная установка, схема и принцип работы.
24. Шахтная сушильная установка, схема и принцип работы

25. Барабанная сушильная установка, схема и принцип работы.
26. Ленточная сушильная установка, схема и принцип работы.
27. Сушильная установка с кипящим слоем, схема и принцип работы.
28. Материальный и тепловой баланс сушильной установки.
29. Объемный расход сушильного агента и продолжительность сушки.
30. Определение расхода теплоты для нагрева сушильного агента.

#### *Вопросы для самостоятельного изучения*

1. Физико-химическая температурная депрессия и общая располагаемая разностью температур.
2. Что называется влажным газом. Абсолютная влажность воздуха и парциальное давление.
3. Влажность воздуха. Относительная влажность воздуха.
4. Процесс ректификации на t-x диаграмме.
5. Процессы в дистилляционных установках.

#### **Вопросы выходного контроля (зачета)**

1. Тенденции развития теплогенерирующих установок
2. Типы теплогенерирующих установок и соответствующие методы производства тепловой энергии
3. Котельные установки на органическом топливе. Принцип преобразования и передачи энергии теплоносителю.
4. Область применения водогрейных котлов и параметры их работы.
5. Основные марки теплофикационных водогрейных котлов и их конструктивное исполнение.
6. Барабанные и прямоточные парогенераторы, их характеристики. Преимущества и недостатки паровых котлов.
7. Энергетические и промышленные паровые котельные агрегаты и отрасли их применения. Котлы на органическом топливе и котлы утилизаторы.
8. Парогенератор атомного энергоблока, его характеристики.
9. Геотермальные установки и системы теплоснабжения на их основе.
10. Гелиоустановки и энергоблоки на их основе. Образцы промышленных установок.
11. Эксергия органического и ядерного топлива. Схемы энергетического и эксергетического балансов процессов.
12. Процессы теплообмена, происходящие в топочной камере.
13. Назначение и взаиморасположение поверхностей нагрева котлоагрегата.
14. Процессы теплообмена при вынужденном движении теплоносителя и при свободной конвекции.
15. Процесс теплопроводности, тепловой поток плоской и цилиндрической стенки.
16. Гидродинамическая теория теплообмена.

17. Типы, назначение и области применения турбинных энергетических установок. Осевые и радиальные турбины.
18. Типы паротурбинных установок и принципы действия паровых турбин. Преобразование энергии парового потока на рабочих лопатках.
19. Одно-, двух- и трехступенчатые, одно- и двухвенечные, активные и реактивные турбины.
20. Тепловой процесс паротурбинной ступени и её КПД. Соотношение паропроизводительности теплогенератора и мощности паровой турбины.
21. Типы газотурбинных установок и области их применения. Принцип работы и циклы ГТУ.
22. Термический, механический и эффективный КПД ГТУ. Эффективная мощность и удельный эффективный расход топлива ГТУ.
23. Режимы работы ГТУ, запуск и маневрирование. Способы повышения экономичности ГТУ.
24. Парогазовые турбинные установки, особенности исполнения и область применения.
25. Нагнетательных машин в теплоэнергетических установках. Параметры (нагнетательных) машин, подающих жидкости и газы.
26. Центробежные нагнетательные машины. Схемы рабочих колес центробежных насосов и вентиляторов, типы рабочих лопаток.
27. Типы насосов, применяемые в теплоэнергетических установках и принципы их действия.
28. Области применения вентиляторов и компрессорных машин.
29. Производительность и напор нагнетательной машины. Удельная полезная работа нагнетательных машин, мощность и КПД нагнетателей.
30. Принцип действия и конструктивное исполнение центробежных вентиляторов низкого, среднего и высокого давления.
31. Рабочие характеристики центробежных вентиляторов, подбор вентилятора по назначению и параметрам системы.
32. Принцип действия и конструктивное исполнение центробежных насосов серии К, Д, ЦН, ЦНС.
33. Рабочие характеристики центробежных насосов, подбор типоразмеров насоса по параметрам системы.
34. Принцип действия, классификация и схемы поршневых компрессоров. Область применения и рабочие характеристики.
35. Принцип действия, область применения, конструкция и рабочие характеристики ротационно-пластинчатых компрессоров.
36. Принцип действия, конструктивное исполнение и область применения винтовых компрессоров.
37. Совместная работа насоса и трубопроводной сети. Гидравлические потери и гидравлический КПД насоса, объемный КПД насоса.
38. Полезная и внутренние мощности насоса, внутренний КПД, общий механический КПД, полный КПД и мощность на валу насоса.
39. Виды, классификация тепловых насосов и принцип действия.
40. Парокомпрессионные тепловые насосы. Принципиальная схема и рабочий цикл теплового насоса.

41. Характеристика промышленных потребителей теплоэнергетических ресурсов. Классификация теплоиспользующих установок.
42. Принцип работы рекуперативного и регенеративного теплообменника. Тепловой баланс аппарата.
43. Емкостные теплообменные рекуперативные аппараты периодического действия. Способы подвода тепла.
44. Кожухотрубные паро-водяные и водо-водяные рекуперативные теплообменные аппараты. Схема и конструктивное исполнение. Методика расчета и подбора.
45. Секционные кожухотрубные рекуперативные теплообменные аппараты. Схема и принцип работы. Методика подбора и гидравлического расчета.
46. Спиральные рекуперативные теплообменные аппараты. Схема и принцип работы. Методика расчета и подбора.
47. Пластинчатые теплообменные аппараты. Схема и принцип работы. Методика расчета и подбора.
48. Паровые и водяные калориферы (теплообменные аппараты с оребренными трубами). Методика подбора водяного калорифера.
49. Принцип действия, области применения и конструкции смесительных теплообменников. Испарители и конденсаторы смесительного типа.
50. Конденсационные теплообменники для глубокой утилизации теплоты влажных газов.
51. Принцип работы полого скруббера и скруббера с псевдоожиженной насадкой. Обработка воздуха в прямоточных и противоточных скрубберах.
52. Принцип работы выпарных установок и сфера их применения. Физико-химическая температурная депрессия и общая располагаемая разностью температур.
53. Классификация выпарных аппаратов. Конструкция выпарных аппаратов с паровым обогревом и естественной или искусственной циркуляцией раствора, аппараты пленочного типа.
54. Опреснительные установки, схемы и принцип работы.
55. Определение концентрации раствора в ступени выпарного аппарата. Производительность выпарной многоступенчатой установки.
56. Принцип работы ректификационных установок и принципиальная схема ректификационной колонны. Классы бинарных смесей и принцип их разделения.
57. Питательная, укрепляющая, исчерпывающая секция ректификационной колонны. Материальный и тепловой баланс ректификационной колонны.
58. Принцип работы и схема дистилляционной установки непрерывного действия.
59. Ступени и контуры дистилляционной установки. Процессы в дистилляционных установках.
60. Формы связи влаги с материалом, энергия связи. Перечислите группы, на которые делятся влажные материалы.
61. Равновесное и гигроскопическое влагосодержание. Периоды сушки. График кинетики сушки.
62. Распылительная сушильная установка, схема и принцип работы.

63. Аэрофонтанная сушильная установка, схема и принцип работы.
64. Шахтная сушильная установка, схема и принцип работы
65. Барабанная сушильная установка, схема и принцип работы.
66. Ленточная сушильная установка, схема и принцип работы.
67. Сушильная установка с кипящим слоем, схема и принцип работы.
68. Материальный и тепловой баланс сушильной установки.
69. Влажесодержание воздуха. Объемный расход сушильного агента и продолжительность сушки.
70. Определение расхода теплоты для нагрева сушильного агента. Непосредственный нагрев смешением и рекуперативный нагрев.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. **Фокин В.М.** Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения [Текст] / В.М. Фокин. - М.: Машиностроение-1, 2006. - 240 с. - ISBN 5-94275-255-9.

2. **Быстрицкий Г.Ф.** Энергосиловое оборудование промышленных предприятий [Текст]: учеб. пособие / Г. Ф. Быстрицкий. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2005. - 304 с. : ил. - ISBN 5-7695-2384-0.

3. **Фокин В.М.** Расчет и эксплуатация теплоэнергетического оборудования котельных [Текст]: учеб. пособие / ВолгГАСУ. – Волгоград: ВолгГАСУ, 2004. - 228 с. - ISBN 5-98276-048-х.

4. **Эфендиев А.М.** Тепловые двигатели и нагнетатели [Текст]: учеб. пособие / А.М. Эфендиев. - Саратов: ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2008. - 252 с. - ISBN 978-5-7011-0573-5.

5. Справочник энергетика, предприятий, учреждений и организаций [Текст]: справочное издание / Э.А. Киреева, Г.Ф. Быстрицкий. - М.: Колос, 2010. - 804 с. - ISBN 978-5-10-004074-31.

б) дополнительная литература

1. **Боровков В.М.** Теплотехническое оборудование [Текст]: учебник / В.М. Боровков, А.А. Калютник, В.В. Сергеев. - М.: Академия, 2011. - 192 с.: ил. - ISBN 978-5-7695-6766-7.

2. Теплообменные аппараты ТЭС [Текст]: учеб. пособие / Ю.Г. Назмеев, В.М. Лавыгин. - 3-е изд. перераб. – М.: Издательство МЭИ, 2007. - 269 с. - ISBN 978-5-383-00134-9.

3. Промышленные теплообменные процессы и установки [Текст]: учебник для ВУЗов / А.М. Бакластов, В.А. Горбенко, О.Л. Данилов и др.; Под ред. А.М. Бакластова. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 336 с.

4. **Бакластов А.М.** Проектирование, монтаж и эксплуатация теплообменных установок [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.М. Бакластов, В.А. Горбенко, П.Г. Удыма; Под ред. А.М. Бакластова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. - 382 с.

5. **Игнатович Э.** Химическая техника. Процессы и аппараты [Текст]. - М.: Техносфера, 2007. - 656 с. - ISBN 978-5-94836-153-6.

6. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии [Текст]: / учебник для ВУЗов / А.И. Скобло, Ю.К. Молоканов, А.И. Владимиров, А.И. Щелкунов. – М.: Недра, 2000. - 677 с. - ISBN: 5-8365-0035-5.

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, поисковые системы Rambler, Yandex, Google:

- Электронная библиотека СГАУ - <http://library.sgau.ru>
- <http://www.energsovet.ru>;
- <http://www.RosTeplo.ru>;
- <http://www.teplohimprom.ru>;
- <http://www.teploblok.ru>;
- <http://www.mpei-publishers.ru>.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения занятия используется следующее материально-техническое обеспечение:

- комплект мультимедийного оборудования;
- учебные макеты: котельной установки; системы теплоснабжения; поверхностей нагрева котлоагрегата; теплообменного аппарата с оребрением (калорифер); центробежных насосов, центробежных вентиляторов;
- лабораторное оборудование и приборы: кожухотрубный и пластинчатый теплообменный аппарат; водо-воздушная теплообменная установка с двумя калориферами; термометр электронный контактный с комплектом зондов; термоанемометр электронный; пирометр.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООп ВПО по направлению подготовки 140100.68 – Теплоэнергетика и теплотехника.