



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета заочного образования



О.А. Антимирова

“ 5 ” 02 2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.08.01 «ИСТОЧНИКИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ»

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров:

ФГОС ВО

Направление: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Направленность: «Электроснабжение»

Курс 2

Семестр 4

Форма обучения: очно-заочная

Год начала подготовки: 2018 г.

Регистрационный номер \_\_\_\_\_

Москва, 2019

Разработчики: Осмонов О.М., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



Бабичева Е.Л., ст. преподаватель  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



«20» 12 2018 г.

Рецензент: Стушкина Н.А., к. т. н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



«21» 12 2018 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий, протокол № 4 «24» 12 2018 г.

Зав. кафедрой Кожевникова Н. Г., к. т. н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина Парлюк Е.П., к.э.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Протокол № 9 «21» 01 2019 г.

Заведующий выпускающей кафедрой Электроснабжение и электротехника имени академика И.А. Будзко Стушкина Н.А., к. т. н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«17» 01 2019 г.

Зав. отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

**Бумажный экземпляр РПД, копии электронных вариантов РПД и оценочных материалов получены:**

Методический отдел УМУ

«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

## Содержание

|   |           |
|---|-----------|
| <b>АННОТАЦИЯ .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b> | <b>5</b>  |
| <b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>   | <b>7</b>  |
| 4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В 4 СЕМЕСТРЕ .....   | 7         |
| 4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....  | 8         |
| 4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....  | 11        |
| 4.4 САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ.....   | 13        |
| <b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>   | <b>15</b> |
| 6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....                | 15        |
| 6.1.4. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ С ОЦЕНКОЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....   | 17        |
| 6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....  | 21        |
| <b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>  | <b>24</b> |
| 7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....  | 24        |
| 7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....  | 24        |
| 7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....   | 25        |
| 7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....   | 25        |
| <b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ.....</b>  | <b>25</b> |
| <b>СИСТЕМ .....</b>   | <b>25</b> |
| <b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>                        | <b>26</b> |
| <b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..</b>   | <b>27</b> |
| Виды и формы отработки пропущенных занятий.....   | 28        |
| <b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ.....</b>   | <b>28</b> |
| <b>ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>   | <b>28</b> |

## Аннотация

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.ДВ.08.01 «Источники тепловой энергии» для подготовки бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленности «Электроснабжение»**

**Цель освоения дисциплины:** приобретение студентами умений и навыков, позволяющих участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией; определять параметры и рассчитывать режимы работы технологического оборудования по производству тепловой энергии для выполнения научно-исследовательской и проектно-конструкторской видов профессиональной деятельности.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную часть (дисциплины по выбору) учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», цикл Б1.В.ДВ.08, дисциплина осваивается в 4 семестре.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПК-3, ПК-5, ПК-6.

### **Краткое содержание дисциплины:**

Место и роль источников тепловой энергии в системах энергоснабжения предприятий. Источники тепловой энергии систем теплоснабжения, общие понятия. Энергетические ресурсы. Топливо, классификация и основные характеристики. Физико-химические основы процесса горения топлива. Процессы производства тепловой энергии и основы их расчета. Принципиальные схемы производства тепловой энергии из органического топлива. Теплофикация и теплоэлектроцентрали. Принципиальные схемы производства тепловой энергии на основе возобновляемых источников энергии. Основы расчета теплогенератора на органическом топливе. Материальный и тепловой баланс, расход топлива и КПД теплогенератора. Расчет теплообмена в топке и конвективных поверхностях нагрева теплогенератора. Тепловые станции, их оборудование. Тепловые схемы теплогенерирующих установок (ТГУ). Конструкции теплогенераторов на органическом топливе, классификация и направления развития. Топливное хозяйство ТГУ на твердом, жидком и газообразном топливе. Топочные и горелочные устройства теплогенератора. Конвективные поверхности нагрева теплогенератора. Техно-экономические и экологические показатели теплогенерирующих установок. Охрана окружающей среды от вредных выбросов при производстве тепловой энергии. Выбор дымососов и вентиляторов. Дымовые трубы. Количественные и качественные показатели работы тепловых станций, капитальные затраты и эксплуатационные расходы. Себестоимость производства тепловой энергии и особенности ее расчета. Экономия топливно-энергетических ресурсов.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 108 часов/3 зач. ед.

**Промежуточный контроль:** зачет с оценкой.

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Источники тепловой энергии» является приобретение студентами умений и навыков, позволяющих участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией; определять параметры и рассчитывать режимы работы технологического оборудования по производству тепловой энергии для выполнения научно-исследовательской и проектно-конструкторской видов профессиональной деятельности.

### **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Источники тепловой энергии» включена в вариативную часть (дисциплины по выбору) учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Дисциплина «Источники тепловой энергии» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность «Электроснабжение».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Источники тепловой энергии», являются дисциплины «Математика», «Физика» (1 и 2 курс), «Начертательная геометрия и инженерная графика» (2 курс), «Основы энергетика» (1 курс), «Общая энергетика» (2 курс).

Дисциплина «Источники тепловой энергии» является основой для изучения дисциплин: «Автономные системы электроснабжения», «Надежность систем электроснабжения», «Электротехнология», «Электроснабжение».

Рабочая программа дисциплины «Источники тепловой энергии» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

| № п/п | Код компетенции | Содержание компетенции (или её части)   | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:  |  |  |
|-------|-----------------|---|---|--|--|
|       |                 |   | знать   | уметь  | владеть  |
| 1     | ПК-3            | способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования | основные этапы проектирования промышленных объектов, основные правила построения эскизов, чертежей, схем, правила оформления графических изображений в соответствии со стандартами ЕСКД   | проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием | методиками проведения типовых расчетов теплоэнергетического оборудования, соблюдая технические, энергоэффективные и экологические требования                         |
| 2     | ПК-5            | готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности  | номенклатуру технических материалов в объектах профессиональной деятельности, их структуру и основные свойства; типовые проектные решения по технологическому и аппаратурному оформлению отдельных процессов и стадий производства. | пользоваться справочными данными при определении параметров оборудования; пользоваться принципами разработки технических решений и технологий в профессиональной сфере деятельности.       | основными методами измерений параметров оборудования; методами поиска и обработки информации как вручную, так и с применением современных информационных технологий. |
| 2.    | ПК-6            | способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности  | методы обеспечения режимов работы объектов по производству тепловой энергии с учетом обеспечения мероприятий по экологической безопасности и по энерго- и ресурсосбережению на производстве.  | рассчитывать режимы работы объектов по производству тепловой энергии с обеспечением экологической безопасности на производстве, мероприятий по энерго- и ресурсосбережению.                | методикой определения режима работы объектов по производству тепловой энергии с учетом требований экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения.           |

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в 4 семестре

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ в 4 семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

##### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в 4 семестре

| Вид учебной работы   | Трудоёмкость    |              |
|--|-----------------|--------------|
|  | час.            | семестр № 4  |
| <b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>   | <b>108</b>      | <b>108</b>   |
| <b>1. Контактная работа:</b>   | <b>28,35</b>    | <b>28,35</b> |
| <b>Аудиторная работа</b>   | <b>28,35</b>    | <b>28,35</b> |
| <i>в том числе:</i>  |                 |              |
| <i>лекции (Л)</i>  | 8               | 8            |
| <i>практические занятия (ПЗ)</i>   | 10              | 10           |
| <i>лабораторные работы (ЛР)</i>  | 10              | 10           |
| <i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>   | 0,35            | 0,35         |
| <b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>   | <b>79,65</b>    | <b>79,65</b> |
| <i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>  | 18              | 18           |
| <i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям и т.д.)</i> | 52,65           | 52,65        |
| <i>Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)</i>  | 9               | 9            |
| Вид промежуточного контроля:   | Зачет с оценкой |              |

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

| Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)  | Всего        | Аудиторная работа |           |           |             | Внеауд. работа (СР) |
|--|--------------|-------------------|-----------|-----------|-------------|---------------------|
|  |              | Л                 | ПЗ/С      | ЛР        | ПКР         |                     |
| <b>Раздел 1. «Источники тепловой энергии систем теплоснабжения. Топливо и основы процесса горения»</b> | <b>20</b>    | <b>2</b>          | <b>2</b>  | <b>2</b>  |             | <b>14</b>           |
| Тема 1. Общие сведения о источниках тепловой энергии и системах теплоснабжения. Энергетические ресурсы | 6            | 1                 |           |           |             | 5                   |
| Тема 2. Топливо и физико-химические основы процесса горения  | 14           | 1                 | 2         | 2         |             | 9                   |
| <b>Раздел 2. «Процессы производства тепловой энергии и основы их расчета»</b>                          | <b>23</b>    | <b>3</b>          | <b>4</b>  | <b>2</b>  |             | <b>14</b>           |
| Тема 3. Принципиальные схемы производства тепловой энергии.  | 10           | 2                 |           |           |             | 8                   |
| Тема 4. Основы теплового расчета теплогенератора на органическом топливе                               | 13           | 1                 | 4         | 2         |             | 6                   |
| <b>Раздел 3. «Тепловые станции, их оборудование»</b>   | <b>32</b>    | <b>2</b>          | <b>2</b>  | <b>2</b>  |             | <b>26</b>           |
| Тема 5. Теплогенерирующие установки  | 12,5         | 0,5               |           | 2         |             | 10                  |
| Тема 6. Топочные и горелочные устройства. Конвективные поверхности нагрева теплогенератора             | 8,5          | 0,5               | 2         |           |             | 6                   |
| Тема 7. Топливное и водное хозяйство теплогенераторов на органическом топливе                          | 4,5          | 0,5               |           |           |             | 4                   |
| Тема 8. Тепловые схемы источников тепловой энергии   | 6,5          | 0,5               |           |           |             | 6                   |
| <b>Раздел 4. «Технико-экономические и экологические показатели источников тепловой энергии»</b>        | <b>23,65</b> | <b>1</b>          | <b>2</b>  | <b>4</b>  |             | <b>16,65</b>        |
| Тема 9. Охрана окружающей среды от вредных выбросов при производстве тепловой энергии                  | 14,5         | 0,5               | 2         | 2         |             | 10                  |
| Тема 10. Технико-экономические показатели источников тепловой энергии                                  | 9,15         | 0,5               |           | 2         |             | 6,65                |
| <i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>   | 0,35         |                   |           |           | 0,35        |                     |
| <i>Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)</i>  | 9            |                   |           |           |             | 9                   |
| <b>Всего за 4 семестр</b>  | <b>108</b>   | <b>8</b>          | <b>10</b> | <b>10</b> | <b>0,35</b> | <b>79,65</b>        |
| <b>Итого по дисциплине</b>   | <b>108</b>   | <b>8</b>          | <b>10</b> | <b>10</b> | <b>0,35</b> | <b>79,65</b>        |

**Раздел 1. Источники тепловой энергии систем теплоснабжения. Топливо и основы процесса горения**

**Тема № 1. Общие сведения о источниках тепловой энергии и системах теплоснабжения. Энергетические ресурсы.**



Место и роль источников тепловой энергии в системах энергоснабжения предприятий. Источники тепловой энергии систем теплоснабжения, термины и общие понятия. Системы теплоснабжения, тепловые сети и тепловые пункты, термины и общие понятия. Энергетические ресурсы для производства тепловой энергии. Классификация энергетических ресурсов. Невозобновляемые энергетические ресурсы. Возобновляемые энергетические ресурсы. Запасы энергетических ресурсов. Структура мирового энергопотребления. Динамика роста потребления энергоресурсов и развития энергетического хозяйства, экологические проблемы энергетики. Эффективность использования энергетических ресурсов, пути ее повышения.

**Тема № 2.** Топливо и физико-химические основы процесса горения.

Топливо, классификация и основные характеристики. Основные определения, классификация и стандартные параметры углеводородных топлив. Органическое топливо. Твердое топливо. Жидкое топливо. Газообразное топливо. Искусственное топливо. Расщепляющееся (ядерное) топливо. Элементарный и технический состав углеводородных топлив. Теплота сгорания топлива. Условное топливо. Физико-химические основы процесса горения органического топлива. Горение твердого топлива. Горение жидкого топлива. Горение газообразного топлива в потоке воздуха. Способы сжигания органического топлива. Расчет горения органического топлива. Коэффициент избытка воздуха.

**Раздел 2 Процессы производства тепловой энергии и основы их расчета.**

**Тема № 3.** Принципиальные схемы производства тепловой энергии.

Принципиальные схемы производства тепловой энергии из органического топлива. Теплофикация и теплоэлектроцентрали. Принципиальные схемы производства тепловой энергии из ядерного горючего. Принципиальные схемы производства тепловой энергии за счет солнечной энергии. Принципиальные схемы производства тепловой энергии за счет геотермальной энергии. Принципиальные схемы производства тепловой энергии из сельскохозяйственных и городских отходов.

**Тема № 4.** Основы теплового расчета теплогенератора на органическом топливе.

Общие положения и схема теплового расчета. Конструктивный тепловой расчет. Поверочный тепловой расчет. Расчетная схема теплогенератора (котла) со слоевой топкой и с камерной топкой. Материальный баланс теплогенератора. Объем кислорода, необходимого для обеспечения выгорания горючих компонентов топлива. Коэффициент избытка воздуха. Объемы образующихся продуктов сгорания при горении топлива. Энтальпии воздуха и продуктов сгорания. Тепловой баланс теплогенератора. Энергетический баланс теплогенератора. Теплообмен в топке теплогенератора. Теплообмен в конвективных поверхностях нагрева.

**Раздел 3 Тепловые станции, их оборудование**

**Тема № 5.** Теплогенерирующие установки (ТГУ).

Теплогенераторы на органическом топливе. Классификация котельных установок. Энергетические, производственно-отопительные и отопительные

котельные. Местные, групповые, районные отопительные котельные. Паровые и водогрейные котлы. Паро- и теплогенераторы атомных станций теплоснабжения. Паро- и теплогенераторы гелио- и геотермальных установок.

**Тема № 6.** Топочные и горелочные устройства. Конвективные поверхности нагрева теплогенератора

Слоевые топочные устройства. Камерные топки. Вихревые (циклонные) топки. Горелочные устройства для камерного сжигания твердого топлива. Горелочные устройства для сжигания жидкого и газообразного топлива. Экономайзеры. Воздухоподогреватели. Компоновка низкотемпературных поверхностей нагрева. Загрязнение поверхностей нагрева котлов продуктами сгорания топлив. Способы борьбы с загрязнениями поверхностей нагрева. Износ поверхностей нагрева под действием золы. Коррозия поверхностей нагрева со стороны греющих газов.

**Тема № 7.** Топливное и водное хозяйство теплогенераторов на органическом топливе.

Топливное хозяйство ТГУ на твердом, жидком и газообразном топливе. Системы топливоприготовления. Шлакозолоудаление. Водное хозяйство теплогенераторов на органическом топливе. Показатели качества исходной, подпиточной, питательной и котловой воды. Способы обработки воды: удаление взвешенных частиц; снижение жесткости; поддержание определенной величины щелочности; снижение общего содержания; удаление коррозионно-активных газов. Умягчение воды. Современные способы очистки воды: электролиз и обратный осмос. Деаэрация воды.

**Тема № 8.** Тепловые схемы источников тепловой энергии.

Виды тепловых схем источников тепловой энергии. Принципиальная тепловая схема. Развернутая тепловая схема. Рабочая (монтажная) схема. Расчет принципиальной тепловой схемы источников тепловой энергии. Расчет тепловой схемы производственной котельной. Расчет тепловой схемы водогрейной котельной. Контрольно-измерительные приборы и арматура котельного агрегата. Тепловой контроль и автоматизация процессов генерирования тепловой энергии.

**Раздел 4 Технико-экономические и экологические показатели источников тепловой энергии**

**Тема № 9.** Охрана окружающей среды от вредных выбросов при производстве тепловой энергии.

Источники и виды загрязнения атмосферного воздуха. Охрана окружающей среды от вредных газообразных и жидких выбросов при производстве тепловой энергии. Методы снижения и подавления газообразных выбросов. Способы улавливания твердых частиц из продуктов сгорания. Тягодутьевые устройства. Естественная тяга в газовоздушном тракте котельной установки. Искусственная тяга в газовоздушном тракте котельной установки. Выбор дымососов и вентиляторов и их компоновка. Дымовые трубы. Методика расчета рассеивания вредных примесей и выбор высоты дымовых труб.

**Тема № 10.** Техничко-экономические показатели источников тепловой энергии.

Основы проектирования и эксплуатации теплогенерирующих установок. Количественные и качественные показатели работы теплостанций. Капитальные затраты и эксплуатационные расходы. Себестоимость производства тепловой энергии и особенности ее расчета. Экономия топливно-энергетических ресурсов. Основные виды потерь топлива в теплостанции и классификация мероприятий по их снижению. Организация экономичной и надежной работы теплостанции. Оценка эффективности мероприятий по экономии топлива.

### 4.3 Лекции/лабораторные/практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий и контрольные мероприятия

| № п/п | № раздела   | № и название лекции/лабораторных/практических занятий   | Формируемые компетенции    | Вид контрольного мероприятия | Кол-во часов |
|-------|---|---|----------------------------|------------------------------|--------------|
| 1.    | <b>Раздел 1 «Источники тепловой энергии систем теплоснабжения. Топливо и основы процесса горения»</b>   |   | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6       |                              | <b>6</b>     |
|       | Тема 1. Общие сведения о источниках тепловой энергии и системах теплоснабжения. Энергетические ресурсы. | Лекция № 1. Общие сведения о источниках тепловой энергии и системах теплоснабжения. Энергетические ресурсы и энергетический баланс. | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6       |                              | 1            |
|       | Тема 2. Топливо и физико-химические основы процесса горения   | Лекция № 2. Топливо. Физико-химические основы процесса горения топлива.   | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6       |                              | 1            |
|       |   | Практическое занятие № 1. Определение состава рабочей и горючей массы топлива.  | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6       | Устный опрос                 | 2            |
|       | Лабораторная работа № 1. Определение теплоты сгорания углеводородного топлива.                          | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6  | Защита лабораторной работы | 2                            |              |
| 2     | <b>Раздел 2 «Процессы производства тепловой энергии и основы их расчета»</b>                            |   | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6       |                              | <b>9</b>     |
|       | Тема 3. Принципиальные схемы производства тепловой энергии  | Лекция № 3. Принципиальные схемы производства тепловой энергии путем сжигания органического топлива.                                | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6       |                              | 1            |
|       |   | Лекция № 4. Принципиальные схемы производства тепловой энергии на основе возобновляемых источников энергии.                         | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6       |                              | 1            |
|       | Тема 4. Основы теплового расчета теплогенератора на органиче-   | Лекция № 5. Общие положения и схема теплового расчета ТГУ. Конструктивный и поверочный тепловой расчет.                             | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6       |                              | 0,5          |

| № п/п | № раздела  | № и название лекции/лабораторных/практических занятий  | Формируемые компетенции  | Вид контрольного мероприятия | Кол-во часов |
|-------|--|--|--|------------------------------|--------------|
|       | ском топливе   | Лекция № 6. Тепловой баланс теплогенератора. Основы расчета теплообмена в топке и конвективных поверхностях нагрева.     | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6   |                              | 0,5          |
|       |  | Лабораторная работа № 2. Определение расхода топлива и КПД теплогенератора.  | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6   | Защита лабораторной работы   | 2            |
|       |  | Практическое занятие № 2. Тепловой расчет теплогенератора на твердом топливе.  | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6   | Устный опрос                 | 4            |
| 3     | <b>Раздел 3 «Тепловые станции, их оборудование»</b>  |  | <b>ПК-3<br/>ПК-5<br/>ПК-6</b>  |                              | <b>6</b>     |
|       | Тема 5. Теплогенерирующие установки (ТГУ)  | Лекция № 7. Теплогенераторы на органическом топливе. Паровые и водогрейные котлы.  | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6   |                              | 0,5          |
|       |  | Лабораторная работа № 3. Изучение устройства и работы парогенератора Д-900 и теплогенератора ТГ-1,5.                     | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6   | Защита лабораторной работы   | 2            |
|       | Тема 6. Топочные и горелочные устройства. Конвективные поверхности нагрева теплогенератора     | Лекция № 8. Топочные и горелочные устройства теплогенератора. Конвективные поверхности нагрева ТГУ.                      | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6   |                              | 0,5          |
|       |  | Практическое занятие № 3. Определение характеристик топки теплогенератора.   | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6   | Защита лабораторной работы   | 2            |
|       | Тема 7. Топливное и водное хозяйство теплогенераторов на органическом топливе.                 | Лекция № 9. Топливное и водное хозяйство теплогенераторов на органическом топливе.                                       | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6   |                              | 0,5          |
|       |  | Тема 8. Тепловые схемы источников тепловой энергии.  | Лекция № 10. Тепловые схемы теплогенерирующих установок и методы их расчета. | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6         |              |
| 4     | <b>Раздел 4 «Технико-экономические и экологические показатели источников тепловой энергии»</b> |  | <b>ПК-3<br/>ПК-5<br/>ПК-6</b>  |                              | <b>7</b>     |
|       | Тема 9. Охрана окружающей среды от вредных выбросов при производстве тепловой энергии.         | Лекция № 11. Охрана окружающей среды от вредных выбросов при производстве тепловой энергии. Тягодутьевые устройства ТГУ. | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6   |                              | 0,5          |
|       |  | Практическое занятие № 4. Выбор дымососов и вентиляторов для котельной установки.  | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6   | Устный опрос                 | 2            |
|       |  | Лабораторная работа № 4. Контрольно-измерительные приборы и арматура котельно-   | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6   | Защита лабораторной работы   | 2            |

| № п/п | № раздела   | № и название лекции/лабораторных/практических занятий  | Формируемые компетенции | Вид контрольного мероприятия | Кол-во часов |
|-------|---|--|-------------------------|------------------------------|--------------|
|       |   | го агрегата.   |                         |                              |              |
|       | Тема 10. Техничко-экономические показатели источников тепловой энергии. | Лекция № 12. Основы проектирования и эксплуатации, технико-экономические показатели теплогенерирующих установок. | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6    |                              | 0,5          |
|       |   | Лабораторная работа № 5. Способы экономии топливно-энергетических ресурсов в теплогенерирующих установках.       | ПК-3<br>ПК-5<br>ПК-6    | Защита лабораторной работы   | 2            |

#### 4.4 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Таблица 5

##### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

| № п/п   | № раздела и темы  | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения   |
|---|---|---|
| <b>Раздел 1 «Источники тепловой энергии систем теплоснабжения. Топливо и основы процесса горения»</b> |   |   |
| 1.  | Тема 1. Общие сведения о источниках тепловой энергии и системах теплоснабжения. Энергетические ресурсы. | Системы теплоснабжения, тепловые сети и тепловые пункты. Энергетические ресурсы и энергетический баланс. Динамика роста потребления энергоресурсов и развития энергетического хозяйства, экологические проблемы энергетики. (ПК-3, ПК-5, ПК-6)  |
| 2.  | Тема 2. Топливо и физико-химические основы процесса горения   | Физико-химические основы процесса горения органического топлива. Горение твердого топлива. Горение жидкого топлива. Горение газообразного топлива в потоке воздуха. Способы сжигания органического топлива. (ПК-3, ПК-5, ПК-6)  |
| <b>Раздел 2 «Процессы производства тепловой энергии и основы их расчета»</b>                          |   |   |
| 3.  | Тема 3. Принципиальные схемы производства тепловой энергии.   | Принципиальные схемы производства тепловой энергии из сельскохозяйственных и городских отходов. (ПК-3, ПК-5, ПК-6)  |
| 4.  | Тема 4. Основы теплового расчета теплогенератора на органическом топливе.                               | Объемы образующихся продуктов сгорания при горении топлива. Энтальпии воздуха и продуктов сгорания. Энергетический баланс теплогенератора. (ПК-3, ПК-5, ПК-6)   |
| <b>Раздел 3 «Тепловые станции, их оборудование»</b>   |   |   |
| 5.  | Тема 5. Теплогенерирующие установки.  | Паро- и теплогенераторы атомных станций теплоснабжения. Паро- и теплогенераторы гелио- и геотермальных установок. (ПК-3, ПК-5, ПК-6)  |
| 6.  | Тема 6. Топочные и горелочные устройства. Конвективные поверхности нагрева теплогенератора.             | Компоновка низкотемпературных поверхностей нагрева. Загрязнение поверхностей нагрева котлов продуктами сгорания топлива. Способы борьбы с загрязнениями поверхностей нагрева. Износ поверхностей нагрева под действием золы. Коррозия поверхностей нагрева со стороны греющих газов. (ПК-3, ПК-5, ПК-6) |
| 7.  | Тема 8. Тепловые схемы источников тепловой энергии.   | Расчет тепловой схемы производственной и водогрейной котельной. Тепловой контроль и автоматизация процессов генерирования тепловой энергии. (ПК-3, ПК-5, ПК-6)  |

| № п/п  | № раздела и темы   | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения   |
|--|--|---|
| <b>Раздел 4 «Технико-экономические и экологические показатели источников тепловой энергии»</b> |  |   |
| 8.   | Тема 9. Охрана окружающей среды от вредных выбросов при производстве тепловой энергии. | Методы снижения и подавления газообразных выбросов. Способы улавливания твердых частиц из продуктов сгорания. Методика расчета рассеивания вредных примесей и выбор высоты дымовых труб. (ПК-3, ПК-5, ПК-6) |
| 9.   | Тема 10. Технико-экономические показатели источников тепловой энергии.                 | Экономия топливно-энергетических ресурсов. Основные виды потерь топлива в теплостанции и мероприятия по их снижению. Оценка эффективности мероприятий по экономии топлива. (ПК-3, ПК-5, ПК-6)               |

## 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Источники тепловой энергии» в совокупности с традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологией обучения используются элементы инновационных технологий.

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

| № п/п | Тема и форма занятия  | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий                                |
|-------|---|--|
| 1.    | Тема 1. Общие сведения о источниках тепловой энергии и системах теплоснабжения. Энергетические ресурсы. | Л Проблемная лекция; иллюстрация слайд-презентаций   |
| 2.    | Тема 2. Топливо и физико-химические основы процесса горения   | Л Проблемная лекция, иллюстрация слайд-презентаций   |
|       |   | ЛР Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ;                        |
|       |   | ПЗ Иллюстрация слайд-презентаций; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов; решение типовых задач |
| 3.    | Тема 3. Принципиальные схемы производства тепловой энергии  | Л Проблемная лекция, иллюстрация слайд-презентаций   |
|       |   | ПЗ Иллюстрация слайд-презентаций; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов; дискуссии             |
| 4.    | Тема 4. Основы теплового расчета теплогенератора на органическом топливе                                | Л Проблемная лекция, иллюстрация слайд-презентаций   |
|       |   | ЛР Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ;                        |
|       |   | ПЗ Иллюстрация слайд-презентаций; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов; решение типовых задач |
| 5.    | Тема 5. Теплогенерирующие установки   | Л Проблемная лекция  |
|       |   | ЛР Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ;                        |
| 6.    | Тема 6. Топочные и горелочные устройства. Конвективные поверхности нагрева теплогенератора              | Л Проблемная лекция, иллюстрация слайд-презентаций   |
|       |   | ЛР Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ;                        |
| 7.    | Тема 7. Топливное и водное хозяйство теплогенераторов на  | Л Проблемная лекция, иллюстрация слайд-презентаций   |
|       |   | ПЗ Иллюстрация слайд-презентаций; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов; дискуссии             |

| № п/п | Тема и форма занятия   | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий |   |
|-------|--|---|---|
|       | органическом топливе   |   |   |
| 8.    | Тема 8. Тепловые схемы источников тепловой энергии                                     | Л   | Проблемная лекция, иллюстрация слайд-презентаций  |
|       |  | ЛР  | Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ;                        |
|       |  | ПЗ  | Иллюстрация слайд-презентаций; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов; решение типовых задач |
| 9.    | Тема 9. Охрана окружающей среды от вредных выбросов при производстве тепловой энергии. | Л   | Проблемная лекция, иллюстрация слайд-презентаций  |
|       |  | ЛР  | Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ;                        |
|       |  | ПЗ  | Иллюстрация слайд-презентаций; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов; дискуссии             |
| 10.   | Тема 10. Технико-экономические показатели источников тепловой энергии.                 | Л   | Проблемная лекция, иллюстрация слайд-презентаций  |
|       |  | ЛР  | Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ;                        |
|       |  | ПЗ  | Иллюстрация слайд-презентаций; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов; дискуссии             |

## **6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

### **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

#### **6.1.1. Расчетно-графическая работа**

При изучении дисциплины «Источники тепловой энергии» учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

Задачей расчетно-графической работы является закрепление теоретических знаний, развитие практических навыков самостоятельного решения конкретных инженерных задач по энергообеспечению сельскохозяйственных предприятий с применением источников тепловой энергии. Формируемые при выполнении расчетно-графической работы компетенции: ПК-3, ПК-5, ПК-6.

Расчетно-графическая работа выполняется студентом во внеурочное время с использованием информационных и программных материалов, оформляется в виде расчетно-пояснительной записки и сдается на проверку.

Примерная тема расчетно-графической работы: «Тепловой расчет теплогенератора с естественной циркуляцией, работающего на твердом топливе».

В расчетно-графической работе рассматриваются следующий перечень тем изучаемых по дисциплине: определение основных характеристик используемого вида топлива; расчетная схема и материальный баланс теплогенератора; объем кислорода, необходимого для обеспечения полного сгорания горючих компонентов топлива; коэффициент избытка воздуха; объемы образующихся продуктов сгорания при горении топлива; энтальпии воздуха и продуктов сгорания; тепловой баланс теплогенератора; определение тепловых потерь, расхода топлива и КПД теплогенератора; теплообмен в топке и в конвективных поверх-

ностях нагрева (конвективной части пароперегревателя, водяного экономайзера, воздухоподогревателя) теплогенератора.

Исходные данные для расчета выбираются в соответствии с индивидуальным заданием на выполнение расчетно-графической работы.

Контроль за выполнением расчетно-графической работы осуществляется ее проверкой с индивидуальным опросом при защите.

При оценке расчетно-графической работы во время защиты учитывается:

- степень самостоятельности выполнения работы;
- актуальность и глубина разработки темы;
- знание современных подходов на исследуемую проблему;
- качество оформления;
- четкость изложения доклада на защите;
- правильность ответов на вопросы.

### **6.1.2. Вопросы для устного опроса по практическим занятиям.**

#### **Примеры вопросов устного опроса:**

Вопросы устного опроса по практическому занятию № 1. «Определение состава рабочей и горючей массы топлива».

1. Что понимают под «топливом»? Приведите классификацию топлива.
2. Приведите элементарный состав твердого органического топлива.
3. Что понимают под составом топлива на рабочую массу?
4. Что понимают под составом топлива на горючую массу?
5. Назовите горючие компоненты в составе топлива.
6. Как определяется рабочая масса топлива?
7. Как определяется горючая масса топлива?
8. Как производится перерасчет из горючей массы в рабочую и наоборот?

### **6.1.3. Выполнение и защита лабораторных работ.**

#### **Пример заданий и вопросов при защите лабораторной работы:**

Задания и контрольные вопросы при защите лабораторной работы № 3. Изучение устройства и работы парогенератора Д-900 и теплогенератора ТГ-1,5.

1. Для каких технологических процессов в сельскохозяйственных предприятиях необходимо использование водяного пара?
2. Объясните назначение, устройство и принцип действия парогенератора типа Д-900.
3. Приведите значения давления и температуры теплоносителя получаемого в парогенераторе Д-900.
4. Приведите значения паропроизводительности (кг/ч), расхода горючего (кг/ч) и КПД парогенератора Д-900.
5. Какое топливо в качестве горючего используется в парогенераторе Д-900?
6. Объясните назначение и технические характеристики теплогенератора типа ТГ-1,5.
7. Объясните устройство и принцип действия теплогенератора ТГ-1,5.



8. Какой теплоноситель нагревается в результате сжигания топлива в камере сгорания теплогенератора ТГ-1,5?

#### **6.1.4. Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой по дисциплине**

##### **Раздел 1. Источники тепловой энергии систем теплоснабжения. Топливо и основы процесса горения**

1. Что понимают под «источниками тепловой энергии»? Приведите классификацию источников тепловой энергии.

2. Что называется «системой теплоснабжения» и какое место в системе теплоснабжения занимает источник тепловой энергии?

3. Дайте определение понятий «теплогенерирующая установка», «тепловые сети», «тепловые пункты». Перечислите их основные элементы и их назначение.

4. Приведите классификацию теплогенерирующих установок.

5. Что понимают под «топливом»? Приведите классификацию топлива и поясните ее.

6. Приведите элементарный состав органического топлива.

7. Поясните, что понимают под составом топлива на рабочую, сухую и горючую массу.

8. Поясните, что понимают под низшей и высшей теплотой сгорания топлива.

9. Приведите классификацию влаги твердого топлива и поясните ее.

10. Поясните, что понимают под «летучими веществами» и «коксовым остатком».

11. Поясните, какие существуют виды минеральных компонентов твердого топлива.

12. Перечислите виды твердого топлива и дайте их характеристику. Перечислите классы и марки твердого топлива.

13. Жидкое топливо и его классификация. Физические свойства жидких топлив.

14. Газообразное топливо и его классификация.

15. Что понимают под «горением»? Перечислите факторы, влияющие на скорость горения.

16. Поясните процесс горения твердого топлива.

17. Поясните процесс горения жидкого топлива.

18. Поясните процесс горения газообразного топлива.

##### **Раздел 2. Процессы производства тепловой энергии и основы их расчета**

19. Охарактеризуйте принципиальные схемы производства тепловой энергии путем сжигания органического топлива.

20. Приведите принципиальную схему комбинированного производства тепловой и электрической энергии на ТЭС, работающей по циклу Ренкина.

21. Приведите принципиальную схему ТЭЦ, содержащей турбину с противодавлением.
22. Приведите принципиальную схему ТЭЦ, содержащей турбину с регулируемым промежуточным отбором пара.
23. Принципиальные схемы производства тепловой энергии на основе ядерного топлива.
24. Принципиальные схемы производства тепловой энергии за счет солнечной энергии.
25. Принципиальные схемы производства тепловой энергии за счет геотермальной энергии.
26. Принципиальные схемы производства тепловой энергии из сельскохозяйственных и городских отходов.
27. Перечислите виды тепловых расчетов теплогенератора и поясните их цель.
28. В каких случаях и для чего выполняют поверочный тепловой расчет теплогенератора.
29. Что понимают под «теплогенератором»? Приведите классификацию теплогенераторов.
30. Приведите последовательность поверочного теплового расчета теплогенератора (котла).
31. Из каких элементов состоит расчетная схема теплогенератора (парового и водогрейного котла)?
32. Расходы каких веществ представлены в левой и правой части уравнения материального баланса газозоудушного тракта теплогенератора?
33. Расходы каких веществ представлены в левой и правой части уравнения материального баланса для пароводяного тракта теплогенератора?
34. Приведите состав продуктов сгорания топлива при полном сгорании горючих компонентов топлива.
35. Приведите состав продуктов сгорания топлива при неполном сгорании горючих компонентов топлива.
36. Приведите определение и уравнение теплового баланса теплогенератора.
37. Что называется «располагаемой теплотой» и по какой формуле определяется величина располагаемой теплоты?
38. В каких случаях учитывается физическая теплота топлива при определении располагаемой теплоты.
39. В каких случаях учитывается теплота, вносимая в топку с воздухом, при определении располагаемой теплоты.
40. Приведите и поясните уравнение для определения полезно использованной теплоты для водогрейных котельных агрегатов.
41. Приведите и поясните уравнение для определения полезно использованной теплоты для парового котельного агрегата.
42. Какие виды тепловых потерь учитываются в расходной части уравнения теплового баланса?
43. Приведите причины химической и механической неполноты сгорания топлива в топке котельного агрегата.
44. Приведите причины неполноты сгорания топлива в топке.

45. Поясните значения КПД брутто (котлоагрегата) и КПД нетто (котельной установки).

46. Чем отличаются натуральный расход топлива и расчетный расход топлива котельного агрегата?

### **Раздел 3 «Тепловые станции, их оборудование»**

47. Что понимают под прямоточными котлами и котлами с многократной циркуляцией?

48. Что понимают под «жаротрубным» и «водотрубным» котлом? Приведите примеры маркировки котлов.

49. Что понимают под «топочными устройствами»? Перечислите требования, предъявляемые к топочным устройствам.

50. Приведите схемы организации топочных устройств и поясните их.

51. Что понимают под «слоевыми топочными устройствами»? Приведите классификацию топочных устройств.

52. Что понимают под ручными, полумеханическими и механическими словыми топками? Каким образом осуществляется механизация топочных устройств?

53. Перечислите показатели работы топочных устройств.

54. Что понимают под «горелочными устройствами»? Приведите классификацию горелочных устройств.

55. Перечислите конвективные поверхности нагрева котла, и поясните, в чем заключается суть их теплового расчета.

56. Поясните назначение пароперегревателей и приведите их классификацию.

57. Поясните назначение водяных экономайзеров и приведите их классификацию.

58. Поясните назначение воздухоподогревателей и приведите их классификацию.

59. Какие существуют виды загрязнения поверхностей нагрева котла. Перечислите способы борьбы с загрязнениями поверхностей нагрева.

60. Что понимают под абразивным износом поверхностей нагрева, и какие существуют способы защиты труб от абразивного износа.

61. Высокотемпературная и низкотемпературная коррозия и их типы. Способы борьбы с низкотемпературной коррозией.

62. Перечислите виды коррозии поверхностей нагрева со стороны воды и пара, и способы борьбы с данной коррозией.

63. Что понимают под «каркасом котельного агрегата»? Какие существуют типы каркасов?

64. Что понимают под «обмуровкой котла»? Какие существуют типы обмуровок?

65. Определение тепловой мощности ТГУ. Типы тепловых схем.

66. Какие воды различают в ТГУ? Перечислите физико-химические характеристики воды и дайте их краткую характеристику.

67. Деаэрация воды в ТГУ и ее назначение. Перечислите типы деаэраторов и требования, предъявляемые к деаэраторам.

68. Что понимают под «продувкой котла»? Какие существуют типы продувок?

69. Что понимают под «топливным хозяйством ТГУ»? Топливное хозяйство ТГУ на твердом топливе. Склады топлива.

70. Перечислите операции, производимые перед сжиганием твердого топлива. Системы пылеприготовления.

71. Что понимают под «топливным хозяйством ТГУ»? Топливное хозяйство ТГУ на жидком топливе.

72. Что понимают под «топливным хозяйством ТГУ»? Топливное хозяйство ТГУ на газообразном топливе.

73. Перечислите основные способы удаления золы и шлака из ТГУ и требования, предъявляемые к системам шлакозолоудаления.

74. Поясните, каким образом осуществляется механическое шлакозолоудаление. Перечислите достоинства и недостатки данного способа.

75. Поясните, каким образом осуществляется пневматическое шлакозолоудаление. Перечислите достоинства и недостатки данного способа.

76. Поясните, каким образом осуществляется гидрошлакозолоудаление. Перечислите достоинства и недостатки данного способа.

77. Регулирование тягодутьевых установок.

78. Естественная и искусственная тяга. Дымовые трубы.

#### **Раздел 4 Технико-экономические и экологические показатели источников тепловой энергии**

79. Охрана окружающей среды от вредных газообразных и жидких выбросов при производстве тепловой энергии.

80. Методы снижения и подавления газообразных выбросов.

81. Перечислите тягодутьевые устройства теплогенерирующих установок и поясните их назначение.

82. Естественная и искусственная тяга в газовоздушном тракте котельной установки.

83. Выбор дымососов и вентиляторов котельной установки.

84. Дымовые трубы. Методика расчета рассеивания вредных примесей и выбор высоты дымовых труб.

85. Вредные выбросы от теплостанций. Перечислите способы улавливания твердых частиц из продуктов сгорания.

86. Дайте характеристику механических сухих и мокрых золоуловителей. Перечислите их достоинства и недостатки.

87. Перечислите жидкие стоки от теплогенерирующих установок и способы их уменьшения. Для чего и каким образом производится очистка сточных вод от нефтепродуктов?

88. Перечислите показатели теплогенерирующих установок, которые подлежат технологическому контролю.

89. Поясните, в чем заключается эксплуатация теплогенерирующих установок?

90. Перечислите основные требования, которые должны выполняться при проектировании теплогенерирующих установок. Из каких этапов состоит проектирование ТГУ и в чем их суть?

91. Что понимают под «компоновкой теплогенерирующей установки»? Перечислите типы компоновок ТГУ.

92. Перечислите количественные и качественные показатели работы теплостанций.

93. Техничко-экономические и экологические показатели теплогенерирующих установок.

94. Капитальные затраты и эксплуатационные расходы при производстве тепловой энергии.

95. Особенности расчета себестоимости производства тепловой энергии.

96. Приведите основные виды потерь топлива в теплостанции и мероприятия по их снижению.

## **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Для допуска к зачету с оценкой по дисциплине «Источники тепловой энергии» необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, практических занятий, лабораторных работ, выполнение и защиту расчетно-графической работы.

Оценка текущей работы и промежуточный контроль студентов осуществляется на основе традиционной системы контроля и оценки успеваемости. Традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов представлена критериями выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### **6.2.1. Критерии оценки выполнения и защиты лабораторных работ:**

К защите лабораторной работы представляется отчет с полностью обработанными результатами измерений, графическим материалом, выводами. Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае: отсутствия необходимых расчетных формул, обозначений и т.п.; отсутствия необходимого графического материала; некорректной обработки результатов измерений.

Защита отчета по лабораторной работе проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя по традиционной системе оценки системы. В случае получения при защите лабораторной работы неудовлетворительной оценки, работа подлежит повторной защите.

Таблица 7

#### **Критерии оценивания защиты лабораторных работ**

| <b>Оценка</b>          | <b>Критерии оценивания</b>  |
|------------------------|---|
| Высокий уровень<br>«5» | «отлично» – студент излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; знает, правильно |

|   |   |
|---|---|
| (отлично)                                     | формулирует и применяет основные формулы и расчетные зависимости по теме лабораторной работы.   |
| Средний уровень «4» (хорошо)                  | «хорошо» – студент излагает содержание вопроса логически верно и по существу, умеет делать выводы и приводит примеры из практики, но допускает некоторые неточности и незначительные ошибки или опiski, что в целом не вызывает сомнений в освоении темы лабораторной работы.                           |
| Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)     | «удовлетворительно» – студент не в полной мере владеет навыками логично и аргументировано излагать содержание материала, имеет общие знания основного содержания темы работы без освоения некоторых существенных положений, допускает неточности, однако умеет применять знания и умения по теме работы |
| Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) | «неудовлетворительно» – студент не освоил значительную часть содержания материала лабораторной работы; допускает существенные ошибки в изложении материала; не умеет выделить главное и сделать выводы.   |

### 6.2.2. Критерии оценки выполнения расчетно-графической работы

Студенты самостоятельно выполняют расчетно-графическую работу и представляют ее в печатном виде на листах формата А4. Расчетно-графическая работа не может быть принята и подлежит доработке в случае: отсутствия необходимого графического материала или отсутствие в графическом материале необходимых обозначений, используемых в расчете; некорректной обработки результатов расчетов. Выполнение расчетно-графической работы является обязательным элементом, влияющим на допуск, к сдаче зачета с оценкой по дисциплине. При получении неудовлетворительной оценки по расчетно-графической работе она подлежит исправлению и повторной сдаче.

Таблица 8

#### Критерии оценивания расчетно-графической работы

| Оценка                  | Критерии оценивания  |
|-------------------------|--|
| Высокий уровень «5»     | «отлично» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил расчетно-графическую работу; логично, последовательно и аргументировано изложил ход решения поставленной перед ним задачи.   |
| Средний уровень «4»     | «хорошо» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил расчетно-графическую работу; логично, последовательно и аргументировано изложил ход решения поставленной перед ним задачи, но в решении имеются незначительные ошибки и неточности. |
| Пороговый уровень «3»   | «удовлетворительно» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил расчетно-графическую работу; однако в решении имеются ошибки и неточности, отсутствует пояснения методики решения, небрежное оформление работы.                          |
| Минимальный уровень «2» | «неудовлетворительно» – студент не выполнил расчетно-графическую работу.   |

### 6.2.3. Критерии оценивания промежуточного контроля

К зачету с оценкой допускается студент, полностью выполнивший все виды учебной и самостоятельной работы и сдавший отчетные материалы.

Зачет с оценкой проводится в устной форме в виде доклада студента по каждому вопросу с представлением на листе ответа: уравнений, формул, расчетных схем, графиков и т.п. и ответов (если потребуется) на дополнительные вопросы преподавателя.

Качество освоения дисциплины, уровень сформированности заявленных общекультурных и профессиональных компетенций, знания и умения студента оцениваются в соответствии с традиционной технологией:

Таблица 9

#### Критерии оценивания результатов промежуточного контроля

| Оценка   | Критерии оценивания  |
|--|--|
| Высокий уровень<br>«5»<br>(отлично)              | «отлично» – студент излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; знает, правильно формулирует и применяет основные формулы и расчетные зависимости; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы..   |
| Средний уровень<br>«4»<br>(хорошо)               | «хорошо» – студент излагает содержание вопроса логически верно и по существу, умеет делать выводы и приводит примеры из практики, но допускает некоторые неточности и незначительные ошибки или опiski, что в целом не вызывает сомнений в освоении дисциплины.  |
| Пороговый уровень<br>«3» (удовлетворительно)     | «удовлетворительно» – студент не в полной мере владеет навыками логично и аргументировано излагать содержание материала, имеет общие знания основного содержания дисциплины без освоения некоторых существенных положений, допускает неточности и затрудняется в теоретических выводах, однако умеет применять знания и умения в практических работах, владеет навыками работы со справочной и учебной литературой, умеет пользоваться нормативными документами. |
| Минимальный уровень<br>«2» (неудовлетворительно) | «неудовлетворительно» – студент не освоил значительную часть содержания дисциплины; допускает существенные ошибки в изложении материала; практические навыки не сформированы; не умеет выделить главное и сделать выводы.  |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Рудобашта С.П. Теплотехника. Издание 2-е, дополненное. Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Агроинженерия». М.: Перо. 2015. – 672 с.
2. Магадеев В.Ш. Источники и системы теплоснабжения. М.: ИД Энергия, 2013. – 270 с.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Лебедев В.М. Региональные проблемы теплоэнергетики. [Электронный ресурс. <http://e.landook.com> ] . – Санкт-Петербург: Изд-во «Лань», 2019. – 136 с.
2. Лебедев В.А. Ядерные энергетические установки. [Электронный ресурс. <http://e.landook.com> ] . – Санкт-Петербург: Изд-во «Лань», 2015. – 192 с.
3. Магадеев В.Ш. Эксплуатация энергетических установок систем теплоснабжения. – М.: Энергоатомиздат, 2011. – 260 с.
4. Магадеев В.Ш. Котельные систем теплоснабжения. – М.: ИД Энергия, 2017. – 320 с.
5. Магадеев В.Ш. Промышленно-отопительные котельные. – М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2016. – 102 с.
6. Магадеев В.Ш. Системы газоснабжения. – М.: Энергия, 2015. – 224 с.
7. Осмонов О.М. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие. – М., Издательство РГАУ-МСХА , 2015. - 98 с.
8. Осмонов О.М. Источники тепловой энергии. Задания для контрольной работы: методические указания. [Электронный ресурс. <http://elib.timacad.ru/dl/lokal/umo182.pdf/info> ] . – М.: РГАУ-МСХА, 2019. – 150 с
9. Рудобашта С.П., Бабичева Е.Л. Теплоснабжение животноводческих помещений: учебное пособие. [Электронный ресурс. <http://elib.timacad.ru/dl/lokal/pdf/info> ] . – М.: РГАУ-МСХА, 2019. – 150 с.
10. Осмонов О.М. Общая энергетика: учебное пособие. М: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. – 102 с.

### Периодические издания

1. Журнал «Новости теплоснабжения», URL – адрес: <http://www.ntsni.ru> ;
2. Журнал «Энергохозяйство за рубежом», URL – адрес: <http://www.prosmi.ru/catalog/3906>.



### **7.3 Нормативные правовые акты**

1. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок. -М: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. -208 с.
2. «Правила безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов» (ПБ 10-574-03). Постановление Госгортехнадзора России от 11.06.2003 г. №88.

### **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

1. Осмонов О.М., Канатников Ю.А. Тепловые схемы энергетических установок и методы их расчета: Методические указания. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. – 33 с.
2. Осмонов О.М. Расчет системы солнечного горячего водоснабжения: Методические указания. М.: Изд-во ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 61 с.
3. Осмонов О.М. Расчет биоэнергетической установки: Методические указания. – М.: Изд-во ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 68 с.
4. Магадеев В.Ш. Определение тепловой мощности автономного источника теплоснабжения теплогенератора типа ТГ-1.5: методические рекомендации по выполнению лаб. работы. – М.: РГАУ-МСХА, 2017. – 10 с.
5. Магадеев, В.Ш. Определение энергетических показателей котла-парообразователя типа Д-900: методические рекомендации по выполнению лаб. работы. – М.: РГАУ-МСХА, 2017. – 10 с.

### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

- 1) <http://www.rosteplo.ru/katalog/1> Каталог оборудования. Котлы и оборудование для котельных (открытый доступ).
- 2) <http://www.rosteplo.ru/katalog> Каталог оборудования. Автономное теплоснабжение. Модульные котельные (открытый доступ).
- 3) <http://www.rosteplo.ru/katalog> Каталог оборудования. Насосы, вентиляторы и дымососы (открытый доступ).
- 4) <http://www.rosteplo.ru/katalog> Каталог оборудования. Когенерационные установки (открытый доступ).

### **9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

1. <http://rucont.ru> Электронно-библиотечная система (открытый доступ).
2. <http://www2.viniti.ru> Базы данных ВИНТИ РАН (открытый доступ).
3. <http://znanium.ru> Электронно-библиотечная система (открытый доступ).
4. <http://e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система (открытый доступ).

## Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование раздела учебной дисциплины  | Наименование программы   | Тип программы   | Автор   | Год разработки               |
|-------|--|--|---|---|------------------------------|
| 1.    | Раздел 1. «Источники тепловой энергии систем теплоснабжения. Топливо и основы процесса горения»<br>Раздел 2. «Процессы производства тепловой энергии и основы их расчета»<br>Раздел 3 «Тепловые станции, их оборудование»<br>Раздел 4 «Техно-экономические и экологические показатели источников тепловой энергии» | 1. Microsoft Office Word<br>2. MS Power Point<br>3. MS Excel<br>4. AutoCAD | 1. Оформительская<br>2. Презентация<br>3. Расчетная<br>4. Графическая | 1. Microsoft<br>2. Microsoft<br>3. Microsoft<br>4. Autodesk | 2013<br>2013<br>2013<br>2010 |

**10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 11

**Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями**

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории) | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы  |
|---|--|
| 1   | 2  |
| Корпус кафедры ТГиЭОП, аудитория №16, аудитория № 19.   | 1. Комплект из интерактивной доски Penbord 77 (стойка, проектор и доска) (Инв.№ 210134000001798).<br>2. Экран Projecta SlimScreen 200*200 cv Matte White S настенный (Инв.№ 568938).<br>3. Доска настенная 3-элементная (Инв.№ 210136000003573).<br>4. Компьютер "Абакус" (Инв.№ 410134000001484)  |
| Корпус кафедры ТГиЭОП, аудитория № 2, аудитория №15   | 1. Тепловая завеса КЕН-37В (Инв.№ 210134000002255)<br>2. Теплообменник (Инв.№ 410134000001780)<br>3. Измеритель температуры ИТ-4503 (Инв.№ 410134000002535)<br>4. Электроводонагреватель (Инв.№ 410134600002726)<br>5. Водонагреватель проточ.-накоп. Etalon МК 15 комби (Инв.№ 210136000006685)<br>6. Теплогенератор ТГ-1,5 (Инв.№ 410134000001866) |

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
|                                     | 7. Котел Д-900-14 (Инв.№ 410134000001421)<br>8. Компрессор BRAVO 402 M (Инв.№ 210134000002505)<br>9. Калорифер (Инв.№ 210136000003596)<br>10. Доска школьная (Инв.№ 210136000004869)<br>11. Вентилятор ВЦ 14-46-3,15 ПрО ( 1,5*1500) (Инв.№ 210134000002586)<br>12. Бак расширительный отопления (Инв.№ 210136000004732)   |
| Корпус кафедры ТГиЭОП, аудитория №6 | 1 Доска школьная (Инв.№ 210136000004868)<br>2 Экран настенный Projecta SlimScreen (Инв.№ 210134000002855)<br>3 Лабораторная установка для исследования теплоемкости (Инв.№ 210134000002081)<br>4 Лабораторная установка для определения отношения .теплоемкостей (Инв.№ 210134000002082)<br>5 Лабораторная установка (Инв.№ 410134000001548)<br>6 Лабораторная установка (Инв.№ 410134000001549)<br>Лабораторная установка (Инв.№ 410134000001550)<br>Лабораторная установка (Инв.№ 410134000001551)<br>Лабораторная установка (Инв.№ 410134000001552) |

Для самостоятельной работы студентов также предусмотрены Читальный зал Центральной научной библиотеки имени Н.И. Железнова РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и комнаты самоподготовки студентов в общежитиях.

### **11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины «Источники тепловой энергии» студентам необходимо:

- внимательно ознакомиться с содержанием календарно-тематического плана учебной дисциплины, вывешиваемого на кафедре, приводимом в нём списке рекомендуемой литературы, приобрести в библиотеке университета требующиеся учебники и учебные пособия;
- получить консультацию у преподавателей кафедры, ведущих дисциплину «Источники тепловой энергии», по всем возникающим учебно-методическим вопросам;
- посещать все лекционные, лабораторно-практические занятия по утвержденному расписанию занятий;
- прорабатывать каждую тему сразу после её прочтения на лекции;
- при подготовке к зачету с оценкой ознакомиться с вопросами, выносимыми к зачету с оценкой, с которыми преподаватель знакомит студентов во время зачетной недели, и посетить проводимую им консультацию перед проведением зачета с оценкой.

В конспекте лекций следует избегать подробной записи. Конспект не должен превращаться в единственный источник информации, а должен подводить студента к самостоятельному обдумыванию материала, к работе с учебной книгой. Независимо от того, есть учебник или нет, лекции записывать необходимо.

Последующая работа над лекцией заключается в повторении ее содержания по конспекту (а еще лучше с привлечением дополнительных источников)

вскоре после ее прослушивания, т.к. забывание материала, воспринятого любым способом идет особенно интенсивно сразу же после восприятия.

**Самостоятельная работа студентов** предполагает проработку лекционного материала, подготовку к самостоятельным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, выполнение домашнего задания (расчетно-графическая работа).

**Расчетно-графическую работу** рекомендуется выполнять последовательно и систематически по мере изучения соответствующего раздела дисциплины. При возникновении трудностей следует обращаться к преподавателю.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему (раздел), предоставить преподавателю конспект пропущенной лекции и отчитаться в устной форме, ответив на вопросы преподавателя по теме лекции.

Студент, пропустивший практическое занятие, обязан получить у преподавателя индивидуальное задание, выполнить его и сдать.

Студент, пропустивший лабораторную работу, обязан ее отработать в конце семестра в соответствии с установленным кафедрой графиком отработок. Перед отработкой лабораторной работы студент самостоятельно изучает материал по теме работы, порядок ее проведения. Оформленный должным образом отчет о выполнении лабораторной работы предоставляется ведущему преподавателю для защиты.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Наилучшей формой организации учебного процесса по дисциплине «Источники тепловой энергии» представляется такая, при которой все виды учебных занятий (лекции, лабораторные занятия, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов) образуют единый взаимосвязанный учебный процесс.

Главным звеном учебного процесса являются лекции, на которых излагается основное содержание курса и дается научно-методическая установка в изучении преподаваемой дисциплины. При условии своевременного закрепления лекционного материала на групповых занятиях и в процессе выполнения домашних заданий студенты являются на очередные лекции достаточно подготовленными для их прослушивания и усвоения.

Во время лекций предпочтительным является демонстрация слайдов или презентаций. Применение слайдов и презентаций требует тщательной работы по методическому обеспечению таких занятий: отбор необходимых фрагментов

фильмов и слайдов, подбор иллюстраций и чертежей, проверка качества их демонстрации, затрачиваемого времени и т.д.

**Лабораторные работы и практические занятия** являются важнейшими элементами закрепления пройденного материала, а также приобретения практических навыков студентами.

Лабораторные работы целесообразнее выполнять с подгруппой. Необходимо заранее известить студентов о теме будущей лабораторной работы, указать на необходимость самостоятельного ознакомления с: целью лабораторной работы; теоретическим материалом, необходимым для выполнения данной работы; порядком выполнения работы и методикой обработки полученных результатов; подумать о выводах, которые необходимо сделать в конце работы.

При достаточной технической оснащенности учебной лаборатории кафедры студенты выполняют лабораторную работу, предварительно разбившись по «бригадам», включающим в себя по 4-5 студентов. Если же нет такой технической возможности, то лабораторная работа выполняется сразу всей подгруппой или  $\frac{1}{2}$  подгруппы. При этом преподаватель распределяет между студентами обязанности по выполнению лабораторной работы, стараясь задействовать в работе как можно больше студентов.

Перед проведением лабораторной работы преподаватель или ассистирующий ему инженер (лаборант) учебной лаборатории проводит инструктаж по технике безопасности.

После выполнения лабораторной работы целесообразно проводить ее «защиту». Это позволяет студентам еще раз повторить и осмыслить пройденный материал, а преподавателю оценить степень усвоения изученного студентами материала.

### **Программу разработали:**

Осмонов О.М., д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Бабичева Е.Л., ст. преподаватель

\_\_\_\_\_  
(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В. ДВ.08.01 «Источники тепловой энергии»  
ОПОП ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направ-  
ленность «Электроснабжение»  
(квалификация выпускника – бакалавр)

Стушкиной Наталией Алексеевной, зав. кафедрой Электроснабжение и электротехника имени академика И.А.Будзко ФГБОУ ВО г. Москвы «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Источники тепловой энергии» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность «Электроснабжение» разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий (разработчики – Осмонов Орозмамат Мамасалиевич, д.т.н., профессор кафедры ТГ и ЭОП и Бабичева Елена Леонидовна, ст. преподаватель кафедры ТГ и ЭОП).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Источники тепловой энергии» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.В.ДВ.08.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Источники тепловой энергии» закреплены компетенции: **ПК-3, ПК-5, ПК-6**. Дисциплина «Источники тепловой энергии» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Источники тепловой энергии» составляет 3 зачётных единиц (108 часов).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Источники тепловой энергии» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Источники тепловой энергии» предполагает занятия в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (выполнение и защита лабораторных работ, опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления, участие в тестировании, выполнение расчетно-графической работы и аудиторных заданиях - работа с технической литературой), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В.ДВ ФГОС ВО направления **13.03. 02 «Электроэнергетика и электротехника»**.

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 10 наименований, источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 8 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления **13.03. 02 «Электроэнергетика и электротехника»**.

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины **«Источники тепловой энергии»** и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине **«Источники тепловой энергии»**.

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины **«Источники тепловой энергии»** ОПОП ВО по направлению **13.03. 02 «Электроэнергетика и электротехника»**, направленность **«Электроснабжение»** (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Осмоновым О.М., д.т.н., профессором кафедры ТГ и ЭОП и Бабичевой Е.Л., ст. преподавателем кафедры ТГ и ЭОП соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций (индикаторов достижения компетенций).

Рецензент: Стушкина Наталия Алексеевна, зав. кафедрой Электроснабжение и электротехника имени академика И.А.Будзко ФГБОУ ВО г. Москвы «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат технических наук \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись)