

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

08 сентября 2017 г.



Кафедра "Теплоэнергетика железнодорожного транспорта"

Автор Селиванов Александр Сергеевич

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Топливо, водоподготовка и смазочные материалы в энергетике**

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Направление подготовки:  | <u>13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника</u> |
| Профиль:                 | <u>Промышленная теплоэнергетика</u>              |
| Квалификация выпускника: | <u>Бакалавр</u>                                  |
| Форма обучения:          | <u>очная</u>                                     |
| Год начала подготовки    | <u>2016</u>                                      |

|   |  |
|---|--|
| <p style="text-align: center;">Одобрено на заседании<br/>Учебно-методической комиссии института<br/>Протокол № 1<br/>06 сентября 2017 г.<br/>Председатель учебно-методической<br/>комиссии</p>  <p style="text-align: right;">С.В. Володин</p> | <p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p>Протокол № 2<br/>04 сентября 2017 г.<br/>Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">Б.Н. Минаев</p> |
|---|--|

Москва 2017 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Тепловые энергоустановки (паровые и водогрейные котельные и газотурбинные установки, системы транспорта теплоты и теплопотребления, двигатели тепловозов и т.д.) предприятий железнодорожного транспорта и промышленности в значительном количестве расходуют топливо, воду для технических целей и смазочные материалы. Совершенствование процессов сжигания топлива, эффективные способы обработки добавочной и контурной воды и ведения водно-химических режимов тепловых энергоустановок позволяет получить значительную экономию топлива, воды и химических реагентов, уменьшить техногенное воздействие на окружающую среду. Правильный подбор и эксплуатация смазочных материалов позволяет увеличить срок службы машин и механизмов, что дает существенный экономический эффект.

Целью освоения учебной дисциплины «Топливо, водоподготовка и смазочные материалы в энергетике» в процессе подготовки бакалавров по направлению 13.03.01.

«Теплоэнергетика и теплотехника» с профилем подготовки «Промышленная теплоэнергетика» является формирование комплекса компетенций, направленных на использование фундаментальных знаний о составе, свойствах, технологических характеристиках топлива, физико-химических основах его сжигания; о примесях, показателях качества воды и методах ее обработки для обеспечения требуемого водно-химического режима тепловых энергоустановок; о получении и маркировке, свойствах и применении смазочных материалов при осуществлении следующих видов профессиональной деятельности:

- расчетно-проектная и проектно-конструкторская;
- производственно-технологическая;
- научно-исследовательская;
- организационно-управленческая;
- монтажно-наладочная;
- сервисно - эксплуатационная.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Топливо, водоподготовка и смазочные материалы в энергетике" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

#### **2.1.1. Физика:**

Знания: основные понятия и законы классической физики

Умения: использовать основные физические формулы и константы, выбрать метод решения физической задачи

Навыки: техникой проведения физического эксперимента

#### **2.1.2. Химия:**

Знания: основные законы химии; химические свойства элементов; методы описания химических равновесий в растворах

Умения: проводить химический эксперимент

Навыки: основными методами теоретического и экспериментального исследования химических явлений

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

| №<br>п/п | Код и название компетенции   | Ожидаемые результаты  |
|----------|--|---|
| 1        | ОПК-1 способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий  | <p>Знать и понимать: источники получения, современные методы поиска и обработки информации по про-фессиональной тематике, правила оформления и представления научно-технической инфор-мации</p> <p>Уметь: собирать, воспринимать и анализировать научно-техническую информацию, составлять отчет по заданной тематике поиска / результатам изучения отечественного и зару-бежного опыта</p> <p>Владеть: навыками обобщения, анализа информации, составления отчетов /обзоров</p>  |
| 2        | ОПК-2 способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | <p>Знать и понимать: теоретические основы теплотехники; методы математического анализа, моделирования и экспериментального исследования; основы теории подобия и методы обработки данных экспериментальных исследований</p> <p>Уметь: демонстрировать базовые знания, применять их на практике для вычислений и оценок величин в пределах профессиональной де-ятельности</p> <p>Владеть: знаниями и умениями на уровне, необходимом для формулирования и решения задач, связанных с использованием органического топлива и подготовкой воды для подпитки контуров тепловых энергоустановок</p>  |
| 3        | ПК-4 способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата   | <p>Знать и понимать: методы определения зольности, влажности топлива, удельной теплоты сгорания и др. характеристик; методы определения показате-лей качества воды, некоторых свойств и технологических характеристик смазочных материалов</p> <p>Уметь: составить программу наблюдений с указанием измеряемых величин и средств измерений (приборов); использовать эти знания для проведения экспериментов по стандартной методике (ГОСТ)</p> <p>Владеть: приемами работы с измерительными средствами (установками) и измерительными приборами, навыками математической обра-ботки и представления результатов измерений, составления описаний и отчетов; приемами оценки погрешностей измерений</p> |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

##### 4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

5 зачетных единиц (180 ак. ч.).

##### 4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

| Вид учебной работы   | Количество часов        |                        |
|--|-------------------------|------------------------|
|  | Всего по учебному плану | Семестр 3              |
| Контактная работа  | 78                      | 78,15                  |
| Аудиторные занятия (всего):  | 78                      | 78                     |
| В том числе:   |                         |                        |
| лекции (Л)   | 36                      | 36                     |
| практические (ПЗ) и семинарские (С)                                | 18                      | 18                     |
| лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)              | 18                      | 18                     |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                              | 6                       | 6                      |
| Самостоятельная работа (всего)                                     | 57                      | 57                     |
| Экзамен (при наличии)  | 45                      | 45                     |
| ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:                               | 180                     | 180                    |
| ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:                            | 5.0                     | 5.0                    |
| Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля) | КР (1),<br>ПК1,<br>ПК2  | КР (1),<br>ПК1,<br>ПК2 |
| Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)                     | ЭК                      | ЭК                     |

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины  | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |    |      |     |    |       | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|-------|---------|---|---|----|------|-----|----|-------|---|
|       |         |   | Л   | ЛР | ПЗ   | КСР | СР | Всего |   |
| 1     | 2       | 3   | 4   | 5  | 6    | 7   | 8  | 9     | 10  |
| 1     | 3       | Раздел 1<br>Топливо.  | 15  | 4  | 10/5 | 3   | 24 | 56/5  |   |
| 2     | 3       | Тема 1.1<br>1.1. Общие сведения о топливе. Классификация топлив. Использование органического топлива на железнодорожном транспорте. Составные части и показатели состава топлива. Расчетные состояния (массы) топлива. Пересчет состава топлива с одной массы на другую. Происхождение органического топлива.   | 1   |    |      |     |    | 1     |   |
| 3     | 3       | Тема 1.2<br>1.2. Характеристики теплотенности топлива. Высшая и низшая удельная теплота сгорания топлива. Определение теплоты сгорания топлива опытным путем и по составу топлива. Пересчет теплоты сгорания топлива с одной массы на другую. Условное топливо. Топливный эквивалент и показатели эффективности топливоиспользования. Приведенные характеристики топлива. | 2   |    |      |     |    | 2     |   |
| 4     | 3       | Тема 1.3<br>1.3. Материальный и тепловой баланс при горении топлива. Расчет теоретически необходимого (стехиометрического) количества воздуха.  | 4   |    |      | 1   |    | 5     |   |

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины   | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |    |    |     |    |       | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |  |
|-------|---------|--|---|----|----|-----|----|-------|---|--|
|       |         |  | Л   | ЛР | ПЗ | КСР | СР | Всего |   |  |
| 1     | 2       | 3  | 4   | 5  | 6  | 7   | 8  | 9     | 10  |  |
|       |         | Коэффициент избытка (расхода) воздуха. Состав, масса и объемы газообразных продуктов полного сгорания топлива. Уравнение баланса кислорода при неполном и полном сгорании топлива. Оценка полноты сгорания топлива и избытка воздуха по составу газообразных продуктов сгорания. Тепловой баланс при горении топлива. Энтальпия топлива, воздуха и продуктов сгорания. Температура продуктов сгорания. |   |    |    |     |    |       |   |  |
| 5     | 3       | Тема 1.4<br>1.4. Твердое топливо. Классифицирующие показатели ископаемых углей. Маркировка углей, технологические характеристики и теплофизические свойства. Подготовка твердого топлива к сжиганию. Водугольное топливо.  | 1   |    |    |     |    |       | 1   |  |
| 6     | 3       | Тема 1.5<br>1.5. Жидкое топливо. Нефть и способы ее переработки. Моторные топлива и топочные мазуты. Основные свойства и характеристики жидких топлив. Марки мазутов. Подготовка к сжиганию. Получение водомазутной эмульсии (ВМЭ).  | 1   |    |    |     |    |       | 1   |  |
| 7     | 3       | Тема 1.6<br>1.6. Газовое топливо. Природные горючие газы, их состав и свойства. Кондиционирование в местах добычи. Технологические   | 1   |    |    | 1   |    |       | 2   |  |

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины  | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |    |     |     |    |       | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|-------|---------|---|---|----|-----|-----|----|-------|---|
|       |         |   | Л   | ЛР | ПЗ  | КСР | СР | Всего |   |
| 1     | 2       | 3   | 4   | 5  | 6   | 7   | 8  | 9     | 10  |
|       |         | преимущества использования газового топлива. Искусственные горючие газы.  |   |    |     |     |    |       |   |
| 8     | 3       | Тема 1.7<br>1.7. Основы горения топлива. Горение топлива как химический процесс. Гомогенные и гетерогенные процессы. Энергия активации. Тепловой эффект реакции, закон Гесса. Кинетика реакций горения и равновесие, закон действующих масс. Зависимость скорости реакций от температуры и давления, закон Аррениуса. Радиально-цепной механизм реакций горения. Воспламенение горючей смеси. | 5   |    |     | 1   |    | 6     |   |
| 9     | 3       | Раздел 2<br>Водоподготовка.   | 19  | 12 | 8/4 | 3   | 30 | 72/4  |   |
| 10    | 3       | Тема 2.1<br>2.1. Примеси природных и технологических вод. Источники водоснабжения. Примеси природных и технологических вод. Физико-химические и технологические показатели качества воды.   | 2   |    |     |     |    | 2     |   |
| 11    | 3       | Тема 2.2<br>2.2. Использование воды в тепловых энергоустановках. Водный и солевой баланс парового котла, деаэратора. Понятие о водно-химическом режиме энергоустановки. Влияние примесей воды на качество пара,   | 1   |    |     |     |    | 1     |   |



| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины   | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |    |    |     |    |       | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|-------|---------|--|---|----|----|-----|----|-------|---|
|       |         |  | Л   | ЛР | ПЗ | КСР | СР | Всего |   |
| 1     | 2       | 3  | 4   | 5  | 6  | 7   | 8  | 9     | 10  |
|       |         | процессы накипеобразования и коррозии металла.   |   |    |    |     |    |       |   |
| 12    | 3       | Тема 2.3<br>2.3. Предварительная очистка воды. Удаление из воды грубодисперсных и коллоидных примесей методами коагуляции и осветления. Коагулянты и флокулянты, процессы, происходящие при введении их в воду. Осветление воды в осветлителях и на механических фильтрах. Фильтрующие материалы и их характеристики. Расчет насыпных механических фильтров. Конструкция фильтров и их эксплуатация. Частичное умягчение воды методом осаждения. Известкование и содоизвесткование. Известкование с коагуляцией. | 3   |    |    |     |    | 3     |   |
| 13    | 3       | Тема 2.4<br>2.4. Очистка воды на ионитных фильтрах. Промышленные иониты и их свойства. Физико-химические основы ионообменного фильтрования. Стадии работы ионитных фильтров. Рабочая емкость поглощения и причины ее снижения. Регенерация ионитных фильтров.  | 1   |    |    | 1   |    | 2     |   |
| 14    | 3       | Тема 2.5<br>2.5. Умягчение воды на катионитах. Технологические схемы для умягчения воды: натрий  | 4   |    |    |     |    | 4     |   |

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины   | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |    |    |     |    |       | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|-------|---------|--|---|----|----|-----|----|-------|---|
|       |         |  | Л   | ЛР | ПЗ | КСР | СР | Всего |   |
| 1     | 2       | 3  | 4   | 5  | 6  | 7   | 8  | 9     | 10  |
|       |         | катионирование, водород-катионирование, водород-катионирование с голодной регенерацией фильтров, комбинированные схемы умягчения. Изменение качества воды при катионировании. Расчет катионитных фильтров.   |   |    |    |     |    |       |   |
| 15    | 3       | Тема 2.6<br>2.6. Частичное обессоливание воды. Анионирование воды. Реакции анионирования. Схемы частичного обессоливания воды. Расчет анионитных фильтров.   | 1   |    |    |     |    | 1     |   |
| 16    | 3       | Тема 2.7<br>2.7. Оборудование технологических схем ионирования. Ионитные фильтры и реагентное хозяйство водоподготовительных установок. Эксплуатация ионитных фильтров. Стоки и сбросы водоподготовительных установок.   | 1   |    |    | 1   |    | 2     |   |
| 17    | 3       | Тема 2.8<br>2.8. Обработка воды для подпитки тепловых сетей. Требования к качеству воды открытых и закрытых систем теплоснабжения. Схемы обработки воды для подпитки тепловых сетей. Коррекция водно-химического режима тепловых энергоустановок: силикатирование, фосфатирование, аминирование, | 1   |    |    |     |    | 1     |   |

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины  | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |    |    |     |    |       | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|-------|---------|---|---|----|----|-----|----|-------|---|
|       |         |   | Л   | ЛР | ПЗ | КСР | СР | Всего |   |
| 1     | 2       | 3   | 4   | 5  | 6  | 7   | 8  | 9     | 10  |
|       |         | трилонирование.   |   |    |    |     |    |       |   |
| 18    | 3       | Тема 2.9<br>2.9. Удаление из воды растворенных газов. Термическая деаэрация воды. Физико-химические основы и условия эффективной деаэрации воды. Типы деаэраторов. Деаэраторы с двухступенчатой обработкой воды (атмосферные и вакуумные). Декарбонизация воды. Химические методы дегазации: сульфитирование, обработка на Redox-ионитах. | 3   |    |    |     |    | 3     |   |
| 19    | 3       | Тема 2.10<br>2.10. Применение ингибиторов накипеобразования. Особенности стабилизационного (антинакипного) водно-химического режима тепловых энергоустановок низких параметров. Ингибиторы накипеобразования и коррозии. Области применения механизм действия, свойства и схемы дозирования.  | 1   |    |    |     |    | 1     |   |
| 20    | 3       | Тема 2.11<br>2.11. Мембранные и физические методы обработки воды. Очистка минерализованных вод методами обратного осмоса и электродиализа. Магнитная и ультразвуковая обработка воды.   | 1   |    |    | 1   |    | 2     |   |
| 21    | 3       | Раздел 3<br>Смазочные материалы.  | 2   | 2  |    |     | 3  | 52    |   |
| 22    | 3       | Тема 3.1  | 1   |    |    |     |    | 1     |   |

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины   | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |    |      |     |    |       | Всего | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|-------|---------|--|---|----|------|-----|----|-------|-------|---|
|       |         |  | Л   | ЛР | ПЗ   | КСР | СР |       |       |   |
| 1     | 2       | 3  | 4   | 5  | 6    | 7   | 8  | 9     | 10    |   |
|       |         | 3.1. Виды смазочных материалов, их свойства и характеристики. Назначение смазочных материалов. Классификация смазочных материалов. Получение масел. Типы и назначение присадок к маслам. Основные свойства и технологические характеристики смазочных масел.                             |   |    |      |     |    |       |       |   |
| 23    | 3       | Тема 3.2<br>3.2. Товарные масла и их эксплуатация. Товарные масла и их маркировка: промышленные, трансмиссионные, моторные, турбинные и компрессорные масла. Эксплуатационный контроль над качеством масел. Восстановление технологических показателей и регенерация отработанных масел. | 1   |    |      |     |    | 46    | ЭК    |   |
| 24    |         | Всего:   | 36  | 18 | 18/9 | 6   | 57 | 180/9 |       |   |

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 18 ак. ч.

| № п/п  | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины | Наименование занятий   | Всего часов/ из них часов в интерактивной форме |
|--------|------------|----------------------------------|--|---|
| 1      | 2          | 3                                | 4  | 5   |
| 1      | 3          | РАЗДЕЛ 1<br>Топливо.             | Определение влажности, зольности, выхода летучих веществ и спекаемости твердого топлива.   | 2   |
| 2      | 3          | РАЗДЕЛ 1<br>Топливо.             | Определение удельной теплоты сгорания топлива.<br>Защита ранее выполненных работ   | 2   |
| 3      | 3          | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка.      | Определение основных показателей качества воды.  | 2   |
| 4      | 3          | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка.      | Известкование воды (в т.ч. с коагуляцией).   | 2   |
| 5      | 3          | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка.      | Схемы параллельного / последовательного водород-натрий катионирования воды.  | 2   |
| 6      | 3          | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка.      | Умягчение воды на водород- катионитном фильтре.  | 2   |
| 7      | 3          | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка.      | Умягчение воды на натрий- катионитном фильтре.   | 2   |
| 8      | 3          | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка.      | Частичное обессоливание воды. Защита ранее выполненных работ, выполнение пропущенных работ.  | 2   |
| 9      | 3          | РАЗДЕЛ 3<br>Смазочные материалы. | Определение условной вязкости, температуры вспышки и воспламенения в открытом тигле, плотности и кинематического коэффициента вязкости нефтепродуктов. Защита ранее выполненных работ. | 2   |
| ВСЕГО: |            |                                  |  | 36 / 9  |

Практические занятия предусмотрены в объеме 18 ак. ч.

| № п/п | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины | Наименование занятий  | Всего часов/ из них часов в интерактивной форме |
|-------|------------|----------------------------------|---|---|
| 1     | 2          | 3                                | 4   | 5   |
| 1     | 3          | РАЗДЕЛ 1<br>Топливо.             | 1. Пересчет элементного состава топлива с одной массы на другую. 2. Пересчет элементного состава топлива при изменении влажности и/или зольности. | 2 / 1   |

| № п/п  | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины | Наименование занятий   | Всего часов/ из них часов в интерактивной форме |
|--------|------------|----------------------------------|--|---|
| 1      | 2          | 3                                | 4  | 5   |
| 2      | 3          | РАЗДЕЛ 1<br>Топливо.             | 1. Расчет теплоты сгорания по составу топлива. 2. Пересчет удельной теплоты сгорания при изменении влажности и зольности топлива. 3. Топливный эквивалент, расход топлива и показатели эффективности топливоиспользования, приведенные характеристики топлива.               | 2 / 1   |
| 3      | 3          | РАЗДЕЛ 1<br>Топливо.             | 1. Расчет стехиометрического количества воздуха для сжигания топлива. 2. Расчет массы и объемов газообразных продуктов сгорания. 3. Определение плотности дымовых газов при НФУ и рабочих условиях. 4. Оценка требуемой производительности дутьевого вентилятора и дымососа. | 2 / 1   |
| 4      | 3          | РАЗДЕЛ 1<br>Топливо.             | 5. Определение полноты сгорания топлива по данным анализа продуктов сгорания. 6. Оценка коэффициента избытка воздуха по данным анализа продуктов сгорания. 7. Расчет адиабатной температуры горения топлива.   | 2 / 1   |
| 5      | 3          | РАЗДЕЛ 1<br>Топливо.             | 1. Расчет элементного состава и плотности газового топлива по его составу в объемных процентах. 2. Расчет теплоты сгорания газового топлива по его составу.  | 2 / 1   |
| 6      | 3          | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка.      | 1. Обработка данных анализа воды и выбор схемы обработки воды.   | 2 / 1   |
| 7      | 3          | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка.      | 1. Расчет осветления воды на механических напорных фильтрах.   | 2 / 1   |
| 8      | 3          | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка.      | 1. Расчет установки 2-х ступенчатого натрий - катионирования воды.   | 2 / 1   |
| 9      | 3          | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка.      | 1. Расчет количества сточных вод и сбросов загрязняющих веществ от регенерации фильтров и продувки котлов.   | 2 / 1   |
| ВСЕГО: |            |                                  |  | 36 / 9  |

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовая работа на тему: «Сжигание топлива и водоподготовка в котельной».

Варианты (30 шт.) различаются составом основного оборудования, видом топлива, значением расчетных показателей качества воды.

Цель выполнения курсовой работы – приобретение навыков:

- выполнения технических расчетов горения топлива;
- определения адиабатной температуры продуктов сгорания;
- расчета расхода топлива, объемного расхода и плотности дымовых газов при нормальных физических условиях и рабочих параметрах;

- оценки полноты сгорания топлива и избытка воздуха по показаниям штатного газоанализатора;
- оценки требуемой производительности тягодутьевых машин и диаметра устья дымовой трубы;
- выбора технологической схемы водоподготовки на основе анализа расчетных показателей качества исходной воды и нормативных требований к качеству пара, котловой, питательной и подпиточной воды;
- проектного расчета технологической схемы водоподготовки (определение количества и типоразмера фильтров, параметров фильтроциклов, потребности в реагентах, количества сточных вод и сбросов солей и пр.).

Методические указания к курсовой работе изданы в 2011 г.

Содержание курсовой работы.

Курсовая работа состоит из двух разделов: «Сжигание топлива» и «Водоподготовка». Бланки заданий по разделам необходимо подшить в курсовую работу. Графическая часть курсовой работы (2 листа) выполняется вручную либо с использованием компьютерных графических систем на листах форматов А3/А4.

В разделе «Сжигание топлива» вычислить:

- теоретически необходимое  $v_0$  и действительное  $v_v$  количество воздуха для сжигания единицы топлива;
- объемы трехатомных газов  $v_{RO_2}$ , азота  $v_{N_2}$ , кислорода  $v_{O_2}$  и водяных паров  $v_{H_2O}$  в газообразных продуктах сгорания;
- объем сухих газов  $v_{сг}$  и полный объем продуктов сгорания  $v_{г}$  (по ?т);
- содержание трехатомных газов  $RO_2$  и кислорода  $O_2$  в сухих дымовых газах при полном сгорании топлива (в % об.), парциальное давление  $CO_2$  и водяных паров  $H_2O$ ;
- характеристику топлива ?. Для самопроверки вычислений подставить полученные результаты в основное уравнение полного сгорания топлива (уравнение баланса кислорода)  

$$z = 21 - (1 + ?) \cdot RO_2 - O_2 = 0.$$
 Если  $|z| > 0,01$ , получить у преподавателя (возможные на практике) данные анализа дымовых газов –  $RO_2^*$  и  $O_2^*$ . Сделать вывод о качестве сгорания топлива (в случае недожога оценить содержание  $CO$ , % об., коэффициент расхода воздуха по данным газового анализа);
- составить уравнение теплового баланса процесса горения и определить адиабатную температуру  $t_a$  газообразных продуктов сгорания;
- часовой расход рабочего топлива на один котел  $B$  и годовую потребность в топливе котельной  $B_{год}$  (в натуральном и условном исчислении, приняв число часов использования установленной мощности  $T_{и} = 3500-4500$  ч/год);
- объем уходящих из котла дымовых газов с учетом присосов воздуха  $v_{ух}$ , и их объемный расход –  $V_{ух}$ ;
- массу уходящих дымовых газов на единицу топлива  $g_{г}$  и их плотность  $\rho_{го}$  при НФУ и рабочих параметрах ( $t_{ух}$ ,  $P_{г} = 750$  мм рт.ст. -  $S_{ух}$ ). Разрежение за котлом принять  $S_{ух} = 30$  кгс/м<sup>2</sup>;
- требуемую производительность дымососа  $V_{дым}$  и подачу дутьевого вентилятора  $V_{в}$ ;
- диаметр устья  $D_{тр}$  одноствольной, круглой дымовой трубы котельной (расчетную скорость газов в устье трубы принять  $w_{у} = 25$  м/с);
- в вариантах с твердым топливом определить состав рабочей массы топлива и низшей теплоты сгорания  $Q_{рн}$  при увлажнении топлива на  $?W = 2\%$ ; в вариантах с газообразным топливом - вычислить плотность топлива  $\rho_{то}$  и низшую теплоту сгорания сухого горючего газа  $Q_{сн}$  в МДж/м<sup>3</sup> и МДж/кг топлива.

В разделе «Водоподготовка»:

- пересчитать ионный состав исходной воды в мг-экв/л и проверить его по уравнению электронейтральности;
- вычислить жесткость общую ЖО, карбонатную Жк, некарбонатную Жнк, кар-бонатную кальциевую ЖкСа, и карбонатную магниевую Жкмг, щелочность Що, солесодержание S и относительную щелочность ЩО исходной воды;
- определить требуемую производительность QВПУ, м<sup>3</sup>/ч.;
- привести требования (выписать из нормативных документов) к качеству кот-ловой воды и пара, питательной воды паровых котлов, подпиточной и сетевой воды тепловых сетей;
- выявить необходимые способы обработки исходной воды (принципиальную технологическую схему ВПУ) в случае использования ее (как добавочной) для питания паровых котлов и подпитки тепловой сети;
- рассчитать технологическую схему ВПУ (расчет начать с «хвоста» ус-тановки) с определением количества и типоразмеров основного оборудования (осветлительных, Na-, H- катионитных фильтров, деаэратора), определением параметров фильтроциклов (числа регенераций в сутки, расходов воды на собственные нужды и необходимое количество химреагентов на одну регенерацию и на сутки и т.п.);
- рассчитать суточное количество сточных вод и сбросов солей котельной и обосновать возможность выпуска сточных вод в дренаж без очистки (либо необходимость очистки);
- выполнить графическую часть курсовой работы (технологическая схема ВПУ с обвязкой основного оборудования и чертеж одного из фильтров).



## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины «Топливо, водоподготовка и смазочные материалы в энергетике» проводится в форме лекций, практических занятий и лабораторных работ. Лекции по дисциплине «Топливо, водоподготовка и смазочные материалы в энергетике» проводятся в классической форме.

Половина практических занятий (9 час) проводится в традиционной форме (объяснительно-иллюстративное решение задач). Остальная часть практического курса (9 часов из 18) проводится с использованием интерактивных, диалоговых технологий (разбор и анализ конкретных ситуаций), технологий, основанных на коллективных способах обучения.

Для выполнения лабораторной работы группа делится на рабочие бригады по 3-4 человека в каждой. Рабочая бригада выполняет свой вариант лабораторной работы.

Бригады обсуждают выводы по результатам экспериментальной части работы.

Самостоятельная работа студента организована с использованием как традиционных видов работы, к которым относятся выполнение заданий курсовой работы, проработка лекционного материала и конспектирование отдельных тем по учебнику, так и поиск материалов в электронных источниках, подготовка к ТК1, ТК2, тестированию или экзамену.

Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой технологии. Фонд оценочных средств освоенных компетенций включают как вопросы теоретического характера для оценки знаний, так и задания практического содержания для оценки умений и навыков.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| № п/п | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины | Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы  | Всего часов |
|-------|------------|----------------------------------|--|-------------|
| 1     | 2          | 3                                | 4  | 5           |
| 1     | 3          | РАЗДЕЛ 1<br>Топливо.             | Выполнение курсовой работы (анализ достоверности состава топлива, пересчет состава рабочей массы топлива на новую влажность, расчет плотности газового топлива).   | 2           |
| 2     | 3          | РАЗДЕЛ 1<br>Топливо.             | Проработка материала по конспекту лекций, учебнику [1, стр.9-19, 187-194]. Выполнение курсовой работы (пересчет низшей теплоты сгорания $Q_{рн}$ на другую влажность, расчет низшей теплоты сгорания сухого горючего газа $Q_{сн}$ (в МДж/м <sup>3</sup> и МДж/кг) по его составу).  | 1           |
| 3     | 3          | РАЗДЕЛ 1<br>Топливо.             | Проработка материала по конспекту лекций, учебнику [1, стр.155-213]. Выполнение курсовой работы (технические расчеты процесса горения топлива, определение адиабатной температуры).  | 6           |
| 4     | 3          | РАЗДЕЛ 1<br>Топливо.             | Проработка материала по конспекту лекций, учебнику [1, стр.55-109]. Поиск (в периодике и электронных источниках) и конспектирование материалов по во-просу: «Водоугольное топливо: приготовление и сжигание».  | 3           |
| 5     | 3          | РАЗДЕЛ 1<br>Топливо.             | Проработка материала по конспекту лекций, учебнику [1, стр.37-55]. Поиск (в электронных источниках) и конспектирование материалов по теме: «Сжигание мазута в виде водомазутной эмульсии» (оборудование для получения ВМЭ, свойства и хранение ВМЭ, сжигания ВМЭ для улучшения технико-экономических и экологических характеристик котельных установок). | 3           |
| 6     | 3          | РАЗДЕЛ 1<br>Топливо.             | Проработка материала по конспекту лекций, учебнику [1, стр.20-36]. Подготовка к ТК1.   | 3           |
| 7     | 3          | РАЗДЕЛ 1<br>Топливо.             | Проработка материала по конспекту лекций, учебнику [1, стр.20-36]. Выполнение контрольного задания к ТК1.  | 6           |
| 8     | 3          | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка.      | Проработка материала по конспекту лекций, учебни-ку [2, стр.3-30]. Выполнение курсовой работы (проверка ионного состава исходной воды по уравнению электронейтральности, определение технологических показателей качества исходной воды, тоже после отдельных стадий очистки воды).  | 2           |

|    |   |                             |   |   |
|----|---|-----------------------------|---|---|
| 9  | 3 | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка. | Выполнение курсовой работы . Работа с нормативными документами. Изучение их и подготовка выписки (для курсовой работы) требований к качеству котловой воды и пара, питательной воды паровых котлов, подпиточной и сетевой воды тепловых сетей, допустимого процента продувки паровых котлов.  | 5 |
| 10 | 3 | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка. | Проработка материала по конспекту лекций, учебнику [2, стр. 30-47, 144-152.].<br>Выполнение курсовой работы (проектные расчеты стадии коагуляции и/или осветления воды на механических фильтрах).   | 2 |
| 11 | 3 | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка. | Проработка материала по конспекту лекций, учебнику [2, стр. 88-143, 152-174. ].<br>Выполнение курсовой работы (анализ возможности использования технологических схем умягчения/ частичного обессоливания добавочной воды по условиям выполнения нормативных требований к качеству питательной и котловой воды, содержанию СО2 в паре и т.п. Принятие к расчету конкретной технологической схемы подготовки добавочной воды паровых котлов). | 2 |
| 12 | 3 | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка. | Выполнение курсовой работы. Проектные расчеты стадии умягчения воды. Поиск в Интернет материалов на тему: «Повышение экономичности установок умягчения воды» (напр. технология UP.CO.RE).   | 6 |
| 13 | 3 | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка. | Проработка материала по конспекту лекций, учебнику. Выполнение курсовой работы (при выборе схем обессоливания).<br>Проектные расчеты стадии анионирования воды. Подготовка к ТК2.   | 2 |
| 14 | 3 | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка. | Проработка материала по конспекту лекций, учебнику [2, стр. 213-256], материалам фирм- производителей технологического оборудования для водоподготовки в Интернет. Выполнение контрольного задания ТК2.   | 2 |
| 15 | 3 | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка. | Выполнение курсовой работы (анализ возможности использования технологических схем подготовки воды по условиям выполнения нормативных требований к качеству подпиточной и сетевой воды, выбор технологической схемы подготовки подпиточной воды, составление принципиальной схемы ВПУ котельной и оценка ее производительности).   | 2 |
| 16 | 3 | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка. | Проработка материала по конспекту лекций, учебнику [2, стр. 175-184]. Поиск и конспектирование материалов о методах и   | 3 |

|        |   |                                  |   |    |
|--------|---|----------------------------------|---|----|
|        |   |                                  | оборудовании для декарбонизации и деаэрации воды.   |    |
| 17     | 3 | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка.      | Проработка материала по конспекту лекций, нормативным материалам. Поиск (в Интернет) и проработка и конспектирование информации на темы «Опыт применения комплексного (антинакипного, стабилизационного) водно-химического режима в котельных, сетях и системах теплоснабжения». Подготовка к защите курсовой работы. | 2  |
| 18     | 3 | РАЗДЕЛ 2<br>Водоподготовка.      | Проработка материала по мембранным методам очистки воды по конспекту лекций, учебнику [2, стр. 194-203], СНиП «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», СНиП «Тепловые сети» и др.   | 2  |
| 19     | 3 | РАЗДЕЛ 3<br>Смазочные материалы. | Проработка материала по конспекту лекций, учебнику [1, стр. 238-297].   | 2  |
| 20     | 3 | РАЗДЕЛ 3<br>Смазочные материалы. | Проработка материала по конспекту лекций, учебнику [1, стр. 238-297], ГОСТ, инструкциям по применению.  | 1  |
| ВСЕГО: |   |                                  |   | 57 |

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

| № п/п | Наименование  | Автор (ы)                              | Год и место издания<br>Место доступа              | Используется при изучении разделов, номера страниц |
|-------|---|--|---|--|
| 1     | Технология топлив и энергетических масел: Учебник для вузов. - 2-е изд., испр. и доп. | Белосельский Б.С.                      | М.: Издательство МЭИ. Библ. каф. (ауд 2516), 2005 | Все разделы  |
| 2     | Водоподготовка в энергетике.  | Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. | Издательство Термика-М. www.vpu.ru, 2006          | Все разделы  |

### 7.2. Дополнительная литература

| № п/п | Наименование  | Автор (ы)   | Год и место издания<br>Место доступа | Используется при изучении разделов, номера страниц |
|-------|---|---|--------------------------------------|--|
| 3     | Теплоэнергетика железнодорожного транспорта: Справочно-методическое пособие   | Минаев Б.Н., Мокриденко Г.П., Левенталь Л.Я.                                    | М.: МИИТ, 2006                       | Все разделы  |
| 4     | Водоподготовка: Процессы и аппараты. Учебное пособие для вузов.   | А.А. Громогласов, А.С. Копылов, А.П. Пильщиков. Под ред. О.И. Мартыновой.       | М.: Энергоатомиздат, 1990            | Все разделы  |
| 5     | Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости (Учебник для студ. вузов).  | А.М. Обельницкий, Ю.Н. Чернявский, Е.А. Егорушкин. Под ред. А.М. Обельницкого   | М. : НПО "Полигран", 1995            | Все разделы  |
| 6     | Химический анализ в теплоэнергетике: Титриметрический и гравиметрический методы анализа   | Кулешов В.Н., Морыганова Ю.А., Меньшикова В.Л. и др.: Под общ. ред. Очкова В.Ф. | Издательство МЭИ, 2004               | Все разделы  |
| 7     | Термические деаэраторы.   | Шарапов В.И., Цюра Д.В.   | Ульяновск.: УлГТУ, 2004              | Все разделы  |
| 8     | Водоподготовка: Учебн. пособие для вузов.   | Фрог Б.Н., Левченко А.П.  | М.: Издательство МГУ, 1996           | Все разделы  |
| 9     | Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления: Справочник  | Ю.М. Кострикин, Н.А. Мещерский, О.В. Коровина.                                  | М.: Энергоатомиздат, 1990            | Все разделы  |
| 10    | «Процессы горения топлива и водоподготовка в котельной». Методические указания к курсовому и дипломному проектированию                  | Селиванов А.С., Воронова Л.А.   | М.: МИИТ, 2011                       | Все разделы  |
| 11    | Анализ и обработка воды. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Топливо, вода и смазочные материалы в энергетике». | Селиванов А.С., Воронова Л.А.   | М.: МИИТ, 2009                       | Все разделы  |

|    |   |                                  |                |             |
|----|---|----------------------------------|----------------|-------------|
| 12 | Топливо и теория горения:<br>Методические указания к<br>лабораторным работам. | Селиванов А.С.,<br>Воронова Л.А. | М.: МИИТ, 2014 | Все разделы |
|----|---|----------------------------------|----------------|-------------|

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. <http://library.miiit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.
2. <http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.
3. Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

При проведении учебных занятий по дисциплине «Топливо, водоподготовка и смазочные материалы в энергетике» используются возможности программного пакета Microsoft Office.

Прикладные обучающие программы:

- база тестовых заданий для контроля остаточных знаний по курсу в оболочке АСТ – МИИТ (в процессе разработки, есть 100 заданий).

Электронная библиотека курса:

- книги, справочники, статьи, нормативные документы, методические пособия и пр. Всего – 600 Мб. Доступ с компьютера в ауд. 2432.

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Требования к аудиториям (помещениям, кабинетам) для проведения занятий.

Основная лекционная аудитория оборудована мультимедийным комплексом. Лабораторные работы проходят в ауд. 2432 (лаборатория «ТВСМиЭ»), с посадочными местами на ? группы (12-15 мест). Для проведения занятий используются приборы и оборудование учебного назначения:

Учебное оборудование:

- 4 стола для титрования,
- 6 химстолов для выполнения работ,
- вытяжной шкаф – 1 шт.,
- аквадистиллятор – 1 шт.,
- сушильный шкаф – 2 шт.,
- электропечь СНОЛ – 1 шт.,
- эксикатор – 3 шт.

Компьютерное и мультимедийное оборудование:

- компьютер (где хранится электронная библиотека курса) с принтером,
- проигрыватель и телевизор для демонстрации учебных фильмов.

Видео - аудиовизуальные средства обучения:

- учебный фильм «Водоподготовка и водоподготовительное оборудование ТЭЦ».

Лабораторное оборудование и приборы:

- калориметр КЛ-1 – 2 компл.,
- аналитические весы (мех.) – 3 шт.,
- аналитические весы (электронные) – 2 шт.,
- лабораторные электронные весы – 4 шт.,
- аппарат по определению температуры вспышки-1шт.,
- вискозиметры ВУ и ВУ-М – 4 шт.,
- фильтры ионообменные стеклянные – 6 шт.,
- бюретки титровальные – 12 шт.,
- комплект для экспрессанализа воды в котельной;
- термометры лабораторные.

Наглядные пособия и расходные материалы:

- образцы топлив и нефтепродуктов – 2 компл.,
- лабораторное стекло и керамика,
- химреактивы,
- индикаторы,
- иониты: сульфуголь и КУ2-8,
- фильтроантрацит, силикагель различных марок.

Требования к программному обеспечению при прохождении учебной дисциплины

При проведении учебных занятий по дисциплине «Топливо, водоподготовка и смазочные материалы в энергетике» используются возможности программного пакета Microsoft Office.

Прикладные обучающие программы:

- база тестовых заданий для контроля остаточных знаний по курсу в оболочке АСТ – МИИТ (в процессе разработки, есть 100 заданий).

Электронная библиотека курса:

- книги, справочники, статьи, нормативные документы, методические пособия и пр.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Основными видами аудиторной работы обучающихся являются лекции, лабораторные и практические занятия.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает указания на самостоятельную работу.

Качество полученного образования в немалой степени зависит от активной роли самого обучающегося в учебном процессе. Обучающийся должен быть нацелен на максимальное усвоение подаваемого лектором материала. В конце лекции и во время специально организуемых индивидуальных встреч он может задать лектору вопросы.

Главная задача лекционного курса – сформировать у обучающихся системное представление об изучаемом предмете, обеспечить усвоение будущими специалистами основополагающего учебного материала, принципов и закономерностей развития соответствующей научно-практической области, а также методов применения полученных знаний, умений и навыков.

Задачи практических занятий: закрепление и углубление знаний, полученных на лекциях и приобретенных в процессе самостоятельной работы с учебной литературой, формирование у обучающихся умений и навыков работы с исходными данными, научной

литературой и нормативными документами. Практическому занятию должно предшествовать ознакомление с лекцией на соответствующую тему и учебной литературой.

Задачи лабораторных занятий: закрепление и углубление знаний, полученных на лекциях и формирование у обучающихся в процессе самостоятельной работы с приборами и лабораторным оборудованием, практических умений и навыков в профессиональной сфере.

По дисциплине предусмотрено выполнение студентами различных видов самостоятельной работы.

Самостоятельная работа может быть успешной при определенных условиях. Правильная организация СР, включающая технологии отбора целей, содержания, конструирования заданий и организацию контроля, систематичность самостоятельных учебных занятий, целесообразное планирование рабочего времени позволяет привить студентам умения и навыки в овладении, изучении, усвоении и систематизации приобретаемых знаний в процессе обучения, привить навыки повышения профессионального уровня в течение всей трудовой деятельности. К самостоятельной работе относятся: проработка конспекта лекции, изучение и конспектирование темы по учебнику или иным источникам, подготовка к практическому или лабораторному занятию, работа над вопросами для самоконтроля, выполнение контрольно- тестовых заданий, подготовка к ТК, тестированию или экзамену.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения учебной дисциплины, рассмотрены через соответствующие знания, умения и владения. Для проверки уровня освоения дисциплины предлагаются вопросы к экзамену или тесты, контрольные задания к ТК1, ТК2.