

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

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

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль): Промышленная теплоэнергетика

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 377843  
Подписал: заведующий кафедрой Дмитренко Артур  
Владимирович  
Дата: 24.04.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение состава, свойств, технологических характеристик топлив физико-химических основ процесса горения;
- изучение показателей качества воды и методов ее обработки;
- изучение видов, свойств и характеристик смазочных материалов.

Задачи освоения дисциплины:

- овладение способностью демонстрировать методологию оценки свойств и технологических характеристик топлив и масел, качества исходной и технологической воды;
- формирование навыков выполнения вычислений и оценок основных величин технологических процессов с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием;
- формирование умений решения задач, связанных с использованием органического топлива для получения теплоты и подготовкой воды при решении проектно-конструкторских и научно-исследовательских задач профессиональной деятельности.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ОПК-3** - Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;

**ПК-2** - Способность проводить расчеты по типовым методикам и проектировать отдельные детали и узлы с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

- виды, состав, свойства и технологические характеристики топлив и основные способы его сжигания;
- основные показатели эффективности топливоиспользования;
- показатели качества воды и методы ее подготовки для использования в тепловых установках;

- основные требования к водному режиму тепловых энергоустановок;
- технологические показатели работы оборудования ВПУ;
- виды, свойства и условия применения смазочных материалов.

**Уметь:**

- определять основные показатели и использовать знания для оценки качества топлива, воды, смазочных материалов;
- выполнять вычисления параметров технологических процессов;
- составлять функциональные схемы и технические описания технологических процессов.

**Владеть:**

- навыками проводить по типовым методикам технические расчеты сжигания топлива и технологические расчеты типовых схем водоподготовительных установок (с выбором оборудования);
- навыками теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

| Тип учебных занятий                                       | Количество часов |            |
|---|------------------|------------|
|   | Всего            | Семестр №4 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 80               | 80         |
| В том числе:  |                  |            |
| Занятия лекционного типа                                  | 32               | 32         |
| Занятия семинарского типа                                 | 48               | 48         |

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 64 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание  |
|----------|---|
| 1        | <b>Топливо</b><br>Общие сведения:<br>- классификация топлив. Использование органического топлива на транспорте;<br>- составные части и показатели состава топлива. Расчетные состояния (массы) топлива. Пересчет состава топлива с одной массы на другую;<br>- происхождение органического топлива.   |
| 2        | <b>Характеристики теплотенности топлива</b><br>- высшая и низшая удельная теплота сгорания топлива;<br>- определение теплоты сгорания топлива опытным путем и по составу топлива;<br>- пересчет теплоты сгорания топлива с одной массы на другую;<br>- условное топливо. Топливный эквивалент и показатели эффективности топливоиспользования;<br>- приведенные характеристики топлива.   |
| 3        | <b>Материальный баланс горения топлива</b><br>- теоретическое количество воздуха. Коэффициент расхода воздуха;<br>- состав, масса и объемы газообразных продуктов полного сгорания топлива;<br>- уравнение баланса кислорода при неполном и полном сгорании топлива;<br>- оценка полноты сгорания топлива и избытка воздуха по составу дымовых газов.   |
| 4        | <b>Тепловой баланс горения топлива</b><br>- составляющие теплового баланса горения топлива;<br>- энтальпия топлива, воздуха, твердых и газовых продуктов сгорания;<br>- действительная, адиабатная и калориметрическая температуры дымовых газов.   |
| 5        | <b>Твердое топливо</b><br>- классификация и маркировка ископаемых углей;<br>- свойства и технологические характеристики твердого топлива;<br>- подготовка топлива к сжиганию. Водугольное топливо.<br><b>Жидкое топливо:</b><br>- нефть и ее переработка. Моторные топлива и топочные мазуты;<br>- свойства и характеристики жидких топлив; Марки мазутов.<br>- хранение мазутов и подготовка к сжиганию. Получение и сжигание ВМЭ. |
| 6        | <b>Газовое топливо</b><br>- природные горючие газы, их состав и свойства;<br>- технологические преимущества использования газового топлива;<br>- кондиционирование ископаемых газов;<br>- искусственные горючие газы.   |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание   |
|----------|--|
| 7        | <b>Основы процессов горения:</b><br>- гомогенные и гетерогенные процессы горения. Энергия активации. Тепловой эффект реакции, закон Гесса;<br>- кинетика реакций горения и равновесие, закон действующих масс. Закон Аррениуса. Радикально-цепной механизм реакций горения;<br>- воспламенение горючей смеси. Нормальная скорость горения, фронт горения. Смесеобразование и области горения газа, газовые горелки;<br>- особенности горения мазута;<br>- горение углерода. Схемы организации сжигания твердого топлива. |
| 8        | <b>Водоподготовка</b><br>Источники водоснабжения и качество воды:<br>- источники водоснабжения. Примеси природных и технологических вод;<br>- показатели качества воды;<br>- кальций - углекислотное равновесие примесей воды.   |
| 9        | <b>Использование воды в тепловых энергоустановках</b><br>- водный и солевой баланс парового котла, деаэратора;<br>- влияние примесей воды на качество пара, процессы накипеобразования и коррозии;<br>- требования к качеству технологических вод. Понятие о щелочном ВХР энергоустановки.   |
| 10       | <b>Технологии предварительной очистки воды</b><br>- удаление грубодисперсных и коллоидных примесей. Коагулянты и флокулянты, процессы, происходящие при введении их в воду;<br>- осветление воды в осветлителях и на механических фильтрах. Фильтрующие материалы и их характеристики;<br>- массовый баланс загрязнений при фильтрации. Напорные осветлительные фильтры;<br>- известкование воды (в т.ч. с коагуляцией), деферризация воды.  |
| 11       | <b>Очистка воды на ионитах</b><br>- промышленные иониты и их свойства. Физико-химические основы ионообменного обмена;<br>- стадии работы ионитных фильтров. ПДОЕ и рабочая обменная емкость и причины ее снижения. Регенерация ионитных фильтров.  |
| 12       | <b>Технологические схемы умягчения воды на катионитах</b><br>- натрий катионирование;<br>- водород- катионирование, водород- катионирование с голодной регенерацией;<br>- комбинированные схемы умягчения;<br>- изменение качества воды при катионировании;<br>- массовый баланс загрязнений при катионировании. Расчетная обменная емкость катионитов.  |
| 13       | <b>Обессоливание воды</b><br>- анионирование воды. Реакции при $\text{ROH}$ , $\text{RHC}\text{O}_3$ и $\text{RCl}$ анионировании;<br>- технологические схемы частичного обессоливания воды;<br>- основы расчета анионитных фильтров;<br>- регенерация анионитов.<br>Оборудование технологических схем ионирования:<br>- ионитные фильтры и реагентное хозяйство ВПУ. Технология UP.CO.RE.;<br>- эксплуатация ионитных фильтров;<br>- стоки и сбросы водоподготовительных установок.                                     |
| 14       | <b>Обработка воды для подпитки тепловых сетей</b><br>- требования к качеству воды систем теплоснабжения;<br>- схемы обработки воды для подпитки тепловых сетей.<br>Коррекция ВХР тепловых энергоустановок: силикатирование, фосфатирование, аминирование, сульфитирование.<br>Стабилизационный ВХР энергоустановок низких параметров:  |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание   |
|-------|--|
|       | - применение ингибиторов накипеобразования и коррозии;<br>- механизм действия, области применения, схемы дозирования.<br>Мембранные методы обработки воды:<br>- очистка минерализованных вод методами обратного осмоса и электродиализа.   |
| 15    | Удаление из воды растворенных газов<br>- термическая деаэрация воды. Условия эффективной деаэрации воды;<br>- типы деаэраторов. Деаэраторы с двухступенчатой обработкой воды;<br>- обескислороживание воды дозированием сульфита натрия, гидразина, фильтрованием на Redox-ионитах;<br>- декарбонизация воды.  |
| 16    | Виды смазочных материалов, их свойства и характеристики.<br>- назначение смазочных материалов;<br>- классификация смазочных материалов;<br>- получение масел;<br>- типы и назначение присадок к маслам;<br>- основные свойства и технологические характеристики смазочных масел.<br>Товарные масла и их эксплуатация:<br>- маркировка масел;<br>- эксплуатационный контроль над качеством масел;<br>- восстановление технологических показателей и регенерация отработанных масел. |

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание   |
|-------|--|
| 1     | Определение влажности, зольности, выхода летучих веществ и спекаемости твердого топлива.<br>В результате выполнения работы студенты приобретут умение определять основные показатели топлива и оценивать его качество.                             |
| 2     | Определение удельной теплоты сгорания топлива.<br>В результате выполнения работы студенты приобретут умение определять низшую теплоту сгорания топлива для оценки его теплотворной способности.  |
| 3     | Определение условной и кинематической вязкости нефтепродуктов, температуры вспышки и воспламенения в открытом тигле, плотности.<br>В результате выполнения работы студенты приобретут умение определять основные показатели жидких топлив и масел. |
| 4     | Определение основных показателей качества воды.<br>В результате выполнения работы студенты приобретут умение определять основные показатели воды и оценивать ее качество.  |
| 5     | Известкование воды (в т.ч. с коагуляцией).<br>В результате выполнения работы студенты приобретут умение определять показатели воды и проведения технологических расчетов процесса известкования воды.  |
| 6     | Умягчение воды на натрий- катионитном (водород- катионитном) фильтре.<br>В результате выполнения работы студенты приобретут умение определять показатели воды и проведения технологических расчетов процесса умягчения воды и регенерации фильтра. |
| 7     | Схемы параллельного / последовательного водород-натрий катионирования воды.<br>В результате выполнения работы студенты приобретут умение определять показатели воды и  |

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание   |
|-------|--|
|       | проведения технологических расчетов комбинированного процесса умягчения воды.  |
| 8     | Частичное обессоливание воды. Защита ранее выполненных работ.<br>В результате выполнения работы студенты приобретут умение определять показатели воды и проведения технологических расчетов процессов частичного обессоливания воды. |

### Практические занятия

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание   |
|-------|--|
| 1     | <b>Состав топлива</b><br>В результате практического занятия студенты приобретают способность проводить по типовым методикам пересчет элементного состава топлива с одной массы на другую, а также при изменении влажности и/или зольности.   |
| 2     | <b>Эффективность топливоиспользования</b><br>В результате практического занятия студенты приобретают способность проводить по типовым методикам: расчет теплоты сгорания по составу топлива, ее пересчет при изменении влажности и/или зольности топлива; определение потребления физического и условного топлива и показателей эффективности топливоиспользования.  |
| 3     | <b>Технические расчеты сгорания топлива</b><br>В результате практического занятия студенты приобретают способность проводить по типовым методикам: технические расчеты сжигания твердого и жидкого топлива; оценивать требуемую производительность дутьевого вентилятора и дымососа, диаметра устья дымовой трубы.   |
| 4     | <b>Оценка полноты сгорания топлива. Расчет адиабатной температуры горения и энтальпии газов</b><br>В результате практического занятия студенты приобретают способность проводить по типовым методикам: оценку полноты сгорания топлива и коэффициента расхода воздуха по результатам анализа газов; определение составляющих теплового баланса горения и адиабатной температуры горения.                       |
| 5     | <b>Состав и технические расчеты сгорания газового топлива</b><br>В результате практического занятия студенты приобретают способность проводить по типовым методикам: технические расчеты сжигания газового топлива; оценку плотности газового топлива и теплоты сгорания по его составу в % об.; технические расчеты горения природного газа.  |
| 6     | <b>Проектно-технологические расчеты ВПУ</b><br>В результате практического занятия студенты приобретают способность проводить по типовым методикам: обработку расчетных показателей исходной воды; оценку выполнения нормативных требований качества технологических вод для возможных схем обработки воды; проектно-технологические расчеты 2-ой ступени натрий - катионирования воды с выбором оборудования). |
| 7     | <b>Продолжение проектно-технологических расчетов ВПУ</b><br>В результате практического занятия студенты приобретают способность проводить по типовым методикам: проектно-технологические расчеты 1-ой ступени натрий - катионирования воды и осветления воды на механических напорных фильтрах с выбором оборудования.   |
| 8     | <b>Схемное решение ВПУ и экозащитные мероприятия</b><br>В результате практического занятия студенты приобретают способность составлять технологические схемы и проводить по типовым методикам: оценку требуемой производительности деаэратора питательной и подпиточной воды; расчет количества сточных вод и сбросов ЗВ от регенерации фильтров и продувки котлов.  |

### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| № п/п | Вид самостоятельной работы             |
|-------|--|
| 1     | Проработка лекционного материала.      |
| 2     | Подготовка к лабораторным работам.     |
| 3     | Подготовка к практическим занятиям.    |
| 4     | Подготовка к экзамену.                 |
| 5     | Выполнение курсового проекта.          |
| 6     | Подготовка к промежуточной аттестации. |
| 7     | Подготовка к текущему контролю.        |

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

Тема «Сжигание топлива и водоподготовка в котельной». КП состоит из 2-х разделов: «Сжигание топлива» и «Водоподготовка». Бланки заданий по разделам подшить в записку. Графическая часть курсового проекта (2 листа) выполняется с использованием компьютерных графических систем на А3/А4

Таблица вариантов КП (30 шт) по разделу «Топливо».

вар Топливо Тип котла пк р, % ?к, % тух, оС ?т

- 1 Т.1.1 КЕ-10-14 3 4,5 82,0 161 1,45
- 2 Т.1.2 КЕ-10-14 4 4,6 82,6 160 1,45
- 3 Т.1.3 КЕ-10-14 5 4,7 83,4 163 1,4
- 4 Т.1.4 КЕ-25-14 3 4,8 83,8 161 1,3
- 5 Т.1.5 КЕ-25-14 4 4 83,6 159 1,3
- 6 Т.1.6 КЕ-25-14 5 5 84,3 153 1,3
- 7 Т.1.7 КЕ-25-14 4 4,4 83,7 155 1,3
- 8 Т.1.8 КЕ-6,5-14 3 4,8 81,8 163 1,55
- 9 Т.1.9 КЕ-6,5-14 4 4,7 82,3 164 1,5
- 10 Т.1.10 КЕ-6,5-14 5 4,6 82,4 162 1,5
- 11 Т.1.11 КЕ-25-14 4 4,5 83,3 152 1,3
- 12 Т.1.12 КЕ-25-14 4 4 83,1 162 1,3
- 13 Т.1.13 КЕ-4-14 5 4 80,3 165 1,35
- 14 Т.1.14 КЕ-10-14 3 4,8 82,1 163 1,4
- 15 Т.1.15 КЕ-10-14 4 4,1 82,2 164 1,4
- 16 Т.2.1 ДЕ-10-14 3 5 92,1 147 1,05
- 17 Т.2.2 ДЕ-10-14 4 4,5 92,0 153 1,07



- 18 Т.2.3 ДЕ-10-14 5 4,8 92,2 149 1,06  
 19 Т.2.4 ДЕ-16-14 3 4 91,8 157 1,07  
 20 Т.2.5 ДЕ-16-14 4 4,6 92,4 148 1,05  
 21 Т.2.6 ДЕ-16-14 5 4,5 92,5 147 1,05  
 22 Т.2.7 ДЕ-25-14 3 4,1 92,4 148 1,06  
 23 Т.2.8 ДЕ-25-14 4 4,2 92,7 143 1,05  
 24 Т.2.9 ДЕ-25-14 5 4,3 92,3 142 1,05  
 25 Т.2.10 ДЕ-6,5-14 3 4,2 91,1 155 1,1  
 26 Т.2.11 ДЕ-6,5-14 4 4,2 91,2 153 1,1  
 27 Т.2.12 ДЕ-6,5-14 5 4 91,0 155 1,1  
 28 Т.2.13 ДЕ-16-14 4 4,6 92,0 147 1,05  
 29 Т.2.14 ДЕ-6,5-14 4 4,5 91,0 156 1,12  
 30 Т.2.15 ДЕ-25-14 4 4,3 92,3 140 1,05

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

| № п/п | Библиографическое описание  | Место доступа   |
|-------|---|---|
| 1     | Белосельский Б.С.<br>Технология топлив и энергетических масел: Учебник для вузов.- 2-е изд., испр. и доп.- М.: Издательство МЭИ , 2005.- 348 с.: ил. –ISBN 5-7046-1286-5                      | <a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a> ; Библиотека каф. ТТ-1 экз.  |
| 2     | Копылов, А. С.<br>Водоподготовка в энергетике : учебное пособие для вузов / А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков - Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. - 310 с. ISBN 978-5-383-00968-0. | <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009680.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009680.html</a> (дата обращения: 06.12.2023). - Текст : электронный.                      |
| 3     | Водоподготовка и водный режим в котельной : практ. пособие / составитель В. Д. Плотников. — 2-е изд. — Минск : ГИПК «ГАЗ-   | Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/311969">https://e.lanbook.com/book/311969</a> (дата обращения: 19.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |

|   |   |                                     |
|---|---|-------------------------------------|
|   | ИНСТИТУТ, 2012. — 20 с.   |                                     |
| 4 | Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления<br>Ю.М. Кострикин, Н.А. Мещерский, О.В. Коровина.<br>Справочник. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 248 с.               | www.elibrary.ru. Библиотека каф. ТТ |
| 5 | Процессы горения топлива и водоподготовка в котельной. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Селиванов А.С., Воронова Л.А. М.: МИИТ, 2011. - 39 с.                   | library.miit.ru                     |
| 6 | 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, 2014. - 38 с. | library.miit.ru                     |
| 7 | Топливо и теория горения: Методические указания к лабораторным работам. Селиванов А.С., Воронова Л.А. М.: МГУПС (МИИТ), 2014. - 40 с.   | library.miit.ru                     |

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>).

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

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Используются возможности программного пакета Microsoft

Office. Специализированная программа Mathcad. База тестовых заданий для контроля остаточных знаний по курсу в оболочке АСТ – МИИТ (100 заданий).

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебное оборудование:

- лабораторная мебель
- лабораторное оборудование
- лабораторные приборы
- компьютерное и мультимедийное оборудование
- лабораторное стекло и керамика в ассортименте
- наглядные пособия и расходные материалы

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект в 4 семестре.

Экзамен в 4 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

старший преподаватель кафедры  
«Теплоэнергетика транспорта»  
Института транспортной техники и  
систем управления

А.С. Селиванов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТТ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

А.В. Дмитренко

С.В. Володин