

**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.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<b>Топливо</b> Общие сведения: - классификация топлив. Использование органического топлива на транспорте; - составные части и показатели состава топлива. Расчетные состояния (массы) топлива. Пересчет состава топлива с одной массы на другую; - происхождение органического топлива.
2	<b>Характеристики теплоценности топлива</b> - 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.
3	<b>Материальный баланс горения топлива</b> - теоретическое количество воздуха. Коэффициент 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 дымовых газов.
4	<b>Тепловой баланс горения топлива</b> - составляющие теплового баланса горения топлива; - энтальпия топлива, воздуха, твердых и газовых продуктов сгорания; - действительная, адиабатная и калориметрическая температуры дымовых газов.
5	<b>Твердое топливо</b> - классификация и маркировка ископаемых углей; - свойства и технологические характеристики твердого топлива; - подготовка топлива к сжиганию. Водугольное топливо. <b>Жидкое топливо:</b> - нефть и ее переработка. Моторные топлива и топочные мазуты; - свойства и характеристики жидких топлив; Марки мазутов. - хранение мазутов и подготовка к сжиганию. Получение и сжигание ВМЭ.
6	<b>Газовое топливо</b> - природные горючие газы, их состав и свойства; - технологические преимущества использования газового топлива; - кондиционирование ископаемых газов; - искусственные горючие газы.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
7	<p><b>Основы процессов горения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- гомогенные и гетерогенные процессы горения. Энергия активации. Тепловой эффект реакции, закон Гесса;</li> <li>- кинетика реакций горения и равновесие, закон действующих масс. Закон Аррениуса. Радикально-цепной механизм реакций горения;</li> <li>- воспламенение горючей смеси. Нормальная скорость горения, фронт горения. Смесеобразование и области горения газа, газовые горелки;</li> <li>- особенности горения мазута;</li> <li>- горение углерода. Схемы организации сжигания твердого топлива.</li> </ul>
8	<p><b>Водоподготовка</b></p> <p>Источники водоснабжения и качество воды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- источники водоснабжения. Примеси природных и технологических вод;</li> <li>- показатели качества воды;</li> <li>- кальций - углекислотное равновесие примесей воды.</li> </ul>
9	<p><b>Использование воды в тепловых энергоустановках</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- водный и солевой баланс парового котла, деаэратора;</li> <li>- влияние примесей воды на качество пара, процессы накипобразования и коррозии;</li> <li>- требования к качеству технологических вод. Понятие о щелочном ВХР энергоустановки.</li> </ul>
10	<p><b>Технологии предварительной очистки воды</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- удаление грубодисперсных и коллоидных примесей. Коагулянты и флокулянты, процессы, происходящие при введении их в воду;</li> <li>- осветление воды в осветлителях и на механических фильтрах. Фильтрующие материалы и их характеристики;</li> <li>- массовый баланс загрязнений при фильтрации. Напорные осветлительные фильтры;</li> <li>- известкование воды (в т.ч. с коагуляцией), деферризация воды.</li> </ul>
11	<p><b>Очистка воды на ионитах</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- промышленные иониты и их свойства. Физико-химические основы ионообменного обмена;</li> <li>- стадии работы ионитных фильтров. ПДОЕ и рабочая обменная емкость и причины ее снижения. Регенерация ионитных фильтров.</li> </ul>
12	<p><b>Технологические схемы умягчения воды на катионитах</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- натрий катионирование;</li> <li>- водород- катионирование, водород- катионирование с голодной регенерацией;</li> <li>- комбинированные схемы умягчения;</li> <li>- изменение качества воды при катионировании;</li> <li>- массовый баланс загрязнений при катионировании. Расчетная обменная емкость катионитов.</li> </ul>
13	<p><b>Обессоливание воды</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анионирование воды. Реакции при <math>\text{ROH}</math>, <math>\text{RHCO}_3</math> и <math>\text{RCl}</math> анионировании;</li> <li>- технологические схемы частичного обессоливания воды;</li> <li>- основы расчета анионитных фильтров;</li> <li>- регенерация анионитов.</li> </ul> <p>Оборудование технологических схем ионирования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ионитные фильтры и реагентное хозяйство ВПУ. Технология UP.CO.RE.;</li> <li>- эксплуатация ионитных фильтров;</li> <li>- стоки и сбросы водоподготовительных установок.</li> </ul>
14	<p><b>Обработка воды для подпитки тепловых сетей</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования к качеству воды систем теплоснабжения;</li> <li>- схемы обработки воды для подпитки тепловых сетей.</li> </ul> <p>Коррекция ВХР тепловых энергоустановок: силикатирование, фосфатирование, аминирование, сульфитирование.</p> <p>Стабилизационный ВХР энергоустановок низких параметров:</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- применение ингибиторов накипеобразования и коррозии; - механизм действия, области применения, схемы дозирования. Мембранные методы обработки воды: - очистка минерализованных вод методами обратного осмоса и электродиализа.
15	Удаление из воды растворенных газов - термическая деаэрация воды. Условия эффективной деаэрации воды; - типы деаэраторов. Деаэраторы с двухступенчатой обработкой воды; - обескислороживание воды дозированием сульфита натрия, гидразина, фильтрованием на Redox-ионитах; - декарбонизация воды.
16	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. Товарные масла и их эксплуатация: - маркировка масел; - эксплуатационный контроль над качеством масел; - 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. В результате выполнения работы студенты приобретут умение определять основные показатели топлива и оценивать его качество.
2	Определение удельной теплоты сгорания топлива. 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. В результате выполнения работы студенты приобретут умение определять основные показатели жидких топлив и масел.
4	Определение основных показателей качества воды. В результате выполнения работы студенты приобретут умение определять основные показатели воды и оценивать ее качество.
5	Известкование воды (в т.ч. с коагуляцией). 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. В результате выполнения работы студенты приобретут умение определять показатели воды и проведения технологических расчетов процесса умягчения воды и регенерации фильтра.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
7	Схемы параллельного / последовательного водород-натрий катионирования воды. В результате выполнения работы студенты приобретут умение определять показатели воды и проведения технологических расчетов комбинированного процесса умягчения воды.
8	Частичное обессоливание воды. Защита ранее выполненных работ. 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> 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> 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> 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> 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> 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> 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> 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> 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	Выполнение курсового проекта.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	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	Дырдин С.Н. Топливо и смазочные материалы. Издательство: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва, 2022. - 76 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/269960">https://e.lanbook.com/book/269960</a>
2	Карташевич Ф.Н., Товстыка В.С., Гордеенко А.В. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости / Учебное пособие. - Издательство: НИЦ ИНФРА-М, 2022. – 421 с. ISBN: 978-5-16-010298-6	<a href="https://znanium.ru/read?id=399462">https://znanium.ru/read?id=399462</a> (дата обращения 03.06.2025)
3	Водоподготовка и водный режим в котельной : практ. пособие / составитель В. Д. Плотников. — 2-е изд. — Минск : ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ, 2012. — 20 с.	<a href="https://reader.lanbook.com/book/311969#12">https://reader.lanbook.com/book/311969#12</a> (дата обращения 03.06.2025)
4	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.	НТБ РУТ (МИИТ)

5	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.	НТБ РУТ (МИИТ)
6	Топливо и теория горения: Методические указания к лабораторным работам. Селиванов А.С., Воронова Л.А. М.: МГУПС (МИИТ), 2014. - 40 с.	НТБ РУТ (МИИТ)
7	Громов С. Л., Долгов Е. К., Орлов К. А., Очков В. Ф. Водоподготовка в энергетике: учебник. Национальный исследовательский университет "МЭИ", 2021. - 576 с. ISBN 978-5-7046-2439-4	<a href="https://e.lanbook.com/book/362513">https://e.lanbook.com/book/362513</a>

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.miiit.ru>).

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