

**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 магистратуры  
по направлению подготовки  
13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Особенности сжигания различных видов топлив и способов  
водоподготовки**

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль): Энергосберегающие процессы и технологии

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: 09.06.2025

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

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение теории и практики применения энергосберегающих технологий и оборудования при подготовке к сжиганию и сжиганию различных топлив в топках и камерах сгорания;
- изучение теории и практики применения ресурсосберегающих методов и оборудования для подготовки воды и ведения водно-химических режимов тепловых энергоустановок.

Задачами учебной дисциплины «Особенности сжигания различных видов топлив и способов водоподготовки» (ОСРВТиСВ) являются:

- освоение методологии выбора энергоэффективных и экологических технологий сжигания топлива, ресурсосберегающих технологий подготовки воды при проектировании новых и модернизации действующих энергообъектов;
- развитие умений и навыков обоснования принятых проектных решений, определения показателей технического уровня проектируемого объекта и энергоэффективности технологических схем;
- формирование навыка составления описаний проводимых исследований, регламентов эксплуатации оборудования, отчетов по результатам эксплуатации или испытаний оборудования.

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

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

**ПК-4** - Способность разрабатывать и оптимизировать технологические решения при проектировании теплоэнергетических объектов и систем;

**ПК-5** - Способность к проведению патентных исследований и определению характеристик продукции, для оценки показателей технического уровня объекта техники, в соответствии с научно-технической документацией в профессиональной области знаний.

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

**Знать:**

- особенности реализации энергоэффективных и низкоэмиссионных технологий сжигания различных топлив и биомассы,

- иметь представление о технологических параметрах топочно-горелочных устройств и показателях эффективности топливоиспользования;
- особенности и показатели ресурсосберегающих технологий подготовки воды;
- методы оценки показателей энергоэффективности.

#### **Уметь:**

- определять и анализировать технологические характеристики сжигания топлива;
- оценивать полноту и энергоэффективность сжигания и топлива и удельный выход загрязняющих веществ;
- вычислять и использовать технологические данные водоподготовительной установки для определения потребления воды собственных нужд и расхода реагентов;
- использовать показатели качества контурных вод для оценки ее состояния (агрессивность, стабильность, нестабильность).

#### **Владеть:**

- навыками составления описаний проводимых исследований, обработки и представления результатов, составления описаний и технологических регламентов эксплуатации оборудования;
- приемами наладки процесса сжигания топлива;
- приемами оценки качества ведения водно-химического режима.

### **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 №2 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 48               | 48         |
| В том числе:                                              |                  |            |
| Занятия лекционного типа                                  | 16               | 16         |
| Занятия семинарского типа                                 | 32               | 32         |

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 96 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        | Особенности и недостатки традиционных технологий сжигания топлив.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- сжигание твердого топлива в фильтрующем слое;<br>- камерное сжигание угольной пыли;<br>- факельное сжигание мазута и природного газа. |
| 2        | Особенности технологии НТВ.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- организация сжигания твердого топлива по технологии НТВ;<br>- технологические характеристики и достоинства технологии.                                                      |
| 3        | Сжигание мазута в виде ВМЭ. Сжигание ВУТ и КаВУТ.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- оборудование для получения ВУТ и ВМЭ;<br>- свойства и характеристики ВУТ и ВМЭ;<br>- энергоэффективность и экологичность сжигания этих топлив.        |
| 4        | Технологии беспламенного и каталитического сжигания газового топлива.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- бесфакельное сжигание газового топлива;<br>- низкотемпературное каталитическое горение (окисление) природного газа.               |
| 5        | Щелочной ВХР котельных ж.д. транспорта с Na- катионитным умягчением и деаэрацией воды.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- достоинства и недостатки двухступенчатого параллельноточного Na- катионитного умягчения.                         |
| 6        | Противоточные технологии умягчения и частичного обессоливания воды.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- технологии Швебебет и Амберпак;                                                                                                     |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | -противоточная ВНИИАМ и ВТИ;<br>- технология АПКОРЕ (англ. UP.CO.RE.).                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 7        | <b>Мембранные и комбинированные технологии очистки воды.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- нанофильтрация и обратный осмос, электродиализ;<br>- комбинированные технологии;<br>- ресурсосбережение при эксплуатации водоподготовительных установок;<br>- утилизация сточных вод и сбросов солей;<br>- оценка качества ведения водно-химического режима.                  |
| 8        | <b>Применение стабилизационного ВХР в системах с низкими параметрами теплоносителя.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- Требования и условия применения различных антинакипинов и ингибиторов коррозии;<br>- оценка стабильности ингибированной воды;<br>- свойства ингибиторов на основе фосфоновых кислот и фосфонатов;<br>- методы и реагенты для очистки оборудования. |

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Практические занятия

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                      |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | <b>Состав и характеристики ВУТ.</b><br>В результате практического занятия студент развивает умение определять и анализировать технологические характеристики ВУТ (пересчет состава топлива на состав ВУТ заданной влажности; расчет теплоты сгорания ВУТ по составу). |
| 2        | <b>Особенности сжигания ВУТ.</b><br>В результате практического занятия студент развивает умение определять и анализировать технологические характеристики форсунок для сжигания ВУТ (теоретическое и действительное количество воздуха для сжигания ВУТ).             |
| 3        | <b>Технические расчеты горения ВУТ.</b><br>В результате практического занятия студент развивает умение определять и анализировать технологические характеристики сжигания ВУТ (Масса, объем, состав и плотность продуктов сгорания) .                                 |
| 4        | <b>Оборудование для приготовления ВУТ.</b><br>В результате практического занятия студент развивает умение выбирать и анализировать технологическое оборудование для приготовления ВУТ.                                                                                |
| 5        | <b>Тепловой баланс, температуры горения ВУТ.</b><br>В результате практического занятия студент развивает умение определять и анализировать технологические характеристики горения (адиабатная температура горения).                                                   |
| 6        | <b>Энергоэффективность сжигания ВУТ.</b><br>В результате практического занятия студент развивает умение оценивать полноту и энергоэффективность сжигания ВУТ.                                                                                                         |
| 7        | <b>Снижение выбросов ЗВ при сжигании ВУТ, ЭкоВУТ.</b><br>В результате практического занятия студент развивает умение определять и анализировать удельный выход загрязняющих веществ.                                                                                  |
| 8        | <b>Состав и характеристики ВМЭ.</b><br>В результате практического занятия студент развивает умение определять и анализировать                                                                                                                                         |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | технологические характеристики ВМЭ (пересчет состава мазута на состав ВМЭ заданной влажности; расчет теплоты сгорания ВМЭ).                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 9        | <b>Особенности сжигания ВМЭ.</b><br>В результате практического занятия студент развивает умение определять и анализировать технологические характеристики форсунок для сжигания ВМЭ (теоретическое и действительное количество воздуха для сжигания ВМЭ).                                                                                                                                       |
| 10       | <b>Технические расчеты горения ВМЭ.</b><br>В результате практического занятия студент развивает умение определять и анализировать технологические характеристики сжигания ВМЭ (Масса, объем, состав и плотность продуктов сгорания).                                                                                                                                                            |
| 11       | <b>Технологическая схема приготовления и контроля ВМЭ.</b><br>В результате практического занятия студент развивает умение выбирать и анализировать технологическое оборудование для приготовления и контроля качества ВМЭ.                                                                                                                                                                      |
| 12       | <b>Тепловой баланс, температуры горения ВМЭ.</b><br>В результате практического занятия студент развивает умение определять и анализировать технологические характеристики горения ВМЭ (адиабатная температура горения).                                                                                                                                                                         |
| 13       | <b>Энергоэффективность и экологичность сжигания ВМЭ.</b><br>В результате практического занятия студент развивает умение оценивать полноту и энергоэффективность сжигания ВМЭ, уменьшение выхода загрязняющих веществ.                                                                                                                                                                           |
| 14       | <b>Расчет процессов газификации топлива.</b><br>В результате практического занятия студент развивает умение определять и анализировать технологические характеристики газификации твердого топлива.                                                                                                                                                                                             |
| 15       | <b>Оценка ВХР парового котла по данным расширенного анализа суточных проб.</b><br>В результате практического занятия студент развивает навыки оценки качества ведения водно-химического режима котельной. (р%, солесодержание, коррозионность, шламообразование, накипеобразование, условия ухудшения качества пара).                                                                           |
| 16       | <b>Умягчение ИВ по противоточной технологии UP.CO.RE.</b><br>В результате практического занятия студент развивает умение вычислять и использовать технологические данные работы ВПУ; навыки составления описаний технологических схем, обработки и представления результатов, составления технологических регламентов (инструкций) эксплуатации оборудования.                                   |
| 17       | <b>Использование нанофильтрации и обратного осмоса в схемах подготовки добавочной воды.</b><br>В результате практического занятия студент развивает умение вычислять и использовать технологические данные работы ВПУ; навыки составления описаний технологических схем, обработки и представления результатов, составления технологических регламентов (инструкций) эксплуатации оборудования. |
| 18       | <b>Энерго- и ресурсосбережение при подготовке добавочной воды.</b><br>В результате практического занятия студент развивает умение определять и анализировать технологические данные ВПУ и оценить энергоэффективность и ресурсосбережение при подготовке воды (исп. отмывочной воды, теплоты продувочной воды, «хвостовых» емкостей поглощения ионитов; отработанных регенерац. растворов).     |
| 19       | <b>Стабилизационный ВХР.</b><br>В результате практического занятия студент развивает умение вычислять и использовать исходные данные для определения дозы и расхода реагентов (ингибиторов накипеобразования и коррозии). расчета и подбора оборудования для дозирования ингибиторов, оценки эффективности внедрения.                                                                           |
| 20       | <b>Применение ингибиторов накипеобразования и коррозии.</b><br>В результате практического занятия студент развивает умение вычислять и использовать исходные данные для подбора оборудования дозирующей станции, оценки эффективности внедрения.                                                                                                                                                |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>п/п | Вид самостоятельной работы             |
|----------|----------------------------------------|
| 1        | Подготовка к практическим занятиям.    |
| 2        | Проработка лекционного материала.      |
| 3        | Изучение дополнительной литературы.    |
| 4        | Подготовка к промежуточной аттестации. |
| 5        | Подготовка к текущему контролю.        |

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

| №<br>п/п | Библиографическое<br>описание                                                                                                                                                                                       | Место доступа                                                                                                                                                                             |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Белосельский Б.С.<br>Технология топлив и<br>энергетических масел:<br>Учебник для вузов.- 2-е<br>изд., испр. и доп.- М.:<br>Издательство МЭИ , 2005.-<br>348 с.: ил. –ISBN 5-7046-<br>1286-5                         | <a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a> . Библиотека каф. ТТ- 1 экз.                                                                                                         |
| 2        | Копылов, А. С.<br>Водоподготовка в<br>энергетике : учебное<br>пособие для вузов / А. С.<br>Копылов, В. М. Лавыгин,<br>В. Ф. Очков - Москва :<br>Издательский дом МЭИ,<br>2016. - ISBN 978-5-383-<br>00968-0.        | <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009680.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009680.html</a><br>(дата обращения: 06.12.2023). - Текст : электронный. |
| 3        | Копылов, А. С.<br>Водоподготовка в<br>энергетике : учебное<br>пособие для вузов / А. С.<br>Копылов, В. М. Лавыгин,<br>В. Ф. Очков - Москва :<br>Издательский дом МЭИ,<br>2016. - 310 с. ISBN 978-5-<br>383-00968-0. | <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009680.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009680.html</a><br>(дата обращения: 06.12.2023). - Текст : электронный. |

|   |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                       |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | Водоподготовка и водный режим в котельной : практ. пособие / составитель В. Д. Плотников. — 2-е изд. — Минск : ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ, 2012. - 20 с.                                                              | Текст : электронный // 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). |
| 5 | Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления Ю.М. Кострикин, Н.А. Мещерский , О.В. Коровина. Справочник. - М.: Энергоатомиздат , 1990. - 248 стр.                                 | <a href="https://djvu.online/file/vttjdDHDyjq3B">https://djvu.online/file/vttjdDHDyjq3B</a> Библиотека каф. ТТ-5 экз.                                                                 |
| 6 | Справочный документ по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности. - М.: Эколайн, 2009. - 455 с.                                                                                         | <a href="http://14000.ru/work/bref/bref_final_full.pdf">http://14000.ru/work/bref/bref_final_full.pdf</a>                                                                             |
| 7 | Котельные и электростанции на биотопливе. Современные технологии получения тепловой и электрической энергии с использованием различных видов биомассы: Справочник. - СПб: Биотопливный портал, 2008. - 360 с. | <a href="http://www.ozon.ru/context/detail/id/4307202/">http://www.ozon.ru/context/detail/id/4307202/</a>                                                                             |
| 8 | Грибков А.М. Наилучшие доступные технологии при использовании топлива на ТЭС: учебное пособие/ А.М. Грибков.- Казань: КГЭУ, 2022.- 219 с.                                                                     | <a href="https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan/181эл.pdf">https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan/181эл.pdf</a>                                                                           |

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

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

ЭБС издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>).

ЭБС <http://znanium.com/>

ЭБ <http://elibrary.ru/>

Сайт «On-line расчеты в интернете на [www.vpu.ru/mas](http://www.vpu.ru/mas)

Поисковая система: Yandex

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

Операционная система Microsoft Windows.

Программный пакет Microsoft Office.

Поисковые системы: Yandex.

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

Основная лекционная аудитория, а также помещения лаборатории кафедры «Теплоэнергетика транспорта» МИИТа оборудованы мультимедийными комплексами. Для проведения практических занятий имеется компьютерный класс; компьютеры, телевизор для демонстрации учебных фильмов.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет во 2 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