

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)

Котельные установки и парогенераторы

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).

Целью освоения учебной дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» является формирование в процессе подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» с профилем «Промышленная теплоэнергетика» компетенций, позволяющих подготовить будущих бакалавров к проведению работ по рациональному использованию энергетических ресурсов в теплоэнергетике, промышленности, ж.д. транспорте и объектах ЖКХ.

Задачей преподавания дисциплины является приобретение студентами знаний о современном состоянии теплоэнергетических объектов, устройстве и принципах работы различных котлоагрегатов, основного и вспомогательного оборудования, а также расчета котлоагрегата с применением нормативного метода.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ОПК-2 - Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения;

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:

- (обладать определённой информацией) общее устройство тепловых схем котельных с паровыми и водогрейными котлами, устройство и конструкцию основных котлоагрегатов и вспомогательного оборудования;

- обладать необходимым соответствующим физико-математическим аппаратом, для теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;

- типовые методики для расчётов и проектирования отдельных деталей и узлов теплоэнергетического оборудования.

Уметь:

- (использовать информацию для совершения действий) применять полученные знания в практической деятельности, грамотно разрабатывать алгоритм управления процессом производства и распределения тепловой нагрузки;

- (использовать информацию для совершения действий) применять полученные знания в практической деятельности, грамотно управлять процессом производства и распределения тепловой нагрузки;

- проводить расчёты режимов работы оборудования при заданных условиях эксплуатации.

Владеть:

- (обладать и применять навыки, умения и знания для решения определённых задач) методикой компьютерного управления котлоагрегатом, определять тепловые нагрузки и потери;

- (обладать и применять навыки, умения и знания для решения определённых задач) методикой теплового расчёта котлоагрегата, определять тепловые нагрузки и потери, применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;

- способностью проводить расчёты по типовым методикам с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 8 з.е. (288 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	
		№5	№6
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	144	64	80

В том числе:			
Занятия лекционного типа	64	32	32
Занятия семинарского типа	80	32	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 144 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	Общие сведения о парогенераторах Рассматриваемые вопросы: - история развития - область применения
2	Классификация парогенераторов. Водогрейные котлы Рассматриваемые вопросы: - виды топлив, применяемые при сжигании в котлах; - горелочные устройства; - коэффициент избытка воздуха.
3	Газотрубные и водотрубные котлы. Котлы с камерами. Рассматриваемые вопросы: - компоновка элементов котлоагрегата.
4	Паровые котлы типа ДКВР, КЕ и ДЕ. Водогрейные котлы типа ПТВМ Рассматриваемые вопросы: - устройство котлов; - параметры; - показатели работы
5	Процессы в котельных установках Рассматриваемые вопросы: - процессы, проходящие в котлах; - теплота сгорания топлива; - полезная теплота

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
6	Генерация пара. Рассматриваемые вопросы: - термодинамический процесс получения пара; - теплота, подводимая к пару.
7	Теплообмен в котлоагрегате. Рассматриваемые вопросы: - теплопередача в топке котла; - теплообмен в конвективных пучках; - теплообмен в пароперегревателе; - теплообмен в экономайзере; - теплообмен в воздухоподогревателе.
8	Естественная и принудительная циркуляция воды в котлах Рассматриваемые вопросы: - теплопередача в топке котла; - теплообмен в конвективных пучках.
9	Внутрикотловые процессы Рассматриваемые вопросы: - пенообразование и унос капель кипящей жидкости в котле; - сепарационные устройства; - периодическая и непрерывная продувка; - ступенчатое испарение.
10	Расширители непрерывной и периодической продувки Рассматриваемые вопросы: - устройство и работа расширителей; - регулирование давления в расширителе; - утилизация полученного пара и продувочной воды.
11	Состав и объём дымовых газов Рассматриваемые вопросы: - количество воздуха, необходимого для сжигания топлива; - коэффициент избытка воздуха; - состав и объём продуктов сгорания.
12	Тепловой баланс котла Рассматриваемые вопросы: - составление теплового баланса котлоагрегата; - потери теплоты с уходящими газами; - химический и механический недожог; - теплота, уносимая шлаками.
13	Определение КПД котла. Рассматриваемые вопросы: - вычисление КПД по прямому и обратному балансу тепла; - вычисление расхода топлива; - эксергетический КПД котлоагрегата.
14	Характеристики дымовых газов Рассматриваемые вопросы: - регулирование температуры уходящих газов; - утилизация теплоты уходящих газов.
15	Показатели работы котельной установки Рассматриваемые вопросы: - расчеты расходов воды, топлива, воздуха; - подбор вентиляторов и дымососов.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
16	Элементы парогенератора Рассматриваемые вопросы: - топочные экраны; - пароперегреватели; - конвективные пучки.
17	Сжигание топлива в котлах Рассматриваемые вопросы: - конструкция топок для сжигания твердых топлив; - сжигание мазутов в котельных агрегатах; - горелочные устройства для сжигания газа; - горелочные устройства водогрейных котлов.
18	Пароперегреватели Рассматриваемые вопросы: - назначение и конструкции пароперегревателей; - схемы подсоединения пароперегревателей; - тепловой баланс пароперегревателя; - регулирование перегрева пара.
19	Экономайзеры Рассматриваемые вопросы: - назначение и конструкции экономайзеров; - экономайзеры кипящего и некипящего типов; - тепловой баланс экономайзера.
20	Воздухоподогреватели Рассматриваемые вопросы: - назначение и конструкции воздухоподогревателей; - регенеративные и рекуперативные воздухоподогреватели; - влияние температуры уходящих газов на коррозию воздухоподогревателя; - тепловой баланс воздухоподогревателя .
21	Системы химводоподготовки Рассматриваемые вопросы: - устройство и назначение систем водоподготовки; - фильтры; - реагенты; - регенерация фильтров; - подогреватели воды первой и второй ступени.
22	Системы деаэрации воды в паровых котельных Рассматриваемые вопросы: - деаэраторы атмосферного типа; - уровни температур и давлений; - источники теплоты; - области применения.
23	Тепловая схема котельной с паровыми котлами Рассматриваемые вопросы: - основные элементы и их назначение; - регулирование производительности.
24	Системы деаэрации воды в водогрейных котельных Рассматриваемые вопросы: - деаэраторы вакуумные типа; - уровни температур и давлений;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- источники создания вакуума; - области применения.
25	Газорегулировочный пункт котельной (ГРП) Рассматриваемые вопросы: - устройство и работа регулятора давления газа; - назначение и работа ПЗК и ПСК; - назначение и работа линии байпаса. - порядок ввода ГРП в работу; - взрывоопасная концентрация газа; - назначение и продувка газопровода.
26	Тепловая схема котельной с водогрейными котлами Рассматриваемые вопросы: - основные элементы и их назначение; - регулирование производительности.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Тепловая схема котельной с паровыми котлами. Обучающиеся изучают материальную базу котельной с паровыми котлами; знакомятся с устройством горелок, арматуры и гарнитуры котла.; изучают системы регулирования и безопасности, химводоподготовку.
2	Процессы в котельных установках В результате работы обучающиеся знакомятся с режимами горения топлива, регулированием коэффициента избытка воздуха, регулированием разрежения в топке котла. Проводят расчет гидравлических сопротивлений аэродинамического тракта котельного агрегата.
3	Показатели работы водогрейной котельной установки. В результате работы обучающиеся знакомятся с материальной базой водогрейной котельной.
4	Элементы парогенератора Обучающиеся изучают конструктивные особенности газомазутных горелочных устройств; оптимизацию процесса горения в газомазутных горелочных устройствах
5	Элементы парогенератора Обучающиеся знакомятся с конструктивными решениями воздухоподогревателей котельных установок
6	Элементы парогенератора Обучающиеся изучают конструкции и компоновки водяных экономайзеров, их работу в котельном и отопительном циклах.
7	Элементы парогенератора Обучающиеся изучают конструкции и работу пароперегревателей котлов ДКВР; знакомятся с регулированием температуры перегрева пара.
8	Газооборудование котельных Обучающиеся изучают элементы и компоновки газорегуляторных пунктов.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Характеристики дымовых газов В результате работы обучающиеся приобретают навыки определения объема воздуха, необходимого для сжигания топлива; определения объемов, состава и концентраций компонентов продуктов сгорания в уходящих газах.
2	Показатели работы котельной установки В результате работы обучающиеся приобретают навыки определения полезной нагрузки и тепловых потерь; определения КПД котла по прямому и обратному балансу, эксергетического КПД котла; рассчитывают температуры продуктов сгорания на выходе из камеры сгорания, расход топлива.
3	Элементы парогенератора В результате работы обучающиеся знакомятся с конструкцией и тепловым расчетом пароперегревателя; определяют виды и тепловой расчет экономайзера и воздухоподогревателя.
4	Аэродинамический расчет котельной установки В результате работы обучающиеся приобретают навыки расчета аэродинамической установки, выбора тягодутьевых машин – дымососа и вентилятора.
5	Определение сопротивления трения при движении газов по газоходу котла В результате работы обучающиеся приобретают навыки определения гидравлических сопротивлений в газоходах котла.
6	Определение сопротивления поперечно-омываемых пучков труб В результате работы обучающиеся приобретают навыки расчета сопротивлений пучков труб.
7	Определение местных сопротивлений в газоходах котла В результате работы обучающиеся приобретают навыки расчета местных сопротивлений в газоходе котла (повороты, сужения, расширения, заслонки и т.п.)
8	Расчет сопротивления дымовой трубы В результате работы обучающиеся приобретают навыки расчета сопротивления в дымовой трубе при естественной и искусственной тяге.
9	Расчет высоты дымовой трубы при естественной тяге В результате работы обучающиеся приобретают навыки расчета высоты дымовой трубы, обеспечивающей заданное разрежение в газоходах котла.
10	Определение тепловосприятия по элементам газохода котлоагрегата В результате работы обучающиеся приобретают навыки расчета по определению количества тепловой энергии, поглощаемой отдельными элементами котла.

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 курсовой работы.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Цель курсового проекта - освоение методик проектирования котельных установок и практическое использование знаний, полученных при изучении рассматриваемой дисциплины.

В задании на выполнение поверочного теплового расчета котлоагрегата задается тип котла (ДКВР-4-14, ДКВР-6,5-14, ДКВР-10-14, ДКВР-20-14, ПТВМ-50) и состав топлива (газ, мазут или твердое топливо). Вместе с заданием выдается пакет материалов, содержащий, в частности, описание котла, программы для определения термодинамических параметров воды, воздуха и продуктов сгорания, коэффициентов ослабления излучения топочной средой, коэффициентов теплоотдачи при обтекании конвективных поверхностей котла. Эти материалы размещены так же на сайте в локальной сети кафедры. Проект выполняется согласно методическому указанию.

Курсовой проект должен содержать пояснительную записку с результатами расчета и чертеж котельной установки.

Исходные данные для курсового проекта. Тип котла ДКВР-4-14. Топливо – природный газ следующего состава:

№ CH₄ C₂H₆ C₃H₈ C₄H₁₀ H₂S H₂

1 98,3 0,7 0,3 0,1 0,5 0,1

2 98,2 0,7 0,4 0,1 0,5 0,1

3 98,1 0,8 0,3 0,1 0,5 0,2

4 98,0 0,7 0,5 0,2 0,5 0,1

5 97,9 0,8 0,4 0,2 0,6 0,1

6 97,8 0,7 0,4 0,3 0,6 0,2

7 97,7 0,7 0,5 0,3 0,6 0,2

8 97,6 0,8 0,5 0,3 0,6 0,2

9 97,5 0,8 0,5 0,4 0,6 0,2

10 97,4 0,85 0,6 0,35 0,6 0,2

11 97,3 0,85 0,65 0,35 0,6 0,25

12 97,2 0,95 0,65 0,35 0,6 0,25

13 97,1 0,9 0,65 0,45 0,6 0,3

14 97,0 0,9 0,65 0,55 0,6 0,3

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Брюханов О. Н., Кузнецов В.А. Газифицированные котельные агрегаты: учебник / Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2025. - 392 с.- ISBN 978-5-16-014787-1	https://znanium.ru/catalog/document?id=460081
2	Брюханов О. Н., Плужников А.И. Основы эксплуатации оборудования и систем газоснабжения: учебник /О. Н. Брюханов. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2025. - 256 с. – ISBN 978-5-16-009539-4	https://znanium.ru/catalog/document?id=460977
3	Лебедев В.М., Заворин А.С., Приходько С.В., Овсянников В.В.; под ред. В.М. Лебедева Котельные установки и парогенераторы: учебник / Лебедев В.М. [и др.] – Москва. УМЦ ЖДТ- 2013.- 376 с. ISBN 978-5-89035-641-3	https://umcздт.ru/books/949/2547/
4	Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие. С. Л. Елистратов, Ю. И. Шаров. Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 148 с. ISBN 978-5-9729-0554-6	https://znanium.ru/catalog/document?id=385214

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

<http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.

<http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.

Поисковые системы: Yandex, Mail.

<http://www.twirpx.com/> - электронная библиотека.

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

Компьютеры должны быть обеспечены стандартными лицензионными программными продуктами и обязательно программным продуктом Microsoft Office.

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

Основная лекционная аудитория, а также помещения лабораторий кафедры «Теплоэнергетика транспорта» МИИТа оборудованы мультимедийными комплексами.

Рабочее место студента с персональным компьютером подключено к сетям INTERNET.

Имеется комплект переносных инструментов и оборудования для проведения энергетических обследований. В составе учебных лабораторий кафедры имеются стенды для проведения лабораторных работ по отдельным разделам дисциплины "Котельные установки и парогенераторы". При проведении учебных занятий по дисциплине используются материалы, размещенные на сайте в локальной сети кафедры.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 семестре.

Курсовая работа в 6 семестре.

Экзамен в 6 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.П. Неретин

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТТ
Председатель учебно-методической
комиссии

А.В. Дмитренко

С.В. Володин