

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.

Уметь:

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

Владеть:

(обладать и применять навыки, умения и знания для решения определённых задач, совершать действия «автоматически») методикой теплового расчёта котлоагрегата, определять тепловые потери и проектировать экономайзер.

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	<p>Общие сведения о парогенераторах</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - история развития - область применения
2	<p>Классификация парогенераторов. Водогрейные котлы</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - виды топлив, применяемые при сжигании в котлах; - горелочные устройства; - коэффициент избытка воздуха.
3	<p>Газотрубные и водотрубные котлы. Котлы с камерами.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - компоновка элементов котлоагрегата.
4	<p>Паровые котлы типа ДКВР, КЕ и ДЕ. Водогрейные котлы типа ПТВМ</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - устройство котлов; - параметры; - показатели работы
5	<p>Процессы в котельных установках</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - процессы, проходящие в котлах; - теплота сгорания топлива; - полезная теплота
6	<p>Генерация пара.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - термодинамический процесс получения пара; - теплота, подводимая к пару.
7	<p>Теплообмен в котлоагрегате.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теплопередача в топке котла; - теплообмен в конвективных пучках; - теплообмен в пароперегревателе; - теплообмен в экономайзере; - теплообмен в воздухоподогревателе.
8	<p>Естественная и принудительная циркуляция воды в котлах</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - располагаемые и полезные напоры; - кратность циркуляции; - причины нарушения работы циркуляционных контуров; - особенности циркуляции в водогрейных котлах.
9	<p>Внутрикотловые процессы</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пенообразование и унос капель кипящей жидкости в котле; - сепарационные устройства; - периодическая и непрерывная продувка; - ступенчатое испарение.
10	<p>Состав и объём дымовых газов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - количество воздуха, необходимого для сжигания топлива;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - коэффициент избытка воздуха; - состав и объём продуктов сгорания.
11	<p>Тепловой баланс котла</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составление теплового баланса котлоагрегата; - потери теплоты с уходящими газами; - химический и механический недожог; - теплота, уносимая шлаками.
12	<p>Определение КПД котла.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вычисление КПД по прямому и обратному балансу тепла; - вычисление расхода топлива; - эксергетический КПД котлоагрегата.
13	<p>Характеристики дымовых газов</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - регулирование температуры уходящих газов; - утилизация теплоты уходящих газов.
14	<p>Показатели работы котельной установки</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчеты расходов воды, топлива, воздуха; - подбор вентиляторов и дымососов.
15	<p>Элементы парогенератора</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - топочные экраны; - пароперегреватели; - конвективные пучки.
16	<p>Сжигание топлива в котлах</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - конструкция топок для сжигания твердых топлив; - сжигание мазутов в котельных агрегатах; - горелочные устройства для сжигания газа; - горелочные устройства водогрейных котлов.
17	<p>Пароперегреватели</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - назначение и конструкции пароперегревателей; - схемы подсоединения пароперегревателей; - тепловой баланс пароперегревателя; - регулирование перегрева пара.
18	<p>Экономайзеры</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - назначение и конструкции экономайзеров; - экономайзеры кипящего и некипящего типов; - тепловой баланс экономайзера.
19	<p>Воздухоподогреватели</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - назначение и конструкции воздухоподогревателей; - регенеративные и рекуперативные воздухоподогреватели; - влияние температуры уходящих газов на коррозию воздухоподогревателя; - тепловой баланс воздухоподогревателя .

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
20	<p>Системы химводоподготовки</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - устройство и назначение систем водоподготовки; - фильтры; - реагенты; - регенерация фильтров; - подогреватели воды первой и второй ступени.
21	<p>Системы деаэрации воды</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - деаэраторы атмосферного типа и вакуумные; - уровни температур и давлений; - источники теплоты и вакуума; - области применения.
22	<p>Газорегулировочный пункт котельной (ГРП)</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - схема и назначение ГРП; - отличие ГРП от ГРУ; - устройство и работа регулятора давления газа, ПЗК и ПСК; - линия байпаса.
23	<p>Тепловая схема котельной с паровыми котлами</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные элементы и их назначение; - регулирование производительности.
24	<p>Тепловая схема котельной с водогрейными котлами</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные элементы и их назначение; - регулирование производительности.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p>Тепловая схема котельной с паровыми котлами.</p> <p>Обучающиеся изучают материальную базу котельной с паровыми котлами; знакомятся с устройством горелок, арматуры и гарнитуры котла.; изучают системы регулирования и безопасности, химводоподготовку.</p>
2	<p>Процессы в котельных установках</p> <p>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.</p>
3	<p>Показатели работы водогрейной котельной установки.</p> <p>В результате работы обучающиеся знакомятся с материальной базой водогрейной котельной.</p>
4	<p>Элементы парогенератора</p> <p>Обучающиеся изучают конструктивные особенности газомазутных горелочных устройств; оптимизацию процесса горения в газомазутных горелочных устройствах</p>
5	<p>Элементы парогенератора</p> <p>Обучающиеся знакомятся с конструктивными решениями воздухоподогревателей котельных</p>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	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.

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.

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. Газифицированные котельные агрегаты [Электронный ресурс] : учебник / Москва: ИНФРА-М, 2013. - 392 с.- ISBN 978-5-16-005373-8	http://znanium.com/go.php?id=401008
2	Брюханов О. Н. Основы эксплуатации оборудования и систем газоснабжения [Электронный ресурс] : учебник /О. Н. Брюханов. - Москва: ИНФРА-М, 2014. - 256 с. ? (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-16-009539-4	http://znanium.com/go.php?id=446425
3	Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности. Б.А.Соколов. М.: "Академия" , 2008. – 127 с.	Библиотека каф. ТТ
4	Котельные установки и их эксплуатация. Б.А.Соколов. М.: "Академия" , 2008. – 429с.	Библиотека каф. ТТ
5	Тепловой расчет котлов ДКВР.Методические указания к курсовому проектированию. Конаков Ю.П. М.: МИИТ , 2010. – 24с.	НТБ МИИТ; библиотека каф.ТТ
6	Тепловой расчет котлов (нормативный метод). Санкт-Петербург, 1998. – 259с.	Библиотека каф. ТТ
7	Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие. С. Л. Елистратов, Ю. И. Шаров. Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 147 с.	URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book

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, Google, 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