

Компонент ОПОП 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
наименование ОПОП

Б1.В.02
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

Котельные установки и парогенераторы

Разработчик:

Швецов А.С.

ФИО

ст. преподаватель каф. СЭиТ

должность

ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры

строительства, энергетики и транспорта

наименование кафедры

протокол № 6 от 22. 05. 2026 г.

Заведующий кафедрой СЭиТ

подпись

Челтыбашев А. А.
ФИО

Мурманск
2026

Пояснительная записка

Объем дисциплины 7 з.е.

1. **Результаты обучения по дисциплине (модулю)**, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники	ИД-1 Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники. ИД-2 Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники ИД-3 Принимает участие в оценке влияния объектов теплоэнергетики и теплотехники на экологическую обстановку ИД-4 Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники ИД-5 Выполняет эксперименты и расчеты по физико-химическим параметрам, характеристикам и условиям эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники	Знать: конструкцию основных типов котельных установок и парогенераторов и вспомогательного оборудования, природу процессов горения топлива, теплообмена, водоподготовки, как проводить расчеты по типовым методикам и проектировать отдельные детали и узлы котельных установок с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием; Уметь: анализировать тепловые схемы котельных установок, тепловые и массообменные процессы, проходящие в парогенераторах; проводить обобщенный анализ, воспринимать информацию, ставить цели и выбирать пути их достижения; участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования элементов котельного оборудования и объектов деятельности в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации; Владеть: методиками расчёта, испытаний, наладки и ремонта основного и вспомогательного котельного оборудования; навыками в разработке проектной и рабочей технической документации, в оформлении проектно-конструкторских работ в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами; навыками в планировании и в проведении плановых испытаний котельного оборудования

2. Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Общие сведения

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО КОТЛОСТРОЕНИЯ. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ КОТЛА. ГАЗОТРУБНЫЕ КОТЛЫ. ВОДОТРУБНЫЕ КОТЛЫ. ПРЯМОТОЧНЫЕ КОТЛЫ. СЕКЦИОНИРОВАННЫЕ ЧУГУННЫЕ КОТЛЫ. СОВРЕМЕННЫЕ БЛОЧНО-ТРАНСПОРТИРУЕМЫЕ КОТЛЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ И

МАРКИРОВКА КОТЛОВ. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОТЛОВ. КОНСТРУКЦИИ КОТЛОВ. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОТЛЫ С ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ. КОНСТРУКЦИЯ ПРЯМОТОЧНЫХ КОТЛОВ. КОМПОНОВКА КОТЛОВ. ВОДОГРЕЙНЫЕ И ПАРОВОДОГРЕЙНЫЕ КОТЛЫ. ТЕПЛОВЫЕ СХЕМЫ КОТЕЛЬНОЙ И ТЭЦ.

Тема 2. ЭЛЕМЕНТЫ КОТЛА

Пароперегреватели. Конструкции пароперегревателей. Регулирование температуры пара при работе котла. Устройства для регулирования температуры пара. Работа пароперегревателя при растопке котла. Экономайзеры. Схемы хвостовых поверхностей нагрева. Экономайзер и питание его водой. Схемы питания котла водой. Конструктивные показатели экономайзеров. Неполадки в питательных линиях. Воздухоподогреватели.

Тема 3. ТОПЛИВО, ОБОРУДОВАНИЕ ТОПЛИВОПОДГОТОВКИ И ТОПОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА КОТЛОВ

ТОПЛИВО ДЛЯ СТАЦИОНАРНЫХ КОТЛОВ. Твёрдое топливо. Жидкое топливо. Газообразное топливо. Физико-технические свойства топлива. Элементы динамики горения топлива. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТОПОЧНЫХ УСТРОЙСТВАХ. ТОПОЧНЫХ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ТВЁРДОГО ТОПЛИВА. Топки для жидкого и газообразного топлива.

Тема 4. ЗОЛОУДАЛЕНИЕ

Улавливание твердых веществ из дымовых газов. Шлакоудаление в топочной камере. Характеристики летучей золы. Типы и характеристики золоуловителей. Инерционные золоуловители циклоны. Прочие инерционные золоуловители. Мокрые золоуловители. Электрофилтры. Удаление золы и шлака из котлов и с территории теплогенерирующей установки. Ручное шлакозолоудаление. Механизированное шлакозолоудаление. Пневмошлакозолоудаление. Гидрошлакозолоудаление.

Тема 5. АРМАТУРА И ВНУТРИКОЛЛЕКТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОТЕЛЬНОЙ АРМАТУРЕ. Внутрибарабанные устройства котлов. Устройства для очистки пара в барабане котла. ТРУБОПРОВОДЫ И АРМАТУРА. Трубопроводы котлоагрегата. Контрольно-измерительные устройства. Арматура котлоагрегата.

Тема 6. КАРКАС, КОЖУХ, ФУТЕРОВКА, ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КАРКАСАХ, КОЖУХАХ, ФУТЕРОВКЕ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ КОТЛОВ. Гарнитура и обмуровка стальных водогрейных и паровых котлов.

Тема 7. МАТЕРИАЛЬНЫЙ И ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ПРОЦЕССА СГОРАНИЯ ТОПЛИВА

Горение твердого топлива. Горение жидкого топлива. Горение газового топлива. Материальный баланс процессов горения топлива. Расчёт объема воздуха для горения твердого и жидкого топлив. Расчёт объема воздуха для горения газообразного топлива. КОЭФФИЦИЕНТ ИЗБЫТКА ВОЗДУХА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЁМОВ ГАЗОВ В ПРОДУКТАХ СГОРАНИЯ твёрдого и жидкого топлива. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЁМОВ ГАЗОВ В ПРОДУКТАХ СГОРАНИЯ газообразного топлива. Определение коэффициента избытка воздуха. ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ПРОЦЕССА СГОРАНИЯ ТОПЛИВА. ЭНТАЛЬПИЯ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ И ВОЗДУХА. Расчёт энтальпии продуктов сгорания для твёрдого топлива. ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС КОТЛА. Уравнение теплового баланс и потери котла. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА. Предварительный тепловой баланс.

Тема 8. РАСЧЕТ ТЕПЛООБМЕНА В ТОПКЕ

Определение конструктивных размеров топки. Определение температуры газов за топкой. Методика расчёта теплообмена в топке.

Тема 9. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ПУЧКА ТРУБ

Методика расчёта конвективных поверхностей нагрева.

Тема 10. КОНСТРУКТИВНЫЙ РАСЧЕТ ХВОСТОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА

Конструктивный расчет водяного экономайзера. Конструктивный расчет воздухоподогревателя.

Тема 11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КОТЛА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТРЕНИЯ. СОПРОТИВЛЕНИЕ ПОПЕРЕЧНО ОМЫВАЕМЫХ ТРУБ. МЕСТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ВЕНТИЛЯТОРА. МЕТОДИКА РАСЧЕТА СОПРОТИВЛЕНИЯ ГВТ. Выбор серийного дымососа. Выбор способа регулирования параметров рабочего режима. Параметры работы дымососа.

Тема 12. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ СЖИГАНИИ ТОПЛИВА В КОТЛОАГРЕГАТАХ КОТЕЛЬНЫХ

ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ СЖИГАНИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ТОПЛИВА. Методы подавления и улавливания вредных компонентов дымовых газов на электростанциях. Защита от оксидов серы. Защита от оксидов азота. Расчет батарейного циклона. Расчёт мокрого золоуловителя. РАСЧЕТ ВЫБРОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ СЖИГАНИИ ТОПЛИВА В КОТЛОАГРЕГАТАХ КОТЕЛЬНОЙ.

Тема 13. РАСЧЕТЫ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОТЛОВ

МЕТОДИКА ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЕТА.

Тема 14. ВОДОПОДГОТОВКА И ВОДНЫЙ РЕЖИМ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

ОСНОВЫ ВОДОПОДГОТОВКИ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВОДЕ. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ВОДЕ И ПАРУ. ФИЛЬТРАЦИЯ И КОАГУЛЯЦИЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ. СНИЖЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ И ПОДДЕРЖАНИЕ ТРЕБУЕМОЙ ВЕЛИЧИНЫ ЩЕЛОЧНОСТИ В ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЕ. УМЯГЧЕНИЕ ВОДЫ СПОСОБОМ КАТИОННОГО ОБМЕНА. ВНУТРИКОТЛОВАЯ ОБРАБОТКА ВОДЫ. ДЕАЭРАЦИЯ ВОДЫ. ВОДНО-ХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ КОТЛА. СТУПЕНЧАТОЕ ИСПАРЕНИЕ ВОДЫ. СЕПАРАЦИЯ И ПРОМЫВКА ПАРА. КОНТРОЛЬ ВОДНО-ХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА КОТЛОВ. ВЫБОР И РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВОДОПОДГОТОВКИ. ДЕАЭРАЦИЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ И ПОДПИТОЧНОЙ ВОДЫ. ВЫБОР И РАСЧЕТ ДЕАЭРАТОРА. РАСЧЕТ ФИЛЬТРОВ И РЕЖИМОВ ИХ РАБОТЫ. ОБЕССОЛИВАНИЕ ВОДЫ.

Тема 15. ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Общие положения. Основные требования к персоналу котельных установок. Организация дежурной службы. Техническая документация котельной. Режимы работы котлов. Распределение нагрузки между параллельно работающим котлами. Состояние паровых котлов в эксплуатации. Пуск парового котла в работу. Обслуживание парового котла во время работы. Методы эксплуатационного контроля избытков воздуха. Требования к организации безопасной эксплуатации паровых котельных установок.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных/практических работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению контрольной работы и курсового проекта представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

Основная литература:

1. Сидельковский Л. Н. Котельные установки промышленных предприятий. – 3-е изд., – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 528с. С ил.
2. Соколов, Б. А. Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности : учеб. пособие для вузов / Б. А. Соколов. - М. : Академия, 2008. - 126, с. : ил.
3. Стационарные паровые и водогрейные котлы. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Стационарные паровые и водогрейные котлы» для студентов специальности 140106 «Энергообеспечение предприятий» Пантеев С. П. – Мурманск: изд. МГТУ 2012.
4. Тепловой расчёт котлов (нормативный метод). – 3-е изд., переработанное и дополн. Изд. НПОЦКТИ. – СПб. 1998. 266с. С ил.

Дополнительная литература:

1. Топлива: производство, применение, свойства : справочник : пер. с англ. / ред.: [Б. Элверс], Т. Н. Митусова. - СПб. : Профессия, 2012. - 413 с. : ил.
2. Копылов, А. С. Водоподготовка в энергетике : учеб. пособие для вузов / А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков. - 2-е изд., стер. - М. : Изд. дом МЭИ, 2006. - 309 с. : ил.
3. Аэродинамический расчет котельных установок (нормативный метод) / под ред. С. И. Мочана. – 3-е изд. – Л., Энергия, 1977. – 256 с.
4. СП 89. 13330.2012 Котельные. Актуализированная редакция СНиП II-35-78 Котельные установки. – М, 2012, 68с. (имеется в электронном виде).
5. СТО 70238424.27.060.005-2009 «ПАРОВЫЕ КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ» (Дата введения - 2010-01-29), Регистрационный номер 2150.
6. ГОСТ Р 59831-95 Установки котельные, тепломеханическое оборудование. Общие технические требования.
7. РД 34.26.516-96 ТИПОВАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ПУСКУ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТЕПЛОВЫХ СОСТОЯНИЙ И ОСТАНОВУ ПАРОВЫХ КОТЛОВ СРЕДНЕГО И ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ С ПОПЕРЕЧНЫМИ СВЯЗЯМИ.

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронно-библиотечная система "Лань" <http://e.lanbook.com/> с компьютеров МАУ, подключенных к сети.
2. Электронно-библиотечная система "IPRbooks" <http://iprbookshop.ru>
3. Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн" <http://biblioclub.ru/>.

4. Электронная библиотека МАУ <http://lib.mauniver.ru>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008 (договор №32/379 от 14.07.08 г.)
2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.07.2009 г.)
3. Офисный пакет Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN, № 47233444 от 30.07.2010 (договор №32/285 от 27.07.2010)
4. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0 (сетевая версия), 2009 год (договор ЛЦ-080000510 от 28 апреля 2009 г.)

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ.

Возможна замена оборудования виртуальными аналогами.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения									
	Очная			Очно-заочная			Заочная			
	Семестр		Всего часов	Семестр		Всего часов	Семестр/Курс			Всего часов
	5	6					3 л	4 з	4 л	
Лекции	24	28	52				6	8		14
Практические занятия	24	28	52				4	8	6	18
Лабораторные занятия										
Самостоятельная работа	60	52	112				62	52	93	207
Подготовка к промежуточной аттестации		36	36					4	9	13
Всего часов по дисциплине	108	144	252				72	72	108	252

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен		+	+						+	+
Зачет/зачет с оценкой	+/-		+/-					+/-		+/-
Курсовая работа (проект)		-/1	-/1						-/1	-/1
Количество расчетно-графических работ	1		1							
Количество контрольных работ										

Таблица 2 - Перечень практических занятий по формам обучения

№ п/п	Темы практических занятий
1	2
	Очная форма
1	Общие сведения о котлах
2	КОТЕЛЬНЫЙ АГРЕГАТ ТП-87-1
3	Элементы котла
4	Принцип действия и устройство различных видов топок
5	Принцип действия и устройство различных типов золоуловителей и схем золошлакоудаления
6	Назначение, состав, расположение, принцип действия и особенности конструкции арматуры стационарных паровых и водогрейных котлов
7	Конструкция, особенности работы и технической эксплуатации корпусов, каркасов, кожухов и теплоизоляции котлов
8	Расчетное определение составляющих материального баланса для процесса сгорания, протекающего в топке котла
9	Составление предварительного тепловой баланса парового котла
10	Особенности лучистого теплообмена в топке котла и факторы, влияющие на его интенсивность. Тепловой расчет топки котла.
11	Особенности протекания конвективного теплообмена в испарительной поверхности

	нагрева котла и факторы, на него влияющие. Тепловой расчет испарительной поверхности нагрева
12	Конструктивный расчет экономайзера и проверка теплового баланса котла
13	Конструктивный расчет воздухоподогревателя и проверка теплового баланса котла
14	Составление схемы газо-воздушного тракта (ГВТ) котла и расчет различных видов аэродинамических сопротивлений
15	Методика выбора материалов для изготовления составных частей котлов и исходных данных для проведения прочностного расчета
16	Схема водоподготовки котла и расчет различных её параметров
17	Составление эксплуатационных документов на основании официальных рекомендаций и руководящих документов
Заочная форма	
1	КОТЕЛЬНОЙ АГРЕГАТ ТП-87-1
2	Принцип действия и устройство различных видов топок
3	Расчетное определение составляющих материального баланса для процесса сгорания, протекающего в топке котла
4	Составление предварительного теплового баланса парового котла
5	Особенности лучистого теплообмена в топке котла и факторы, влияющие на его интенсивность. Тепловой расчет топки котла.
6	Особенности протекания конвективного теплообмена в испарительной поверхности нагрева котла и факторы, на него влияющие. Тепловой расчет испарительной поверхности нагрева
7	Конструктивный расчет экономайзера и проверка теплового баланса котла
8	Конструктивный расчет воздухоподогревателя и проверка теплового баланса котла
9	Составление схемы газо-воздушного тракта (ГВТ) котла и расчет различных видов аэродинамических сопротивлений
10	Составление эксплуатационных документов на основании официальных рекомендаций и руководящих документов

Таблица 3 - Перечень примерных тем курсовой работы /курсового проекта

№ п\п	Темы курсовой работы /проекта
1	Тепловой расчет котла