

Компонент ОПОП 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
наименование ОПОП

направленность (профиль) Энергообеспечение предприятий
наименование направленности (профилей(я), /специализаций(и))

Б1.В.ДВ.02.01
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

Тепловые схемы теплоэнергетических установок

Разработчик:
Куренков В.В.
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 8 семестр 4 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-2. Способен участвовать в разработке отдельных разделов проектно-конструкторских и технико-экономических расчетов систем энергообеспечения предприятий на основе нормативной документации с использованием современных программных средств	ИД-1 _{ПК-2} . Принимает участие в разработке эскизных проектов нетипового оборудования и производит выбор оборудования по каталогам производителей ИД-2 _{ПК-2} . Вычисляет основные составляющие энергетических балансов технологических схем и оборудования ИД-3 _{ПК-2} . Выполняет тепловые и гидравлические расчеты систем технологических систем, процессов и оборудования ИД-4 _{ПК-2} . Принимает участие во внедрении и обеспечении функционирования системы энергетического менеджмента.	Знать: – Основные разновидности и отличительные расчетные признаки тепловых схем ТЭС, ТЭЦ и котельных. Уметь: – Провести анализ тепловой схемы, выделить в схеме характерные особенности, определяющие требования к методам её расчета – Использовать требуемый метод расчета и оптимизации тепловой схемы и отдельного теплотехнического оборудования теплоэнергетических и технологических установок. – Представления о современных методиках расчета тепловых схем, энергетических показателей паротурбинных установок с применением компьютерных и информационных технологий. Владеть: – теоретическими основами рабочих процессов протекающих в элементах тепловых схем ТЭС, ТЭЦ и котельных.

2. Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Циклы тепловых и атомных электростанций.

Основные способы получения электрической энергии. Циклы тепловых станций. Назначение и принцип работы основного энергетического оборудования электростанций. Упрощенная схема конденсатора. Схема циркуляции охлаждающей воды. Схема теплоэлектроцентрали. Схема газотурбинной установки. Схема одноконтурной АЭС. Схема двухконтурной АЭС.

Тема 2. Классификация схем.

Виды схем. Типы схем. Принципиальная тепловая схема. Полная (развернутая) тепловая схема. Расчётная принципиальная тепловая схема.

Тема 3. Правила выполнения тепловых схем.

Общие требования к схемам. Обозначение направлений рабочей среды. Форма и размеры условных графических обозначений. Компоновка элементов тепловых схем на форматах. Условные графические

ческие обозначения (УГО) элементов в тепловых схемах. Буквенно-цифровые позиционные обозначения элементов тепловых схем. Составление перечня элементов тепловой схемы. Условные обозначения рабочей среды в тепловой схеме. Текстовая информация на схемах. Заполнение основной надписи тепловой схемы. Структура обозначения конструкторского док. Структура классификационной характеристики.

Тема 4. Тепловые схемы ТЭС.

Принципиальная тепловая схема ТЭС. Упрощенная (принципиальная) тепловая схема теплоэнергетической установки, работающей на угле. Полная тепловая схема (ПТС). Тепловые схемы КЭС. Типичные тепловые схемы паротурбинных конденсационных установок на органическом топливе без промежуточного перегрева пара и с промежуточным перегревом.

Принципиальная тепловая схема энергоблока К-800-240. Когенерация. Тепловые схемы ТЭЦ. Схемы ТЭЦ на органическом топливе с турбиной с противодавлением и с турбиной с регулируемым отбором пара. Схема отпуска теплоты от турбины типа Т. Принципиальная тепловая схема энергоблока ПТ-140/165-130/15.

Технологические схемы ТЭС. Технологическая схема ТЭС, работающей на углях. Система пылеприготовления. Топливный тракт.

Принципиальная схема ГТУ (простая ГТУ открытого типа). Цикл ГТУ со сгоранием при $P=\text{const}$ в T,s -диаграмме. Основными преимуществами газотурбинных установок. Тепловые схемы и циклы парогазовых установок. Принципиальная тепловая схема ПГУПГ. Идеальный цикл и тепловая схема ПГУПГ. ПГУ с котлом – утилизатором.

Простейшая тепловая схема ПГУ с КУ. Принципиальная тепловая схема ПГУКУ. Высоконапорные ПГУ. Принципиальная тепловая схема ПГУВПГ. Парогазовые установки с подогревателями питательной воды (ПГУВП). Принципиальная тепловая схема ПГУПВ. ПГУ с дожиганием топлива в среде выходных газов ГТУ на входе КУ.

Принципиальная тепловая схема ПГУ с дожиганием. ПГУ сбросного типа. Принципиальная схема и теплосиловой цикл сбросной ПГУ. Компоновочные схемы ТЭС. Компоновочная схема энергоблока пилеугольной электростанции. Упрощенная компоновочная схема газомазутной электростанции.

Разработка тепловой схемы ТЭС. Этапы разработки тепловой схемы ТЭС. Определение типа (КЭС, ТЭЦ) и мощности станции. Выбор цикла и начальных параметров. Выбор типа, количества, единичной мощности турбоагрегатов или блоков. Разработка и составление принципиальной тепловой схемы. Расчет принципиальной тепловой схемы. Составление уравнений тепловых балансов. Показатели тепловой экономичности станции. Удельная себестоимость электрической или тепловой энергии. Упрощенные методы расчета принципиальной тепловой схемы. Метод с использованием коэффициента ценности теплоты. Метод с использованием коэффициента изменения мощности.

Выбор основного и вспомогательного оборудования. Выбор расширителей непрерывной продувки. Выбор подогревателей схемы регенерации. Выбор деаэраторов питательной воды (основных, повышенного давления). Выбор оборудования конденсационной установки. Выбор питательных насосов. Выбор оборудования дополнительного запаса обессоленной воды, дренажных баков, баков слива. Выбор баков запаса обессоленной воды. Выбор оборудования подпитки котлов. Выбор деаэраторов подпитки котлов. Выбор насосов подпитки котлов. Выбор оборудования теплофикационных установок ТЭЦ. Выбор подогревателей сетевой воды. Выбор конденсатных насосов сетевых подогревателей. Выбор сетевых насосов. Определение производительности ХВО и выбор оборудования подогрева сырой воды на ХВО. Производительность ХВО для ГРЭС и отопительных ТЭЦ.

Выбор системы и оборудования технического водоснабжения. Принципиальная схема технического водоснабжения при прямоточной системе (для неблочных ТЭС). Определение потребности ТЭС в технической воде и выбор числа и производительности циркуляционных насосов. Схема оборотного водоснабжения. Схема баланса воды при конденсационном режиме работы турбины при прямоточной системе водоснабжения. Прямоточное водоснабжение. Оборотное водоснабжение. Выбор насосов добавочной воды. Выбор сетевых насосов.

Составление полной (развернутой) тепловой схемы. Требования к главным трубопроводам. Схемы главных трубопроводов станции. Схема с одиночной сборкой. Схема с двойной сборкой. Секционная схема с переключательной магистралью. Блочная схема. Принципиальная тепловая схема теплоподготовительной установки ТЭЦ на органическом топливе с турбинами типа ПТ. Принципиальная тепловая схема теплоподготовительной установки ТЭЦ на органическом топливе с турбинами типа Т. Принципиальная схема водогрейной котельной.

Тема 5. Тепловые схемы котельных.

Классификация котельных. Принципиальная тепловая схема водогрейной котельной. Принци-

пиальная тепловая схема паровой котельной. Схемы водяных систем теплоснабжения: закрытые, открытые. Закрытая двухтрубная водяная система.

Тема 6. Схемы центрального теплоснабжения .

Общие сведения о схемах теплоснабжения поселений. Описание существующих и перспективных зон действия систем теплоснабжения и источников тепловой энергии..

Тема 7. Схемы современных тепловых пунктов.

Присоединение систем отопления, присоединение систем отопления с учетом распределения давления в тепловой сети. Присоединение систем горячего водоснабжения. Присоединение систем вентиляции.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению практических работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению РГР представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- 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. Стерман, Л. С. Тепловые и атомные электрические станции : учеб. для вузов / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин. - Изд. 3-е, перераб. - Москва : Изд-во МЭИ, 2004. - 422, [1] с. : ил. - ISBN 5-7046-0999-6 : 475-00. 31.37 - С 79 (количество экземпляров – 5).
2. Васильченко, Ю. В. Промышленные тепловые электростанции : учебное пособие / Ю. В. Васильченко, А. В. Губарев. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. — 180 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/80438.html> (дата обращения: 16.01.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Дополнительная литература:

3. Энергетическое оборудование для тепловых электростанций и промышленной энергетики: Номенклатурный каталог 08-03 (часть 3), 09-03 (часть 4) / авт.-сост. и ред. Н. Н. Бакланова, Г. Р. Побережский, Т. В. Сергеева ; ЦНИИТЭИтяжмаш. - Москва : Изд-во ЦНИИТЭИтяжмаш, 2003. - 58 с. - 672-00. 31.37 - Э 65 (количество экземпляров – 1).
4. Энергетическое оборудование для тепловых электростанций и промышленной энергетики: Номенклатурный каталог 07-03: (Дополнение к каталогу 07-03 Ч. 2 по сост. на 01.11.03 г.) / авт.-сост. и ред. Н. Н. Бакланова, Г. Р. Побережский, Т. В. Сергеева ;

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронно-библиотечная система "Лань" <http://e.lanbook.com/> с компьютеров МГТУ, подключенных к сети.
2. Электронно-библиотечная система "IPRbooks" <http://iprbookshop.ru>
3. Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн" <http://biblioclub.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	
		8					5 з	5 л
Лекции		28	28				6	
Практические занятия		28	28					6
Лабораторные занятия								
Самостоятельная работа		52	52				66	57
Подготовка к промежуточной аттестации		36	36					9
Всего часов по дисциплине		144	144				72	72

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

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

Таблица 2 - Перечень практических занятий по формам обучения

№ п/п	Темы практических работ
1	2
	Очная форма
1	Правила выполнения тепловых схем
2	Изучение тепловых схем КЭС
3	Изучение тепловых схем ТЭЦ
4	Изучение тепловых схем паровых котельных
5	Изучение тепловых схем водогрейных котельных с паровыми и водогрейными котлами
6	Изучение тепловых схем ПГУ
7	Изучение схем центрального теплоснабжения
8	Изучение схем современных тепловых пунктов
	Заочная форма
1	Правила выполнения тепловых схем
2	Изучение тепловых схем ПГУ
3	Изучение схем современных тепловых пунктов