

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор

А.А. Каракозов
(ФИО)

« 31 » 03 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.02 Проектирование, монтаж, эксплуатация теплоэнергетического
оборудования
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки:	<u>13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника</u> (код и наименование подготовки / специальности)
Направленность (профиль):	<u>Теплоэнергетика</u> (наименование направленности (профиля) / специализации)
Программа:	<u>Магистратура</u> (бакалавриат, магистратура, специалитет)
Форма обучения:	<u>Очная, заочная</u> (очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	2	3
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4 / 144	4 / 144
Контактная работа (час.), в том числе:	55	12
Лекции (час.)	17	2
Лабораторные работы (час.)	-	-
Практические (семинарские) занятия (час.)	34	4
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	35	114
Курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 54	экзамен, 18

Донецк, 2023 г.

(Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает существующие основы проектирования, монтажа и эксплуатации основного и вспомогательного оборудования теплоэнергетических объектов на примере котельных и тепловых электрических станций (ТЭС).

Целью преподавания дисциплины является: изучение основных правил проектирования, монтажа, технической эксплуатации и режимов работы основного и вспомогательного теплоэнергетического оборудования.

Задачи дисциплины: изучить основные принципы проектирования основного и вспомогательного оборудования котельных и тепловых электрических станций (ТЭС); ознакомиться с основными технологическими процессами монтажа и ремонта основных элементов и узлов котлов и паровых турбин, вспомогательного оборудования, последовательности и приемов их монтажа, способов ремонта; изучить основные режимы работы основного и вспомогательного оборудования тепловых электрических станций; дать информацию об основных процессах и правилах эксплуатации теплоэнергетического оборудования ТЭС в стационарных, переходных, пусковых и остановочных режимах эксплуатации ТЭС; изучить правила технической эксплуатации основного оборудования ТЭС; научить планированию и проведению испытаний технологического оборудования; научить методам расчета режимов работы оборудования с использованием типовых методик.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать: основные положения проектирования основного и вспомогательного теплоэнергетического оборудования ТЭС; основные источники научно-технической информации по изучаемым вопросам монтажа и ремонта оборудования; классификацию режимов работы ТЭС их характеристики и пределы применения; основные технологические операции по эксплуатации оборудования и правила эксплуатации; условия применения различных режимов в практике эксплуатации; основные источники информации по режимам работы основного оборудования ТЭС и распространению опыта эксплуатации;

уметь: применять методы математического анализа, математического и физического моделирования, теоретического и экспериментального исследования в фундаментальных и прикладных науках; самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи; проводить расчеты по типовым методикам и проектировать отдельные детали и узлы с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием; планировать проведение плановых испытаний технологического оборудования; организовать метрологическое обеспечение технологических процессов при использовании типовых методов контроля работы технологического оборудования и качества выпускаемой продукции.

владеть: методами проведения тепловых и гидравлических расчетов теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.

- УК-3 - Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.

- ПК-1 - Способностью использовать знания фундаментальных разделов для понимания и описания процессов в машинах и аппаратах теплотехнического оборудования, системах генерации, транспорта и потребления тепла и технологических энергоносителей.

- ПК-2 - Готовностью участвовать в мероприятиях по освоению, разработке, модернизации и эксплуатации теплоэнергетического и теплотехнического оборудования, проводить техническое обоснование принимаемых решений с учетом экологических требований.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин:

- «Тепловые и электрические станции и установки»;
- «Источники теплоснабжения»;
- «Котельные установки».

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при:

- изучении дисциплины «Оценка воздействия объектов генерации тепловой и электрической энергии на окружающую среду» («Основы проектирования систем и установок пыле- и газоочистки объектов энергетики»);
- прохождении производственной практики: научно-исследовательская работа;
- прохождении государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная / заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семина.)	СР
Тема 1. Устройство и действие энергетических установок	7 / 7	2 / 1	- / -	4 / 0	1 / 6
Тема 2. Современные методы ремонта турбин и турбинного оборудования	8 / 8	2 / 1	- / -	4 / 1	2 / 6
Тема 3. Котлы тепловых электростанций	5 / 7	1 / 0	- / -	2 / 1	2 / 6
Тема 4. Организация ремонта котлоагрегатов оборудования	5 / 9	1 / 0	- / -	2 / 1	2 / 8
Тема 5. Технология ремонта парогенераторов и оборудования котельных цехов	5 / 9	1 / 0	- / -	2 / 1	2 / 8
Тема 6. Общие понятия о системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	5 / 8	1 / 0	- / -	2 / 0	2 / 8
Тема 7. Основы технологии производства работ по монтажу систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	5 / 8	1 / 0	- / -	2 / 0	2 / 8
Тема 8. Устройство и монтаж систем отопления, трубопроводов, котельных	5 / 8	1 / 0	- / -	2 / 0	2 / 8
Тема 9. Тепловые сети	5 / 8	1 / 0	- / -	2 / 0	2 / 8
Тема 10. Устройство и монтаж систем вентиляции и кондиционирования	7 / 8	1 / 0	- / -	2 / 0	4 / 8
Тема 11. Эксплуатация и ремонт систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	7 / 8	1 / 0	- / -	2 / 0	4 / 8
Тема 12. Основные понятия и характеристики надежности	7 / 8	1 / 0	- / -	2 / 0	4 / 8
Тема 13. Методы расчета надежности теплоэнергетического	5 / 8	1 / 0	- / -	2 / 0	2 / 8

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная / заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семина.)	СР
оборудования					
Тема 14. Общие задачи и пути обеспечения надежности теплоэнергетического оборудования	5 / 8	1 / 0	- / -	2 / 0	2 / 8
Тема 15. Влияние человеческого фактора на надежность	5 / 8	1 / 0	- / -	2 / 0	2 / 8
Контактная работа (дополнительная)	4 / 6	- / -	- / -	- / -	- / -
Курсовая работа (проект)	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -
Итого по видам занятий	90 / 126	17 / 2	0 / 0	34 / 4	35 / 114
Контроль	54 / 18				
ИТОГО	144 / 144				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
УК-2, 3	Темы 1 – 15
ПК-1	Темы 2, 4, 5, 11
ПК-2	Темы 2, 3, 5, 9

3.2 Лекции

Тема 1. Устройство и действие энергетических установок

Содержание темы 1:

Этапы развития теплоэнергетики. Устройство и действие энергетических установок. Поршневые паровые машины. Поршневые газовые машины. Эффективность и работоспособность ДВС. Поршневые компрессоры. Турбины – производители работы. Преобразование энергии в турбине. Многоступенчатые турбины. Турбины тепловых электростанций. Конденсационные паротурбинные установки. Теплофикационные паротурбинные установки. Эффективность паротурбинных установок. Повышение параметров перегрева пара. Турбины атомных электростанций. Элементы конструкции паровых турбин. Энергетический проект паротурбинной установки. Оценка энергетических и геометрических параметров паровой турбины.

Литература к теме 1: [\[1\]](#)

Тема 2. Современные методы ремонта турбин и турбинного оборудования

Содержание темы 2:

Подготовка к капитальному ремонту турбин и турбинного оборудования. Номенклатура капитального ремонта турбоагрегатов, состав ремонта и особенности его организации. Ремонт цилиндров турбин. Ремонт роторов турбин. Методы правки вала ротора турбины. Балансировка роторов турбин. Ремонт опорных подшипников. Ремонт упорных подшипников турбины. Центровка паровых турбин. Ремонт конденсаторов, паровых эжекторов, подогревателей и насосов.

Литература к теме 2: [\[2\]](#)

Тема 3. Котлы тепловых электростанций

Содержание темы 3:

Основные определения и классификация котлов. Стальные водогрейные котлы. Котлы-утилизаторы. Котлы с кипящим слоем. Эффективность использования топлива. Тепловой баланс парового котла. Анализ тепловых потерь. Оптимизация коэффициента избытка воздуха в топке котла по сумме тепловых потерь.

Литература к теме 3: [\[4\]](#)

Тема 4. Организация ремонта котлоагрегатов оборудования

Содержание темы 4:

Основы износа оборудования. Современные виды и назначение ремонта. Организация ремонтных работ. Типовые и нетиповые виды ремонтных работ. Специализированный ремонт и межремонтное обслуживание котельных агрегатов. Современные формы организации ремонта энергооборудования.

Литература к теме 4: [\[2\]](#)

Тема 5. Технология ремонта парогенераторов и оборудования котельных цехов

Содержание темы 5:

Дефектация, ремонт узлов и деталей парогенератора. Наружная и внутренняя очистка, осмотр деталей, узлов и виды документации. Ремонт барабанов и коллекторов. Дефекты и повреждения металла. Технология ремонта трубной системы парогенератора. Повреждения поверхностей нагрева и разработка методов их устранения. Физико-химические методы промывки пароперегревателя. Назначение и выбор методов промывки. Ремонт воздухоподогревателей. Состав осмотра и ремонта вращающихся механизмов и систем. Ремонт топочных устройств и гарнитуры, обдувочных аппаратов и устройств дробоочистки. Ремонт обмуровки и теплоизоляции. Конструкция обмуровки и разработка требований к обмуровочным материалам. Методы ремонта узлов вращающихся механизмов. Формулировки общих требований к организации ремонта тягодутьевых машин и осевых дымососов. Типовой объем работ при капитальном ремонте котлов и оборудования. Назначение и

организация ремонта трубопроводной арматуры. Организация работ внутри топок и газоходов.

Литература к теме 5: [\[2\]](#)

Тема 6. Общие понятия о системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

Содержание темы 6:

Общие сведения о зданиях и сооружениях. Общие сведения о системах отопления. Общие сведения о вентиляции и кондиционировании воздуха.

Литература к теме 6: [\[3\]](#)

Тема 7. Основы технологии производства работ по монтажу систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

Содержание темы 7:

Общестроительные работы, связанные с устройством систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Организация управления монтажным производством. Организация и способы выполнения монтажных работ систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Техническая документация на производство работ по монтажу систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Подготовительные, монтажные, сдаточные работы на объекте при устройстве систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Литература к теме 7: [\[3\]](#)

Тема 8. Устройство и монтаж систем отопления, трубопроводов, котельных

Содержание темы 8:

Системы отопления: назначение, устройство, классификация. Схемы теплоснабжения, области применения различных систем отопления. Арматура в системах отопления: конструкции, назначение, виды и область применения. Оборудование систем отопления. Отопительные системы зданий: назначение, виды, схемы. Система децентрализованного теплоснабжения: назначение и оборудование. Монтаж отопительных котельных, трубопроводов систем отопления. Испытания системы отопления. Узлы коммерческого учета расхода тепловой энергии.

Литература к теме 8: [\[3\]](#)

Тема 9. Тепловые сети

Содержание темы 9:

Схемы и способы прокладки. Присоединение теплопотребляющих систем к тепловым сетям. Детали, узлы и сооружения, применяемые при укладке трубопроводов теплотрасс. Узлы управления местными системами отопления. Монтажные работы и испытания при прокладке теплосетей. Монтаж трубопроводов теплотрасс. Теплозащита и антикоррозионная защита трубопроводов теплотрасс.

Литература к теме 9: [\[3\]](#)

Тема 10. Устройство и монтаж систем вентиляции и кондиционирования

Содержание темы 10:

Системы вентиляции и кондиционирования: назначение, устройство, классификация. Вентиляционные системы и их оборудование. Воздуховоды: назначение, классификация, устройство. Правила поставки, хранения и проверки комплектности оборудования вентиляционных систем и систем кондиционирования воздуха. Монтаж вентиляторов, кондиционеров, камеры орошения, приточных камер, пылеулавливающих устройств, воздуховодов, воздухораспределительных и воздухоприемных устройств. Проведение испытания и наладки систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Литература к теме 10: [\[3\]](#)

Тема 11. Эксплуатация и ремонт систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

Содержание темы 11:

Основные требования, предъявляемые к эксплуатации. Организационные мероприятия по эксплуатации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Основные неисправности систем отопления. Основные неисправности систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Виды работ при ремонте систем отопления. Способы устранения неисправностей, возникающих при эксплуатации систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Литература к теме 11: [\[3\]](#)

Тема 12. Основные понятия и характеристики надежности

Содержание темы 12:

Общие понятия надежности. Отказы и их классификация. Основные свойства надежности. Количественные показатели надежности. Классификация показателей надежности. Показатели безотказности объекта. Показатели долговечности объекта. Показатели ремонтпригодности объекта. Комплексные показатели надежности (показатели готовности) объекта. Экономические показатели надежности. Безразмерные экономические показатели. Недоотпуск электроэнергии и тепла. Номенклатура показателей надежности теплоэнергетического оборудования тепловых электростанций.

Литература к теме 12: [\[5\]](#)

Тема 13. Методы расчета надежности теплоэнергетического оборудования

Содержание темы 13:

Аналитическое определение надежности теплоэнергетического оборудования. Статистические методы расчета надежности. Оценка параметров распределения. Проверка правдоподобия гипотез распределения. Статистическая

оценка количественных показателей надежности. Физические методы расчета надежности.

Литература к теме 13: [\[5\]](#)

Тема 14. Общие задачи и пути обеспечения надежности теплоэнергетического оборудования

Содержание темы 14:

Нормативная поддержка обеспечения безопасной и надежной эксплуатации тепловых электростанций. Обеспечение надежности оборудования на стадии проектирования. Обеспечение надежности оборудования на стадии изготовления. Обеспечение надежности теплоэнергетического оборудования при эксплуатации. Повышение эффективности пуско-остановочных операций. Снижение газовой коррозии поверхностей нагрева котлогрегагов. Совершенствование водно-химического режима. Повышение коррозионно-эрозионной стойкости оборудования. Оптимизация графиков ремонтов оборудования.

Литература к теме 14: [\[5\]](#)

Тема 15. Влияние человеческого фактора на надежность

Содержание темы 15:

Принципы управления человеко-машинными системами в энергетике. Подготовка и переподготовка персонала. Противоаварийные тренировки персонала.

Литература к теме 15: [\[5\]](#)

3.3 Практические занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн./заочн.	Литература
1	Типы паровых турбин и тепловые схемы мини - ТЭЦ. Теоретические основы	6 / 1	[6]
2	Типы паровых турбин и тепловые схемы мини - ТЭЦ. Схемы мини-ТЭЦ с турбоустановкой типа «ПТ» и с турбиной типа «П»	6 / 0,5	[6]
3	Типы паровых турбин и тепловые схемы мини - ТЭЦ. Схемы мини-ТЭЦ с противодавленческими турбоустановками типа «ПР» и «Р»	6 / 0,5	[6]
4	Определение основных энергетических показателей электростанции	8 / 1	[6]
5	Выбор основного и вспомогательного оборудования пароводяного тракта КЭС согласно нормам технологического проектирования ТЭС	8 / 1	[6]
ИТОГО:		34 / 4	

3.4 Лабораторные работы

В учебном плане не запланировано.

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн. / заочн.
1	Изучение лекционного материала	20 / 55
2	Подготовка к практическим занятиям	15 / 50
3	Подготовка к лабораторным работам	- / -
4	Выполнение курсового проекта	- / -
5	Выполнение курсовой работы	- / -
6	Выполнение индивидуального задания	- / 9
ИТОГО:		35 / 114

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Выполнение курсовой работы (проекта) в учебном плане не запланировано.
Предусмотрено выполнение 1 индивидуального задания.

Задание на проектирование выдается руководителем работы, оно содержит необходимые исходные данные, задание и график выполнения.

Задание может соответствовать теме научно-исследовательской работы, выполняемой студентом (на примере конкретного технического предложения) или стандартным. Стандартным заданием является обоснование схемы энергоснабжения и расчёт технико-экономических показателей её для промышленного предприятия.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные

закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе ;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе в соответствии со списком, приведенном в рабочей программе дисциплины;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;

- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Вопросы к экзамену:

1. Устройство и действие энергетических установок.
2. Эффективность паротурбинных установок.
3. Энергетический проект паротурбинной установки.
4. Оценка энергетических и геометрических параметров паровой турбины.
5. Подготовка к капитальному ремонту турбин и турбинного оборудования.
6. Общие основы и организация проектирования.
7. Основные технологические циклы энергетического оборудования, основные требования к проектам.
8. Компонировка главного корпуса ТЭС, основные положения проектирования, организации и производства строительных и монтажных работ.
9. Организационно-техническая подготовка монтажного производства.
10. Основные методы поставки и монтажа оборудования.
11. Графики нагрузки станций и энергосистем и их классификация и характеристики.
12. Мобильность энергоблоков, участие их в регулировании частоты в энергосистеме.
13. Эксплуатация энергетического оборудования на частичных нагрузках.
14. Работа основного и вспомогательного оборудования в переходных режимах.
15. Регулировочный диапазон оборудования.
16. Эффективность работы оборудования и энергоблока на частичных нагрузках.
17. Энергетические характеристики оборудования.

- 18.Изменение режимов работы вспомогательного оборудования в зависимости от уровня мощности.
- 19.Пуски и остановки.
- 20.Технология, экономичность, надежность.
- 21.Перегрузочные возможности энергетического оборудования.
- 22.Особенности эксплуатации энергетического оборудования.
- 23.Участие теплофикационных агрегатов в регулировании графиков нагрузки.
- 24.Энергетические характеристики энергетического оборудования. Аварийные режимы энергетического оборудования.
- 25.Эффективность использования топлива в энергетических установках.
- 26.Современные виды и назначение ремонта.
- 27.Современные формы организации ремонта энергооборудования.
- 28.Технология ремонта трубной системы парогенератора.
- 29.Повреждения поверхностей нагрева и разработка методов их устранения.
- 30.Типовой объем работ при капитальном ремонте котлов и оборудования.
- 31.Назначение и организация ремонта трубопроводной арматуры.
- 32.Организация работ внутри топок и газоходов.
- 33.Организация и способы выполнения монтажных работ систем отопления вентиляции и кондиционирования воздуха.
- 34.Подготовительные, монтажные, сдаточные работы на объекте при устройстве систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.
- 35.Системы отопления: назначение, устройство, классификация.
- 36.Схемы теплоснабжения, области применения различных систем отопления.
- 37.Монтаж отопительных котельных, трубопроводов систем отопления.
- 38.Испытания системы отопления.
- 39.Монтажные работы и испытания при прокладке теплосетей.
- 40.Монтаж трубопроводов теплотрасс.
- 41.Теплозащита и антикоррозионная защита трубопроводов теплотрасс.
- 42.Системы вентиляции и кондиционирования: назначение, устройство, классификация.
- 43.Правила поставки, хранения и проверки комплектности оборудования вентиляционных систем и систем кондиционирования воздуха.
- 44.Монтаж вентиляторов, кондиционеров, камеры орошения, приточных камер, пылеулавливающих устройств, воздухопроводов, воздухораспределительных и воздухоприемных устройств.
- 45.Основные требования, предъявляемые к эксплуатации энергетического оборудования.
- 46.Организационные мероприятия по эксплуатации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.
- 47.Основные неисправности систем отопления.
- 48.Общие понятия надежности. Отказы и их классификация.
- 49.Комплексные показатели надежности (показатели готовности) объекта.
- 50.Экономические показатели надежности.
- 51.Безразмерные экономические показатели.
- 52.Недоотпуск электроэнергии и тепла.

53. Номенклатура показателей надежности теплоэнергетического оборудования тепловых электростанций.

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»	
Программа подготовки	магистратура <small>(бакалавриат, специалитет, магистратура)</small>
Направление подготовки:	13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» <small>(код, название)</small>
Направленность (профиль):	Теплоэнергетика <small>(название)</small>
Семестр:	1 / 2
Учебная дисциплина:	Проектирование, монтаж, эксплуатация теплоэнергетического оборудования

Экзаменационный билет №1

1. Регулировочный диапазон оборудования.
2. Эффективность работы энергетического оборудования на частичных нагрузках.
3. Задача

Утверждено на заседании кафедры	Промышленная теплоэнергетика <small>(наименование кафедры полностью)</small>	
Протокол	№	от 20 г.
Зав. кафедрой		
	<small>(подпись)</small>	<small>(Ф.И.О.)</small>
Экзаменатор		
	<small>(подпись)</small>	<small>(Ф.И.О.)</small>

4.3 Критерии оценивания

Оценивание знаний обучающихся выполняется путем суммирования количества баллов, полученных за текущее обучение, итоговый письменный контроль по дисциплине и научную (самостоятельную) работу. Все формы контроля тесно взаимосвязаны и организованы таким образом, чтобы стимулировать у обучающихся эффективную научную (самостоятельную) работу в течение семестра и обеспечить объективное оценивание их знаний, полученных на протяжении всего периода изучения дисциплины.

I СТРУКТУРА ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ

Оценивания знаний студентов и распределение баллов по соответствующим формам контроля осуществляется по следующим категориям.

1. Текущее оценивание обучающихся на занятиях

Текущий контроль систематичности и активности работы студентов над изучением дисциплины определяется как сумма баллов, полученных в результате оценивания соответствующих форм контроля, к которым относятся: присутствие на занятиях (с наличием конспекта лекций), оценивание уровня подготовленности к занятиям, оценка за выполнение индивидуального задания (расчетного или учебно-исследовательского) в соответствии с таблицей 1.

Задачей текущего контроля является проверка понимания и усвоения учебного материала, умений самостоятельно прорабатывать учебный материал базового и углубленного уровней, способности осмыслить содержание темы или раздела дисциплины, приобретенных навыков выполнения расчетных заданий, умений публично и письменно представить результаты самостоятельной работы.

Текущий контроль уровня знаний осуществляется в течение семестра.

Объекты текущего контроля:

- систематичность и активность работы на занятиях;
- качество выполнения заданий для самостоятельной проработки (домашних заданий);
- качество выполнения контрольных заданий.

Формами осуществления текущего контроля являются:

- устные опросы на лекциях и практических занятиях по контрольным программным вопросам текущей и предыдущих тем;
- миниконтрольные работы, которые проводятся в начале занятия;
- экспресс-тестирование по ключевым аспектам тем курса, которое может осуществляться в начале, в процессе или в конце занятия;
- оценка уровня выполнения письменных домашних заданий;
- проверка практических навыков решения проблем (задач), приобретенных студентами в процессе изучения дисциплины;
- оценка степени активности студентов и качества их выступлений и комментариев при проведении дискуссий на занятиях.

Оценке текущего обучения подлежат:

- присутствие студента на лекции или в случае его отсутствия по уважительным причинам наличие полного конспекта по пропущенной теме.
- оценивания знаний студентов на занятиях (миниконтрольные, тестовый опрос, устный опрос) с обязательным выставлением оценки на занятиях. Оценка фиксируется в «Журнале ведения учета знаний студентов за семестр». Миниконтрольные проводятся в начале занятия в течение 20 мин. (максимально), следующая часть занятия проводится в соответствии с планом рабочей программы.

2. Промежуточный письменный контроль

Предусматривается проведение двух промежуточных письменных контрольных работ (№1 и №2) в виде контрольной, перечень вопросов которых охватывает по 50% содержательных тем, определенных рабочей программой.

Каждый промежуточный контроль оценивается и в «Журнале ведения учета знаний студентов за семестр» выставляется соответствующее количество баллов (таблица 1).

При выполнении промежуточных контрольных работ оценке подлежат теоретические знания и практические навыки, которые приобрели студенты после изучения определенного тематического раздела.

В состав заданий конкретной промежуточной контрольной работы, согласно специфики специальности, потока, группы, уровня усвоения программного материала студентами, а также в зависимости от степени подготовленности и активности группы, продемонстрированных на предыдущих занятиях, могут, в разном количестве и соотношении, включаться:

- теоретические вопросы нормативного или проблемного характера;
- тестовые задания;
- графоаналитические задачи;
- творческие задания;
- аналитико-расчетные задачи.

Порядок и время проведения промежуточных контрольных работ определяется преподавателем.

Пересдача промежуточных контрольных работ до конца экзаменационной сессии с целью повышения оценки не разрешается.

3. Индивидуальное расчетное или учебно-исследовательское задание

Элементом текущего оценивания знаний студентов является выполнение индивидуального расчетного или учебно-исследовательского задания, которое оценивается в соответствии с таблицей. Условия для индивидуального задания определяются преподавателем, который ведет лекционные занятия.

Объектами контроля являются:

- характер результатов, полученных в процессе выполнения заданий для самостоятельной работы (самостоятельная обработка тем в целом или отдельных вопросов) и озвученных на занятиях;
- уровень подготовки и презентации рефератов, докладов, сообщений, эссе и др.;
- качество подготовки конспектов учебных или научных текстов;
- качество выполнения задач расчетного, научно-исследовательского или прикладного характера.

Основными формами осуществления контроля являются:

- оценка качества выполнения письменных заданий самостоятельной проработки темы в целом или отдельных вопросов, конспектирование учебных и научных текстов;
- оценивание содержания, качества докладов, сообщений, рефератов, эссе и т.п.; проверка уровня проработки индивидуальных заданий расчетного, научно-исследовательского или прикладного характера;
- проверка соблюдения графика выполнения заданий.

4. Научная работа

Студенты, которые принимали активное участие в работе студенческого научного общества, представляли свои научные работы на конференциях или конкурсах по дисциплине или смежным дисциплинам (если таковые имели место в течение текущего семестра), имеют право дополнительно получить определенное количество баллов к общей оценке итогового контроля успеваемости.

5. Итоговый контроль по дисциплине

Итоговый контроль знаний студентов в соответствии с учебным планом осуществляется в виде экзамена.

Задачей экзамена является проверка понимания студентом программного материала в целом, логики и взаимосвязей между отдельными разделами, способности творчески использовать накопленные знания.

Объектом итогового контроля знаний являются результаты выполнения письменных и устных (при необходимости) экзаменационных задач.

Обязательным условием итогового контроля является то, что в случае завершения дисциплины формой контроля “экзамен” – количество баллов, полученных по результатам сдачи письменной экзаменационной работы, должно быть больше «0». Сдача экзамена в виде автоматического выставления оценки за текущее обучение как стимул регулярного и ритмичного обучения – не допускается.

При оценке результатов экзамена следует руководствоваться следующими рекомендациями:

- «**27-30 баллов**» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, «**27-30 баллов**» выставляется студенту, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы (при необходимости) в рамках основной программы дисциплины экзамена, правильно выполнившему практическое задание;

- «**21-26 баллов**» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, «**21-26 баллов**» выставляется студенту, показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета правильно выполнившему практическое задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки;

- «**15-20 баллов**» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и

предстоящей работы по профессии справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, **«15-20 баллов»** выставляется студентам, допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию экзаменатора выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины;

- **«1-14 баллов»** выставляется студенту обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, **«1-14 баллов»** ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине, не ответившим на все вопросы билета и дополнительные вопросы, и неправильно выполнившим практическое задание. Неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления **«1-14 баллов»**.

«0 баллов» выставляется если студент:

- после начала экзамена отказался его сдавать;
- нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В случае получения **«0 баллов»** при сдаче экзамена итоговое количество баллов за дисциплину не может превышать **59 баллов**.

У обучающегося имеется возможность (при согласии лектора) отказаться от ранее набранного количества баллов. В этом случае итоговое оценивание осуществляется по результатам сдачи письменной работы на экзамене. Итоговое количество баллов в этом случае определяется пропорционально коэффициента «К», определяемого по формуле:

$$K = B_{\text{Экз.}}^T \cdot (B_{\text{ауд.}} + B_{\text{Экз.}} + B_{\text{пром.}}) / (B_{\text{Экз.}} + B_{\text{сам.}}),$$

где $B_{\text{Экз.}}^T$ – фактическое количество баллов за письменную экзаменационную работу;

$B_{\text{ауд.}}$ – максимальное количество баллов за аудиторные занятия;

$B_{\text{Экз.}}$ – максимальное количество баллов за письменную экзаменационную работу;

$B_{\text{пром.}}$ – максимальное количество баллов за промежуточный контроль;

$B_{\text{сам.}}$ – максимальное количество баллов за самостоятельную работу.

Максимальное количество баллов, которые студент может получить по каждому содержательному модулю при изучении предмета приведено в таблице 1 «Распределение баллов, которые получают студенты при изучении предмета».

Распределение баллов, которые получают студенты при изучении предмета

Вид деятельности	Количество баллов	
	Очная форма	Заочная форма
Аудиторные занятия*¹, в том числе:	0-60*¹	0-20*¹
- работа на лекционных занятиях	0-30	0-10
- работа на практических (семинарских) занятиях	0-30	0-10
- работа на лабораторных занятиях	-	-
Самостоятельная работа, в том числе:	0-5	0-50
- подготовка к аудиторным занятиям	-	-
- выполнение индивидуального задания	-	0-30
- ведение конспекта	0-5	0-20
Проведение промежуточных контрольных работ, в том числе:	0-5	-
- написание контрольной работы №1	0-2	-
- написание контрольной работы №2	0-3	-
Форма промежуточной аттестации, в том числе:	0-30	0-30
- зачет (подведение результатов работы)	-	-
- экзамен (письменная работа)	0-30	0-30
Дополнительные баллы*²	0-10*²	0-10*²
Итого	0-100	0-100

Примечание:

1) Количество баллов за каждый содержательный раздел делится на следующие категории:

а) лекции:

- посещение занятий 50%;
- активность во время занятий 50%.

б) практические занятия:

- посещение занятий 50%;
- активность во время занятий 50%.

2) Дополнительно предусмотрено получения дополнительных баллов за творческий подход студентом при изучении дисциплины – максимальное количество баллов – 10 (Баллы не учитываются при получении общего суммарного количества баллов по другим видам работ более чем 100). Под творческим подходом подразумевается научная работа по направлению дисциплины (участие в олимпиадах, конкурсах, написание научных статей, выполнение индивидуальных творческих проектов и т.д.).

II ИТОГОВАЯ СЕМЕСТРОВАЯ ОЦЕНКА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Итоговая семестровая оценка по дисциплине по шкале ECTS и национальной выставляется на основании суммарного количества баллов, которые набрал студент в соответствии с таблицей «Шкала оценивания: национальная и ECTS».

Шкала оценивания: национальная и ECTS

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка ECTS	Оценка по национальной шкале
90-100	A	отлично
80-89	B	хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	удовлетворительно
35-59	FX	неудовлетворительно с возможностью повторной сдачи
1-34	F* (смотри примечание)	неудовлетворительно с обязательным повторным изучением дисциплины

Примечание: * - оценка F выставляется только при сдаче экзамена (итогового семестрового модульного контроля) комиссии.

4.4 Пример текущего опроса на практических занятиях

На примере темы «Типы паровых турбин и тепловые схемы мини-ТЭЦ»:

- 1) Как влияет изменение начальных параметров пара КПД тепловой станции?
- 2) Для каких целей применяется промежуточный перегрев пара?
- 3) Какие факторы сопровождают углубление вакуума? Какова величина оптимального вакуума?
- 4) Чем определяется выбор конечной температуры питательной воды?
- 5) Построение схем КЭС и ТЭЦ, а также соответствующих им циклов.

4.5 Курсовое проектирование

Выполнение курсовой работы (проекта) в учебном плане не запланировано.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Устройство и действие энергетических установок [Электронный ресурс] : [учебное пособие для вузов]. Кн. 1 : Поршневые машины. Паровые турбины / В. В. Сахин ; В.В. Сахин ; Балт. гос. техн. ун-т "Военмех". - 2 Мб. - Санкт-Петербург : [б.и.], 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/20/cd9581.pdf>

2. Ремонт тепломеханического оборудования [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. Р. Ведрученко, А. С. Анисимов ; В.Р. Ведрученко, А.С. Анисимов. - 6 Мб. - Москва : [б.и.], 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/20/cd9577.pdf>

3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: устройство, монтаж и эксплуатация [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов образовательных учреждений профессионального образования / С. В. Фокин, О. Н. Шпортько ; С.В. Фокин, О.Н. Шпортько. - 2-е изд., стер. - 11 Мб. - Москва : КНОРУС, 2016. - 1 файл. - (Среднее профессиональное образование). - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/19/cd9242.pdf>

II Дополнительная литература

4. Котельные установки тепловых электростанций [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям "Тепловые электрические станции", "Паротурбинные установки атомных электрических станций" / Г. И. Жихар ; Г.И. Жихар. - 24 Мб. - Минск : Вышэйшая школа, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/19/cd9498.pdf>

5. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. А. Беляев, А. В. Воробьев, В. В. Литвак ; С.А. Беляев, А.В. Воробьев, В.В. Литвак ; ФГАОУ ВО "Нац. исслед. Томск. политехн. ун-т". - 8 Мб. - Томск : Изд-во Том. политехн. ун-та, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/19/cd9496.pdf>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6. Методические указания к выполнению практических и контрольных работ по дисциплине «Проектирование, монтаж, эксплуатация теплоэнергетического оборудования» [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (направленность (профиль) «Теплоэнергетика») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. промышленной теплоэнергетики; сост.: А. Л. Попов, Д. Л. Безбородов, Е. К. Сафонова, Ю. А. Боев, Н. В. Колесниченко – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2023. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Режим доступа: http://kpt.fmt.donntu.ru/sites/default/files/08_b1v2_p_pmeteo_1.pdf

7. Методические указания к выполнению индивидуальной работы по дисциплинам «Проектирование, монтаж, эксплуатация теплоэнергетического оборудования», «Проектирование, эксплуатация теплоэнергетического оборудования» [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (направленность (профиль) «Теплоэнергетика», «Тепловые электрические станции») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. промышленной теплоэнергетики; сост.: А. Л. Попов, Е. К. Сафонова, Д. Л. Безбородов, Ю. А. Боев. – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк: ДОННТУ, 2023. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Режим доступа: http://kpt.fmt.donntu.ru/sites/default/files/08_b1v2_r_pmeteo_1.pdf

8. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Проектирование, монтаж, эксплуатация теплоэнергетического оборудования» [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (направленность (профиль) «Теплоэнергетика») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. промышленной теплоэнергетики; сост.: А. Л. Попов, Д. Л. Безбородов, Е. К. Сафонова, Ю. А. Боев, Н. В. Колесниченко – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк: ДОННТУ, 2023. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Режим доступа: http://kpt.fmt.donntu.ru/sites/default/files/08_b1v2_s_pmeteo_1.pdf

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>.

Портал по энергосбережению «Энергосовет» - <http://www.energosoвет.ru/>.

Электронная библиотека учебников: скачать учебники, лекции, доклады, монографии - <http://studentam.net>.

Электронно-библиотечная система IPR Smart / Каталог книг - <http://www.iprbookshop.ru/586.html>.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные и практические занятия:

Учебная аудитория (лаборатория энергоаудита) №4.005пт учебный корпус 4 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (специализированная мебель: доска аудиторная, столы преподавателя и аудиторные, стулья преподавателя и аудиторные; мультимедийное оборудование: переносной компьютер (notebook) HP ProBook6560B (операционная система Linux Ubuntu 12.04 LTS (GNU GPL), LibreOffice 3.4.3 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) Toshiba Sattelite 1805 (операционная система Linux Xubuntu 12.04.1 LTS (GNU GPL), Abiword 2.9.2 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) ASUS X-51L (операционная система Linux Ubuntu 10.04 LTS (GNU GPL), OpenOffice.org 2.4 (GNU GPL)), аудиоколонки F&D, аудиоколонки Teac 80W, кодоскоп Полилюкс (2 шт.), переносной мультимедийный проектор OPTOMA EP774, переносной экран (2 шт.); оборудование: комплект переносного оборудования (газоанализатор МАК-2000М; газоанализатор W-TEST-8200,

толщиномер ультразвуковой ТТ 100, комплект расходомериста Лебедь КР 01, комплект для поиска скрытых коммуникаций LKZ-700, токоизмерительные клещи ВМ 151, дальномер лазерный Disto D3a, термометр контактный ТК-5.11 с зондом, толщиномер ультразвуковой ТУЗ-1, люксметр ТЕС 0693, пирометр ЭПиР-632, шумомер DB 100, прибор многофункциональный АМІ 300 CLA (определение параметров окружающей среды), фотоаппарат CANON EOS-450D в комплекте, фотоштатив Continent B1 Н=420-1300 мм.); учебно-наглядные пособия: комплект информационных учебно-наглядных пособий в соответствии с видом учебной деятельности).

7.2 Самостоятельная работа:

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPR Smart), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.