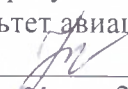


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Факультет авиационной и морской техники
 Красильникова О.А.
«15» 06 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций»

Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль) образовательной программы	Тепловые электрические станции
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5, 6	10

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Курсовой проект, Зачет с оценкой, Экзамен	Кафедра «Тепловые энергетические установки»

Разработчик рабочей программы:

Заведующий кафедрой, доцент, кандидат технических наук



Смирнов А.В

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Тепловые энергетические установки»



Смирнов А.В.

1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Тепловые электрические станции» по направлению подготовки «13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника».

Задачи дисциплины	1) освоение теоретических основ устройства, работы, проектирования и эксплуатации вспомогательного и тепломеханического оборудования электростанций; 2) формирование умений и навыков выполнения расчётов параметров и выбора нагнетателей (насосов, вентиляторов и компрессоров) и теплообменного оборудования для работы в составе систем электростанций; 3) формирование умений проектирования вспомогательных механизмов и теплообменного оборудования электростанций; 4) выработка умений проведения параметрических испытаний нагнетателей и теплообменного оборудования в условиях лабораторий кафедры; 5) практическая подготовка студентов в лабораторных условиях по правилам обслуживания вспомогательных механизмов ТЭС.
Основные разделы / темы дисциплины	1. Насосные установки ТЭС. 2. Компрессорные машины. 3. Теплообменное оборудование и трубопроводы ТЭС.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
ПК-1 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной докумен-	ПК-1.1 Знает методы сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов ПК-1.2 Умеет работать с различными источниками информации и проводить ее анализ ПК-1.3 Владеет навыками	Знать методы сбора и анализа исходных данных для проектирования тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС Уметь практически осваивать приёмы изучения, сбора и анализа теоретических, научных и эксплуатационных данных для проектирования тепломеханического и вспомо-

тацией	сбора и представления информации по проектируемым энергообъектам	гательного оборудования ТЭС Владеть навыком поиска и анализа данных для проектирования тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС
ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	ПК-2.1 Знает методики расчета для проектирования технологического оборудования ПК-2.2 Умеет применять стандартные средства автоматизации проектирования технологического оборудования ПК-2.3 Владеет навыками проведения расчетов при проектировании технологического оборудования	Знать методики расчёта и проектирования тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС Уметь осуществлять проектировочные расчёты тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС Владеть навыком расчётного, графического и компьютерного проектирования тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС
ПК-5 Способен выполнять работы по освоению и доводке технологических процессов производства тепловой и электрической энергии	ПК-5.1 Знает основной технологический цикл производства тепловой и электрической энергии на тепловых электрических станциях, оборудование технологической схемы, способы совершенствования технологических процессов ПК-5.2 Умеет определять способы совершенствования технологических процессов ПК-5.3 Владеет навыками расчета тепловых схем электростанций	Знать место и назначение тепломеханического и вспомогательного оборудования в основном технологическом цикле производства тепловой и электрической энергии на тепловых электрических станциях Уметь определять способы совершенствования работы тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС Владеть навыком расчета характеристик тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций» изучается на 3 курсе, 5, 6 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Инженерная графика в САД-системах», «Основы автоматизированного проектирования», «Введение в профессиональную деятельность».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Котельные установки и парогенераторы», «Турбины тепловых и атомных электрических станций», «Тепловые и атомные электрические станции», «Производственная практика (преддипломная практика)», «Специальные компьютерные технологии», «Двигатели внутреннего сгорания», «Водоподготовка», «Технология

производства электроэнергии и теплоты», «Теория автоматизированного управления тепловыми энергетическими установками», «Основы эксплуатации тепловых электрических станций», «Производственная практика (технологическая практика)».

Дисциплина «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся чувства ответственности и умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения, систему осознанных знаний, ответственность за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 10 з.е., 360 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	360
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	72
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	38
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	34
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	252
Промежуточная аттестация обучающихся – Курсовой проект, Зачет с оценкой, Экзамен	36

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и	Виды учебной работы, включая самостоятельную рабо-
------------------------------	--

содержание материала	ту обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Раздел 1. Насосные установки ТЭС (5 семестр)				
Тема. Введение. Общие сведения о насосах.	1			2
Тема. Определение параметров насосов		1		2
Тема. Основное уравнение центробежных насосов	1			2
Тема. Кинематика потока и уравнение Эйлера		1		2
Тема. Подобие лопастных насосов	1			4
Тема. Уравнения подобия насосов		1		4
Тема. Параметрические испытания центробежных насосов			2	4
Тема. Потери в центробежных насосах	1			4
Тема. Расчёт КПД и мощности центробежных насосов		1		4
Тема. Кавитация в центробежных насосах	1			4
Тема. Определение кавитационных показателей ЦН		2		4
Тема. Кавитационные испытания центробежных насосов			2	4
Тема. Силы, действующие в центробежном насосе	1			4
Тема. Характеристики и регулирование работы центробежных насосов	2			4
Тема. Характеристики центробежного насоса.		2		4

Тема. Расчёт и построение характеристик насоса		2		4
Тема. Осевые насосы	2			4
Тема. Определение параметров насосов		1		4
Тема. Исследование совместной работы воздуходувок			2	4
Тема. Поршневые насосы	2			4
Тема. Определение параметров поршневого насоса.		1		4
Тема. Роторные насосы.	4			4
Тема. Снятие рабочих характеристик объёмного насоса			2	4
Тема. Струйные насосы	2			4
Тема. Экспериментальное определение гидравлического сопротивления трубопровода	2			4
Тема. Выбор энергетических насосов ТЭС.	4			4
Курсовое проектирование				40
ИТОГО по дисциплине	24	12	8	136

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Раздел 2. Компрессорные машины (6-й семестр)				
Тема. Термодинамические основы работы компрессоров	0,5			2
Тема. Определение параметров компрессоров				2
Тема. Центробежные компрессоры	1,5			4

Тема. Расчёт ступени центробежного компрессора		1		4
Тема. Осевые компрессоры	1,5			4
Тема. Расчёт ступени осевого компрессора		1		4
Тема. Поршневые компрессоры	1,5			4
Тема. Расчёт основных размеров поршневого компрессора		1		4
Тема. Исследование влияния давления нагнетания на производительность поршневого компрессора		1		4
Раздел 3. Теплообменное оборудование и трубопроводы ТЭС				
Тема. Конденсационные установки	2			4
Тема. Расчёт параметров и характеристик конденсаторов		2		4
Тема. Паровоздушные эжекторы	1			4
Тема. Испарительные установки	1			4
Тема. Расчёт производительности испарительных установок		2		4
Тема. Деаэрационные установки	1			4
Тема. Расчёт деаэратора		2		4
Тема. Регенеративные подогреватели	1			4
Тема. Расчёт смешивающего подогревателя		2		4
Тема. Техническое водоснабжение ТЭС	1			4
Тема. Определение технических показателей системы оборотного водоснабжения				4
Тема. Трубопроводная арматура ТЭС	1			2
Тема. Освоение конструкций клапанов и задвижек				2
Тема. Трубопроводы ТЭС	1			2

Тема. Гидравлический расчёт трубопровода		1		2
Тема. Расчёт тепловых потерь трубопровода		1		2
Расчетно-графическая работа				30
ИТОГО по дисциплине	14	14	-	116

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов 5 сем/6 сем
Изучение теоретических разделов дисциплины	60/60
Подготовка к занятиям семинарского типа	36/26
Подготовка и оформление КП и РГР	40/30
Итого	136/116

7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1. Черкасский, В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: учебник для теплоэнергетических специальностей вузов / В.М. Черкасский. - М.: Энергия, 1977.- 424 с.

2. Михайлов, А.К. Лопастные насосы. Теория, расчет и конструирование /А.К. Михайлов, В.В. Малюшенко.- М.: Машиностроение, 1977.

3. Кудинов, А.А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование: учеб. Пособие /А.А. Кудинов. – М.: НИЦ ИНФА-М, 2014.- 432 с.// «ZNANIUM.COM»: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com>.

8.2 Дополнительная литература

1. Бажан, П.И. Справочник по теплообменным аппаратам / П.И. Бажан, Г.Е. Каневец, В.М. Селиверстов. – М.: Машиностроение, 1989. – 365 с.
2. Космынин, А. В. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы в примерах и задачах: учебное пособие / О. А. Красильникова, В. С. Виноградов.- Комсомольск-на-Амуре.: ГОУВПО «КНАГТУ», 2002.- 199 с.
3. Панкратов, Г.П. Сборник задач по теплотехнике: учебное пособие / Г.П.Панкратов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 248 с.
4. Назмеев, Ю.Г. Теплообменные аппараты ТЭС: учеб.пособие для вузов. – 4-е изд., дополненное / Ю.Г. Назмеев, В.М. Лавыгин. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 169 с.

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1. Проектирование центробежного насоса: Методические указания к курсовому проектированию по курсу «Судовое вспомогательное энергетическое оборудование» /сост. В.И. Шаломов. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2012. – 23 с.

8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU.
2. [Thermophysics.Ru](http://thermophysics.ru) – портал по теплофизике: проекты, программы, учебные пособия, депозитарий научных работ, диссертации, периодика (<http://thermophysics.ru/index.php>).
3. [Энергетика и промышленность России](https://www.eprussia.ru/) – информационная система энергетического комплекса и связанных с ним отраслей (<https://www.eprussia.ru/>).

8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронная библиотека теплоэнергетика (<http://teplolib.ucoz.ru>).
2. [Сайт теплотехника](http://teplokot.ru/) – большая техническая библиотека. Новости, статьи, диссертации, журналы (<http://teplokot.ru/>).

8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
MicrosoftImaginePremium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/license.html
SMathStudio	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://ru.smath.info/

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом иписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практически) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия препода-

вателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
131/2	Лаборатория ТЭУ	Экспериментальная насосная установка	Лабораторные работы: Параметрические испытания центробежного насоса. Кавитационные испытания центробежного насоса.
131/2	Лаборатория ТЭУ	Действующие и разрезные образцы механизмов.	Для освоения принципа действия и конструкций механизмов, правил их эксплуатации.
131/2	Лаборатория ТЭУ	Стенд для исследования совместной работы воздуходувок	Лабораторная работа: Исследование совместной работы воздуходувок.
211/2а 228/3	Компьютерный класс кафедры ТЭУ ВЦ ФЭТМТ	Персональные компьютеры.	Автоматизированные расчёты по заданиям КП, РГР, ЛР.
	Аудитория с мультимедийным комплексом	Мультимедийный комплекс	Визуализация учебных материалов в ходе лекций и практических занятий
212/2	Специализированная аудитория кафедры ТЭУ	Разрезные образцы механизмов и цветные плакаты	Для освоения принципа действия и конструкций механизмов.

10.2 Технические и электронные средства обучения

Отсутствуют

11 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в раз-

личных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);

- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);

- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций»

Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль) образовательной программы	Тепловые электрические станции
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5, 6	10

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Курсовой проект, Зачет с оценкой, Экзамен	Кафедра «Тепловые энергетические установки»

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
<p>ПК-1 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией</p>	<p>ПК-1.1 Знает методы сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов ПК-1.2 Умеет работать с различными источниками информации и проводить ее анализ ПК-1.3 Владеет навыками сбора и представления информации по проектируемым энергообъектам</p>	<p>Знать методы сбора и анализа исходных данных для проектирования тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС Уметь практически осваивать приемы изучения, сбора и анализа теоретических, научных и эксплуатационных данных для проектирования тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС Владеть навыком поиска и анализа данных для проектирования тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС</p>
<p>ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием</p>	<p>ПК-2.1 Знает методики расчета для проектирования технологического оборудования ПК-2.2 Умеет применять стандартные средства автоматизации проектирования технологического оборудования ПК-2.3 Владеет навыками проведения расчетов при проектировании технологического оборудования</p>	<p>Знать методики расчета и проектирования тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС Уметь осуществлять проекторочные расчеты тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС Владеть навыком расчетного, графического и компьютерного проектирования тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС</p>
<p>ПК-5 Способен выполнять работы по освоению и доводке технологических процессов производства тепловой и электрической энергии</p>	<p>ПК-5.1 Знает основной технологический цикл производства тепловой и электрической энергии на тепловых электрических станциях, оборудование технологической схемы, способы совершенствования технологических процессов ПК-5.2 Умеет определять способы совершенствования технологических процессов ПК-5.3 Владеет навыками расчета тепловых схем элект-</p>	<p>Знать место и назначение тепломеханического и вспомогательного оборудования в основном технологическом цикле производства тепловой и электрической энергии на тепловых электрических станциях Уметь определять способы совершенствования работы тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС Владеть навыком расчета характеристик тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС</p>

	тростанций	
--	------------	--

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Насосные установки ТЭС	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Опорный конспект лекций	<ul style="list-style-type: none"> - оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала); - логическое построение и связность текста; - полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей); - визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки); - оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).
	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Собеседование	<ul style="list-style-type: none"> - глубина, прочность, систематичность знаний; - адекватность применяемых знаний ситуации; - рациональность используемых подходов; - степень проявления необходимых профессионально значимых личностных качеств; - степень значимости определенных ценностей; - проявленное отношение к определенным объектам, ситуациям; - умение поддерживать и активизировать беседу, корректное поведение.
	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Задачи практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> - способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; - установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Лабораторные работы	<ul style="list-style-type: none"> - соответствие отчета предъявляемым требованиям; - правильность и аккуратность написания отчета; - способность делать обоснованные выводы на основе экспериментальных данных; - степень точности ответов на контрольные вопросы, - установление причинно-следственных связей, выявленных зависимостей.
	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Курсовой проект	<ul style="list-style-type: none"> - соответствие предполагаемым ответам; - правильное использование алгоритма выполнения решения; - логика рассуждений; - неординарность подхода к решению задач.
Компрессорные машины Теплообменное оборудование и трубо-	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Опорный конспект лекций	<ul style="list-style-type: none"> - оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала); - логическое построение и связность текста;

провода ТЭС			<ul style="list-style-type: none"> - полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей); - визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки); - оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).
	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Задачи практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> - способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; - установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Расчетно-графическая работа	<ul style="list-style-type: none"> - соответствие предполагаемым ответам; - правильное использование алгоритма выполнения решения; - логика рассуждений; - неординарность подхода к решению задач.
Все темы	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Вопросы экзамена	<ul style="list-style-type: none"> - глубина знаний теоретических вопросов билета; - глубина знаний дополнительных вопросов; - логика рассуждений.

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

№	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 семестр				
<i>Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой</i>				
1	Опорный конспект лекций	В течение семестра	10 баллов	<p>10 баллов - студент полностью подготовил конспект лекций. Аккуратно оформлено графическая и текстовые части конспекта.</p> <p>8 балла – студент полностью подготовил конспект лекций. Есть замечания к оформлению графической и текстовой частям конспекта.</p> <p>6 баллов – конспект не полный (отсутствуют не более 1 лекции). Небрежное оформление конспекта.</p> <p>4 баллов– в конспекте отсутствуют 2 лекции. Небрежное оформление конспекта.</p> <p>0 баллов – отсутствует более 2-х лекций.</p>
2	Контрольный опрос на занятиях	В течение семестра	30 баллов	30 баллов - студент правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала.

№	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				<p>20 балла - студент ответил на теоретические вопросы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>10 баллов - студент ответил на теоретические вопросы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>0 баллов - при ответе на теоретические вопросы студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.</p>
3	Задачи практических занятий	В течение семестра	20 баллов	<p>20 баллов- задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>15 баллов- задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям</p> <p>10 баллов- студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</p> <p>0 баллов - студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.</p>
4	Лабораторные работы	В течение семестра	20 баллов	<p>20 баллов - студент правильно сделал отчет. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</p> <p>15 баллов - студент сделал отчет с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</p> <p>10 баллов - Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточ-</p>

№	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				ностей. При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.
5	Расчетно-графическая работа	В течение семестра	20 баллов	20 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 14 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении контрольной работы. 7 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень. 0 баллов - студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.
ИТОГО:		-	100 баллов	-
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>				

№	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6 семестр				
<i>Промежуточная аттестация в форме экзамена</i>				
1	Опорный конспект лекций	В течение семестра	10 баллов	10 баллов - студент полностью подготовил конспект лекций. Аккуратно оформлено графическая и текстовые части конспекта. 8 балла – студент полностью подготовил конспект лекций. Есть замечания к оформлению графической и текстовой частям конспекта. 6 баллов – конспект не полный

№	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				(отсутствуют не более 1 лекции). Небрежное оформление конспекта. 4 баллов – В конспекте отсутствуют 2 лекции. Небрежное оформление конспекта. 0 баллов – отсутствует более 2-х лекций.
2	Контрольный опрос на занятиях	В течение семестра	10 баллов	10 баллов - студент правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. 7 балла - студент ответил на теоретические вопросы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. 4 баллов - студент ответил на теоретические вопросы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов -при ответе на теоретические вопросы студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.
3	Задачи практических занятий	В течение семестра	10 баллов	10 баллов- задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 7 баллов - задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям 4 баллов - студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты. 0 баллов - студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.
4	Расчетно-графическая работа	В течение семестра	20 баллов	10 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 7 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность

№	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				предложенного решения, есть недостатки в оформлении контрольной работы. 4 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень. 0 баллов - студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также неспособен пояснить полученный результат.
5	Экзамен	На экзаменационной сессии	50 баллов	50 баллов - студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. 40 баллов - студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. 25 баллов - студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. 0 баллов - при ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
ИТОГО:		-	100 баллов	-
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>				

<p>5 семестр Промежуточная аттестация в форме «КП»</p>
<p>По результатам защиты курсового проекта (работы) выставляется оценка по 4-балльной шкале оценивания - оценка «отлично» выставляется студенту, если в работе содержатся элементы научно-</p>

го творчества и делаются самостоятельные выводы, достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил отличное владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если в работе достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил хорошее владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если в работе достигнуты основные результаты, указанные в задании, качество оформления отчета в основном соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил удовлетворительное владение материалом работы и способность отвечать на большинство поставленных вопросов по теме работы;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если в работе не достигнуты основные результаты, указанные в задании или качество оформления отчета не соответствует установленным в вузе требованиям, или при защите студент проявил неудовлетворительное владение материалом работы и не смог ответить на большинство поставленных вопросов по теме работы.

3 Задания для текущего и промежуточного контроля

Вопросы для контрольного опроса на занятиях

Тема «Основное уравнение центробежных насосов»

- 1) Приведите примеры применения центробежных насосов на ТЭС и АЭС.
- 2) Дайте характеристику видам движения жидкости в РК насоса.
- 3) Раскройте физический смысл слагаемых энергетического уравнения теоретического напора.
- 4) Каковы формы и типы лопастей рабочего колеса центробежного насоса?

Тема «Подобие лопастных насосов»

- 5) Дайте определение коэффициенту быстроходности.
- 6) Сформулируйте правило подобия лопастных насосов по коэффициенту быстроходности.

Тема «Кавитация в центробежных насосах»

- 7) Что называется кавитацией?
- 8) Дайте определение кавитационному запасу.

Тема «Характеристики и регулирование центробежных насосов»

- 9) Что называется характеристикой центробежного насоса?
- 10) Какая характеристика называется рабочей?
- 11) Перечислите способы регулирования подачи центробежных насосов.

Тема «Термодинамические основы работы компрессоров»

- 12) Назовите примеры применения компрессоров на ТЭС.
- 13) Перечислите основные уравнения компрессорного процесса.

Тема «Центробежные компрессоры»

- 14) Назовите основные элементы ступени центробежного компрессора и дайте их назначение.
- 15) Каким образом охлаждаются ступени компрессора?

Тема «Осевые компрессоры»

- 16) Как происходит преобразование энергии в элементах осевого компрессора?
- 17) Почему в многоступенчатом компрессоре затрачивается работы больше, чем сумма работ в отдельных ступенях?

Тема «Поршневые компрессоры»

- 18) Какое влияние «мёртвый» объём оказывает на производительность компрессора и почему?
 19) Перечислите внутренние потери энергии в компрессоре?

**Комплект типовых заданий для практикума
5 семестр**

Тема «Основные параметры насосов».

Задача 1. Определить мощность насоса, подающего 350 м³/ч воды при давлении в напорном трубопроводе $p_n=4,5$ кгс/см², в приёмном трубопроводе $p_v=0,5$ кгс/см², если КПД насоса $\eta = 0,82$.

Задача 2. Центробежный насос подаёт 50 м³/ч воды. Манометр на нагнетательном патрубке показывает $p_m = 2,6 \cdot 10^5$ Па, вакуумметр $p_{\text{вак}} = 0,34 \cdot 10^5$ Па; расстояние между манометром и точкой присоединения вакуумметра 0,6 м; КПД насоса $\eta = 0,62$. Определить мощность на валу центробежного насоса.

Задача 3. Определить мощность насоса, подающего 350 м³/ч воды при давлении в напорном трубопроводе $p_n=4,5$ кгс/см², в приёмном трубопроводе $p_v=0,5$ кгс/см², если КПД насоса $\eta = 0,82$.

Задача 4. Центробежный насос подаёт 50 м³/ч воды. Манометр на нагнетательном патрубке показывает $p_m = 2,6 \cdot 10^5$ Па, вакуумметр $p_{\text{вак}} = 0,34 \cdot 10^5$ Па; расстояние между манометром и точкой присоединения вакуумметра 0,6 м; КПД насоса $\eta = 0,62$. Определить мощность на валу центробежного насоса.

6 семестр

Тема «Основные параметры компрессоров»

Задача 1. Производительность воздушного компрессора при нормальных условиях 600 м³/ч. Чему равна массовая производительность компрессора?

Задача 2. Воздушный компрессор всасывает воздух объемом 500 м³/ч, давлением 0,1 МПа при температуре 17⁰С. Поступивший в цилиндр воздух адиабатно сжимается до давления 0,9 МПа. Найти конечную температуру сжатия и подводимую теоретическую мощность.

Задача 3. Расход газа в одноступенчатом компрессоре составляет 30 м³/мин. при давлении $p_1=0,1$ МПа и температуре $t_1=10^0$ С. При сжатии температура газа повышается на 200⁰С. Сжатие происходит по политропе с показателем $n=1,32$. Определить конечное давление, работу сжатия, теоретическую мощность, отведённую теплоту. Газ – кислород.

Темы групповых и индивидуальных заданий для курсового проектирования в 5-м семестре

Групповые задания:

- 1) Проектирование центробежного насоса.
- 2) Расчёт параметров и выбор энергетических насосов основного цикла ТЭС.

Индивидуальные задания:

- 1) Обоснование и выбор подшипников для центробежного насоса. Расчёт потерь на трение и мощности в подшипниках.
- 2) Обоснование и выбор типа концевых уплотнений центробежного насоса. Расчёт потерь на трение и мощности в уплотнении.
- 3) Расчёт рабочего колеса на прочность.

Темы групповых и индивидуальных заданий для расчётно-графической работы в 6-м семестре

Групповые задания:

- 1) Расчёт параметров и выбор тягодутьевых машин.
- 2) Ориентировочный расчёт центробежного компрессора.
- 3) Расчёт поверхностного конденсатора.

Индивидуальные задания:

- 1) Выбор и оценка эффективности способа регулирования работы дутьевого вентилятора (дымососа).
- 2) Расчёт параметров и выбор питательного насоса для энергоблока.
- 3) Выбор и оценка эффективности привода для питательного насоса.

Типовые контрольные вопросы для собеседования по курсовому проекту в 5-м семестре

- 1) Какие насосы называются центробежными?
- 2) В чем заключается принцип действия центробежного насоса?
- 3) Какие насосы называются многопоточными, а какие многоступенчатыми? Приведите примеры на ТЭС.
- 4) Для чего предназначены питательные, конденсатные, циркуляционные и сетевые насосы?
- 5) Какие технические показатели, характеризующие экономичность насоса, как они определялись в работе?
- 6) Что такое коэффициент быстроходности насоса и как он влияет на его экономичность?
- 7) С какой целью применяется в расчете угол атаки для входной кромки лопасти рабочего колеса?
- 8) В чем заключается способ построения меридианного сечения рабочего колеса с цилиндрическими лопастями?
- 9) Каким образом выполнено построение средней линии сечения лопасти рабочего колеса?
- 10) Какова причина появления перетечек жидкости через переднее уплотнение рабочего колеса?
- 11) В чем заключается причина появления кавитации в рабочем колесе центробежного насоса?
- 12) Как кавитация влияет на параметры насоса, и каковы её последствия?
- 13) Что такое допустимый кавитационный запас?
- 14) Как осуществляется выбор лопастного насоса по расчетным данным?
- 15) Каковы особенности эксплуатации применяемого вами насоса в составе энергоблока?

Типовые контрольные вопросы для собеседования по расчётно-графической работе в 6-м семестре

- 1) В чём заключается назначение тягодутьевых машин котлоагрегатов?
- 2) Как классифицируются вентиляторы?
- 3) Объясните принцип действия центробежного вентилятора.
- 4) Расскажите о принципе действия осевого вентилятора.
- 5) Какие факторы влияют на производительность дутьевого вентилятора и дымососа?
- 6) Каким образом происходят присосы воздуха в газоходы котла?
- 7) Каковы способы выбора котельных вентиляторов?
- 8) Перечислите способы регулирования работы котельных вентиляторов.
- 9) Дайте краткую характеристику современным способам регулирования работы котельных вентиляторов.
- 10) Какие приводы могут применяться для котельных вентиляторов?

Типовые контрольные вопросы к экзамену в 6-м семестре

- 1) Основные параметры, классификация и область применения компрессоров в теплоэнергетике.
- 2) Уравнение энергии компрессорного процесса. Физический смысл его составляющих.
- 3) Работа, затрачиваемая на сжатие в охлаждаемых и неохлаждаемых компрессорных машинах.
- 4) КПД и мощность различных типов компрессоров.
- 5) Многоступенчатое сжатие.
- 6) Сверхзвуковые компрессоры.
- 7) Параметры торможения.
- 8) Конструктивная схема и рабочий процесс центробежного компрессора. Анализ изменения параметров газа по тракту компрессора.
- 9) Кинематика потока газа в рабочем колесе центробежного компрессора. Степень реактивности ступени.
- 10) Потери энергии в центробежной ступени. Уравнение работы рабочего колеса компрессора.
- 11) Конструктивная схема и рабочий процесс осевого компрессора. Анализ изменения параметров газа по тракту компрессора.
- 12) Параметры элементарной ступени осевого компрессора. КПД и работа.
- 13) Характеристики лопастных компрессорных машин (центробежной и осевой ступени).
- 14) Способы регулирования лопастных компрессоров.

- 15) Схема, состав и назначение элементов конденсационной установки.
- 16) Технические показатели и основные расчетные уравнения поверхностного конденсатора.
- 17) Назначение, параметры и принцип действия паровоздушного эжектора.
- 18) Типы испарителей. Достоинства и недостатки. Области применения.
- 19) Назначение и принцип работы кипящего испарителя.
- 20) Возможные варианты схем включения испарителя в тепловую схему ПТУ. Достоинства и недостатки схем.
- 21) Испарители мгновенного вскипания. Конструктивная схема и принцип работы испарителя.
- 22) Типы деаэраторов. Назначение и принцип работы деаэратора.
- 23) Схемы включения деаэраторов в тепловую схему ТЭС