МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДАЮ
Декан Факультета урбанистики и
городского хозяйства
_____ / Л.А. Марюшин/

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций»

Направление подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки
Энергообеспечение предприятий

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Москва
2022

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций» следует отнести:

– формирование знаний о современных принципах, методах и средствах проектирования и конструирования оборудования тепловых и атомных электростанций, испытаний и контроля их теплотехнологических параметров;

– изучение способов повышения эффективности эксплуатации, проектирования и конструирования оборудования тепловых и атомных электростанций, выработка навыков у студентов самостоятельно формулировать и решать задачи проектирования и конструирования теплоиспользующих и энергетических установок.

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений по выявлению необходимых усовершенствований и разработке новых, более эффективных методов проектирования и конструирования оборудования тепловых и атомных электростанций.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций» следует отнести:

– выработать навыки у студентов самостоятельно формулировать задачи контроля и технической диагностики оборудования тепловых и атомных электростанций;

– научить мыслить системно на примерах повышения энергетической эффективности оборудования тепловых и атомных электростанций с учетом технологических, экологических и экономических факторов;

– научить анализировать существующие методы контроля и технической диагностики оборудования тепловых и атомных электростанций, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их конструкции с позиций повышения эффективности и энергосбережения;

– дать информацию о новых методах контроля и технической диагностики оборудования тепловых и атомных электростанций в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать преимущества и недостатки таких методов, как отечественных, так и зарубежных;

– научить анализировать результаты проектирования и расчета оборудования ТЭС и АЭС, производить поиск оптимизационного решения с помощью всевозможных методов.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций» относится к числу профессиональных учебных дисциплин вариативной части основной образовательной программы бакалавриата.

«Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В вариативной части цикла дисциплин:

– Котельные установки и парогенераторы;

– Оборудование и установки водоподготовительных систем;

В части цикла дисциплин по выбору:

– Теплоэнергетические системы промышленных предприятий;

– Высокотемпературные процессы и установки;

– Энергетический комплекс промышленных предприятий;

– Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-3	способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	**знать:** • методики сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией; • методы выполнения расчетов технологического оборудования по типовым методикам; • методы проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием. **уметь:** • собирать и анализировать исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией; • выполнять расчеты технологического оборудования по типовым методикам;

		• проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием. **владеть:** • методами сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией; • навыками проведения расчетов энергооборудования по типовым методикам; • способностью проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием
ПК-3	Способность к выполнению расчетов и построению схем ОПД при использовании типовых методов	**знать:** • методы проведения обслуживания технологического оборудования, составления заявок на оборудование, запасные части; • правила подготовки технической документации на ремонт **уметь:** • обеспечивать проведение обслуживания технологического оборудования, составлять заявки на оборудование, запасные части; • осуществлять подготовку технической документации на ремонт **владеть:** • методами проведения обслуживания технологического оборудования, составления заявок на оборудование, запасные части; • правилами подготовки технической документации на ремонт

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, т.е. **144** академических часов (из них лекции – 10 часов, семинарские занятия – 10 часа, самостоятельная работа студентов – 124 часа).

Структура и содержание дисциплины «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Седьмой семестр

Тема 1. Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Роль тепловых и атомных электростанций в повышении эффективности работы теплоэнергетического комплекса РФ. Основные термины и определения. Классификация оборудования ТЭС и АЭС.

Тема 2. **Развитие энергетики России и структура ее управления**

Развитие энергетики России. Структура управления энергетикой России. Основные положения Федеральных Законов РФ «Об электроэнергетике» и «О теплоснабжении». Состояние энергетики московского региона. Технический уровень ТЭС и АЭС в России.

Тема 3. **Типы ТЭС и АЭС, их тепловые схемы**

Типы тепловых электростанций. Технологические схемы ТЭС. Тепловые схемы ТЭС. Типы атомных электростанций. Особенности технологических схем АЭС. Тепловые схемы АЭС.

Тема 4. **Регенеративные подогреватели**

Типы регенеративных подогревателей. Конструкции подогревателей низкого давления поверхностного и смешивающего типа. Подогреватели высокого давления. Схемы включения подогревателей в систему регенеративного подогрева. Тепловой и гидравлический расчет регенеративных подогревателей. Определение основных геометрических размеров подогревателей.

Тема 5. **Деаэраторы**

Термическая деаэрация. Классификация и конструкции деаэраторов. Схемы включения деаэраторов. Колонки струйного и струйно- барботажного атмосферных деаэраторов, повышенного давления. Барботажное устройство. Расчет деаэраторов на тепло- и массообмен. Расчет струйного и барботажного отсеков.

Тема 6. **Сетевые подогреватели**

Теплофикация. Конструкции сетевых подогревателей. Схемы сетевых установок на ТЭЦ и ГРЭС. Тепловой и гидравлический расчет сетевых подогревателей. Определение основных геометрических размеров подогревателей.

Тема 7. **Испарительные установки**

Типы испарителей и их конструкции. Схемы включения испарителей. Расчет испарителей.

Тема 8. **Насосные установки и Компрессорные машины**

Назначение и классификация насосов. Схема и основные элементы насосной установки. Основные параметры насосов. Гидравлическая характеристика насоса. Устройство и принцип действия центробежного насоса. Треугольники скоростей потока жидкости в проточной части центробежного насоса. Уравнения неразрывности потока, сохранения энергии (Бернулли), количества и моментов количества движения. Проектирование проточной части насоса. Высота всасывания и кавитация в насосах. Гидравлическая характеристика сети и насоса. Схемы включения насосов. Регулирование производительности и подачи насосов. Конструкции энергетических и струйных насосов. Компрессорная установка. Типы компрессоров. Применение компрессоров на ТЭС и АЭС. Основные параметры компрессоров. Термодинамика компрессорных машин. Мощность и КПД компрессора. Объемные компрессоры. Индикаторная диаграмма объемных компрессоров.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий *в* сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению практических работ в аудиториях вуза и на мощностях предприятий-партнеров;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетного задания;

– обсуждение и защита рефератов по дисциплине;

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;

– проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам контроля и технической диагностики теплоэнергетического оборудования, а также эффективных методов эксплуатации теплоэнергетического оборудования.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Контроль и техническая диагностика теплоэнергетического оборудования» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия практического типа составляют 33% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка и выступление на семинарском занятии с презентацией и обсуждением на тему «Современные технологии ТЭС и АЭС» (индивидуально для каждого обучающегося).

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита отчетов по практическим заданиям.

Образцы тестовых заданий, заданий расчетных работ, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, приведены в приложении 2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-3	способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах
ПК-3	Способность к выполнению расчетов и построению схем ОПД при использовании типовых методов

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-3 – способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено) или отсутствие сформированности компетенции	**Оценка «удовлетворительно» (зачтено) или низкой уровень освоения компетенции**	**Оценка «хорошо» (зачтено) или повышенный уровень освоения компетенции**	**Оценка «отлично» (зачтено) или высокий уровень освоения компетенции**
знать: методики сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией; методы выполнения расчетов технологического оборудования по типовым методикам; методы проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методики сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методики сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией . Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методики сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией , но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методики сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией , свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: собирать и анализировать исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет собирать и анализировать исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: собирать и анализировать исходные данные для проектирования	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: собирать и анализировать исходные данные для	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: собирать и анализировать исходные данные для

документацией; выполнять расчеты технологическог о оборудования по типовым методикам; проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.	соответствии с нормативной документацией, выполнять проектные расчеты	энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	проектировани я энергообъекто в и их элементов в соответствии с нормативной документацией . Умения освоены, но допускаются незначительны е ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	проектировани я энергообъекто в и их элементов в соответствии с нормативной документацией . Свободно оперирует приобретенны ми умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: методами сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией; навыками проведения расчетов энергооборудова ния по типовым методикам; способностью проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Обучающийся владеет методами сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методами сбора и анализа исходных данных для проектировани я энергообъекто в и их элементов в соответствии с нормативной документацией , навыки освоены, но допускаются незначительны е ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами сбора и анализа исходных данных для проектировани я энергообъекто в и их элементов в соответствии с нормативной документацией , свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ПК-3 – Способность к выполнению расчетов и построению схем ОПД при использовании типовых методов				
знать:	Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся

Методы проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; Методы проведения профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования	демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; методы проведения профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования	демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; методы проведения профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; методы проведения профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	демонстрирует полное соответствие следующих знаний: проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; методы проведения профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: Обеспечивать проведение работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; проводить профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет обеспечивать проведение работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; проводить профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: обеспечивать проведение работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; проводить профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования. Допускаются значительные ошибки,	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: проведение работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; проводить профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования. Умения освоены, но	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: обеспечивать проведение работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; проводить профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования. Свободно

		проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: Методами проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; Навыками проведения профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ	Обучающийся владеет методами проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методами проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной

аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций» (прошли промежуточный контроль, выполнили весь объем заданий на семинарских занятиях, выступили с докладом на семинарском занятии)

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Студент показывает достаточный уровень теоретических и практических знаний, свободно оперирует категориальным аппаратом. Умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается грамотно.
Удовлетворительно	Студент показывает знание основного лекционного и практического материала. В ответе не всегда присутствует логика изложения. Студент испытывает затруднения при приведении практических примеров.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложениях к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Лавыгин В.М. Теплообменные аппараты ТЭС: учеб. пособие для вузов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Лавыгин В.М., Назмеев Ю.Г. —

Электрон. дан. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2007. — 269 с.

2. Якубенко И.А. Технологические процессы производства тепловой и электрической энергии на АЭС: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И.А. Якубенко, М.Э. Пинчук. — Электрон. дан. — Москва: НИЯУ МИФИ, 2013. — 288 с.

3. Основное оборудование АЭС [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Минск: "Вышэйшая школа", 2015. — 288 с.

4. Богославчик П.М. Гидротехнические сооружения ТЭС и АЭС [Электронный ресурс]: учеб. пособие / П.М. Богославчик, Г.Г. Круглов. — Электрон. дан. — Минск: "Вышэйшая школа", 2010. — 270 с.

5. 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.

б) дополнительная литература:

1. Локалов Г.А. Осевые и центробежные насосы тепловых электрических станций: учебное пособие [Электронный ресурс] / Г.А. Локалов, В.М. Марковский. — Электрон. дан. — Екатеринбург: УрФУ, 2017. — 140 с.

2. Тепловая электрическая станция – это очень просто: учебное пособие [Электронный ресурс] / К.Э. Аронсон [и др.]. — Электрон. дан. — Екатеринбург: УрФУ, 2017. — 203 с.

3. Васильченко Ю.В. (ред.) Теплогенерирующие установки (часть 1). Учебное пособие. – Белгород, Изд-во БГТУ им. Шухова, 2008. — 162 с.

4. Васильченко Ю.В. (ред.) Теплогенерирующие установки (часть 2). Учебное пособие. – Белгород, Изд-во БГТУ им. Шухова, 2008. – 148 с.

5. Жихар Г.И. Котельные установки ТЭС: теплотехнические расчеты: учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Минск: "Вышэйшая школа", 2017. — 224 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте (http://mospolytech.ru/ebooks/ в разделе «Библиотека».

Варианты контрольных заданий по дисциплине представлены на сайтах: http://online.mospolytech.ru/

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

http://window.edu.ru/catalog/resources?p_nr=50&p_rubr=2.2.75.27.7&p_page=3

http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-laboratornoy-ustanovki-po-spetsialnosti-promyshlennaya-teploenergetika

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Специализированная учебная лаборатория кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Ауд. АВ2406, оснащенная лабораторными установками:

- «Определение коэффициента температуропроводности стали методом регулярного режима»;
- «Определение коэффициента теплопередачи при вынужденном течении жидкости в трубе (труба в трубе)»;
- «Определение коэффициента теплопередачи методом регулярного режима»;
- «Определение коэффициента теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкости на цилиндре»;
- «Определение коэффициента теплопроводности твердых тел методом цилиндрического слоя».

Мультимедийная аудитория кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Ауд. АВ2415, оснащенная оргтехникой и мультимедиа средствами (проектор, ПК и др.), экспериментальная котельная на базе ОАО ВТИ (на основании Договора о сотрудничестве) с системой КИП и автоматики.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

1. Марюшин Л.А., Сенникова О.Б., Савельев И.Л. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов. Направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль «Теплоэнергетические установки, системы и комплексы». – М.: Изд-во Московского политеха, - 46 с.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Преподавание дисциплины «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций» имеет своей целью ознакомить студентов с достижениями в области прикладной теплоэнергетики, добиться уяснения ими основных методов проектирования и теплогидравлических расчетов оборудования ТЭС и АЭС, привить им практические навыки использования этих знаний к конкретным производственным ситуациям.

Преподавание дисциплины осуществляется в соответствии с ФГОС ВО.

Целью методических рекомендаций является повышение эффективности теоретических и практических занятий вследствие более четкой их организации преподавателем, создания целевых установок по каждой теме, систематизации материала по курсу, взаимосвязи тем курса, полного материального и методического обеспечения образовательного процесса.

Средства обеспечения освоения дисциплины

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие средства:

− рекомендуемую основную и дополнительную литературу;

− методические указания и пособия;

− контрольные задания для закрепления теоретического материала;

− электронные версии федеральных законов, учебников и методических указаний для выполнения практических работ и самостоятельной работы бакалавров.

Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется изложение лекционного материала с элементами обсуждения.

В качестве методики проведения практических занятий можно предложить

1. Семинар – обсуждение существующих точек зрения на проблему и пути ее решения.

2. Тематические доклады, позволяющие вырабатывать навыки публичных выступлений.

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется проведение письменного опроса (тестирование) магистров по материалам лекций и практических работ. Подборка вопросов для тестирования осуществляется на основе изученного теоретического материала. Такой подход позволяет повысить мотивацию бакалавров при конспектировании лекционного материала.

Для освоения навыков поисковой и исследовательской деятельности бакалавр пишет контрольную работу или реферат по выбранной (свободной) теме.

Лекции проводятся в основном посредством метода устного изложения с элементами проблемного подхода и беседы.

Семинарские занятия могут иметь разные формы (работа с исследовательской литературой, анализ данных нормативной и справочной литературы, слушание докладов и др.), выбираемые преподавателем в зависимости от интересов бакалавров и конкретной темы.

Самостоятельная работа бакалавра включает в себя элементы реферирования и конспектирования научно-исследовательской литературы, подготовки и написания научных текстов, отработку навыков устных публичных выступлений.

Проверка качества усвоения знаний в течение семестра осуществляется в устной форме, путем обсуждения проблем, выводимых на семинарах и письменной, путем выполнения бакалаврами разных по форме и содержанию работ и заданий, связанных с практическим освоением содержания дисциплины. Бакалавры демонстрируют в ходе проверки умение анализировать значимость и выявлять специфику различных проблем и тем в рамках изучаемой дисциплины и ее компонентов, знание научной и учебно-методической литературы. Текущая проверка знаний и умений бакалавров также осуществляется через проведение ряда промежуточных тестирований. Итоговая аттестация по дисциплине предполагает устный зачет или экзамен, на которых проверяется усвоение материала, усвоение базовых понятий

дисциплины.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и профилю «Энергообеспечение предприятий».

Авторы

Доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика»
к.т.н., доцент В.С. Тимохин

Старший преподаватель
кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Е.А. Чугаев

Программа обсуждена на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика». Протокол от 26мая 2022 г. № 11.

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика»
к.т.н., доцент Л.А. Марюшин

Руководитель ООП Е.А. Чугаев

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций» по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

	Раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реф.	К/р	Э	З
	Седьмой семестр													
Тема 1	**Лекция. Введение**	7	1			12								
	Семинарское занятие.			1										
Тема 2	**Лекция. Развитие энергетики России и структура ее управления**	7	1			14								
	Семинарское занятие			1										
Тема 3	**Лекция. Типы ТЭС и АЭС, их тепловые схемы**	7	1			14								
	Семинарское занятие			1										
Тема 4	**Лекция. Показатели тепловой экономичности КЭС**	7	2			14								
	Семинарское занятие Выборочный приемочный и текущий контроль.			2							+	+		
Тема 5	**Лекция. Комбинированная выработка электроэнергии и теплоты на ТЭС**	7	1			14								
	Семинарское занятие			1										
Тема 6	**Лекция. Способы повышения тепловой экономичности ТЭС и АЭС**	7	1			14								
	Семинарское занятие			1								+		
Тема 7	**Лекция. Элементы принципиальных тепловых схем паротурбинных ТЭС и АЭС**	7	1			14								
	Семинарское занятие			1										
Тема 8	**Лекция. Газотурбинные и парогазовые ТЭС**	7	1			14								
	Семинарское занятие			1										

Тема 9	**Лекция. Общестанционные системы ТЭС и АЭС**	7	1			14								
	Семинарское занятие.			1										
	Форма аттестации												Э	
	Всего часов по дисциплине в седьмом семестре	144	10	10		124								

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
ОП (профиль): «Энергообеспечение предприятий»
Форма обучения: заочная

Кафедра: «Промышленная теплоэнергетика»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций»

Москва
2022

Таблица 1
к приложению 2

Паспорт фонда оценочных средств

Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций					
ФГОС ВО **13.03.01 Теплотехника и теплоэнергетика**					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования**	**Форма оценочного средства**	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-3	способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	**знать:** • методики сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией; • методы выполнения расчетов технологического оборудования по типовым методикам; • методы проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием. **уметь:** • собирать и анализировать исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией; • выполнять расчеты технологического оборудования по типовым методикам; • проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации	Лекция, семинарские занятия, решение ситуационных задач, СРС	Экзамен, выполнение расчетной работы по индивидуальному заданию	Базовый уровень: способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией. Повышенный уровень: способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования с их последующим анализом

		проектирования в соответствии с техническим заданием. владеть: • методами сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией; • навыками проведения расчетов энергооборудования по типовым методикам; • способностью проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием			
ПК-3	Способность к выполнению расчетов и построению схем ОПД при использовании типовых методов	**знать:** Методы проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; Методы проведения профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования **уметь:** обеспечивать проведение работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; проводить профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования **владеть:** Методами проведения работ по оценке технического состояния и остаточного	Лекция, семинарские занятия, лабораторные занятия, решение ситуационных задач, СРС	Зачет, выполнение расчетной работы по индивидуальному заданию	Базовый уровень: способен участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования в стандартных производственных ситуациях Повышенный уровень: способен участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в

		ресурса оборудования в организации; Навыками проведения профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования			организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования в нестандартных производственных ситуациях с их последующим анализом

Приложение 3

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Перечень практических работ по дисциплине

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонд
1	Курсовая работа на тему: **«Расчет тепловой схемы ТЭЦ с двумя видами турбин»**	Практическая работа направлена на формирование умений и навыков по расчету характеристик оборудования котлотурбинного цеха, подбору основного и вспомогательного оборудования.	Результатом работы являются вычисления технологических параметров основного оборудования ТЭС, подбор основного и вспомогательного оборудования.

1. Разработка принципиальных тепловых схем ТЭС.
2. Разработка принципиальных тепловых схем АЭС.
3. Построение процессов расширения пара в турбинах ТЭС и АЭС.
4. Распределение отборов для регенеративного подогрева воды в схемах без промперегрева.
5. Распределение отборов для регенеративного подогрева воды в схемах с промперегревом.
6. Расчеbт параметров теплового и материального баланса поверхностных подогревателей.
7. Расчет параметров теплового и материального баланса деаэраторов, расширителей.
8. Определение энергетических показателей ТЭС.
9. Разработка принципиальных схем тепловых парогазовых ТЭС с котлами-утилизаторами.

Приложение 4

Вопросы к экзамену

1. Развитие энергетики России.
2. Структура управления энергетикой России.
3. Основные положения Федеральных Законов РФ «Об электроэнергетике» и «О теплоснабжении».
4. Состояние энергетики московского региона.
5. Технический уровень ТЭС и АЭС в России.
6. Типы тепловых электростанций.
7. Технологические схемы ТЭС.
8. Тепловые схемы ТЭС.
9. Типы атомных электростанций.
10. Особенности технологических схем АЭС.
11. Тепловые схемы АЭС.
12. Показатели тепловой экономичности конденсационных ТЭС и АЭС, анализ их составляющих.
13. Комбинированная выработка электроэнергии и теплоты на ТЭС.
14. Тепловые нагрузки на ТЭЦ.
15. Энергетические показатели ТЭЦ.
16. Тепловые схемы ТЭЦ.
17. Схемы отпуска тепла от ТЭЦ.
18. Регулирование отпуска тепла.
19. Способы повышения тепловой экономичности ТЭС и АЭС.
20. Начальные и конечные параметры пара на ТЭС и АЭС.
21. Сопряженные параметры ТЭС и АЭС.
22. Промежуточный перегрев пара на ТЭС и АЭС.
23. Регенеративный подогрев конденсата и питательной воды.
24. Оптимальное распределение регенеративного подогрева.
25. Элементы принципиальных тепловых схем.
26. Регенеративные и сетевые подогреватели, схемы их включения.
27. Циркуляционные контуры АЭС.
28. Деаэраторы и питательная установка.
29. Насосы ТЭС и АЭС.
30. Расчет принципиальных тепловых схем КЭС, ТЭЦ и АЭС.
31. Газотурбинные и парогазовые ТЭС.
32. Тепловая схема энергетической ГТУ открытого цикла.
33. Типы парогазовых ТЭС.
34. Тепловые схемы парогазовых ТЭС и их экономичность.
35. Газотурбинные ТЭЦ.
36. Парогазовые ТЭЦ.
37. Потери пара и конденсата на ТЭС и АЭС, способы их снижения и восполнения.
38. Схемы включения испарительных установок.

39. Общестанционные системы ТЭС и АЭС.
40. Топливное хозяйство ТЭС и АЭС.
41. Системы технического водоснабжения и золошлакоудаления.
42. Вредные выбросы ТЭС и АЭС.
43. Развернутые (полные) тепловые схемы ТЭС и АЭС.
44. Выбор основного и вспомогательного оборудования.
45. Трубопроводы ТЭС и АЭС.
46. Режимы работы ТЭС и АЭС.
47. Энергетические характеристики ТЭС и АЭС.
48. Методы покрытия пиков нагрузки.
49. Вопросы эксплуатации ТЭС и АЭС и техобслуживания оборудования.
50. Компоновка главного корпуса ТЭС и АЭС.
51. Генплан электростанции.
52. Влияние типа ТЭС на компоновку главного корпуса и генплан.
53. Направления технического перевооружения и реконструкции ТЭС.
54. Показатели экономичности ТЭС.

Приложение 5

Задача 1. Определить мощность насоса, подающего 350 м^3 /ч воды при давлении в напорном трубопроводе рн=4,5 кгс/см2 , в приёмном трубопроводе рв =0,5 кгс/см2 , если КПД насоса η = 0,82.

Задача 2. Центробежный насос подаёт 50 м3 /ч воды. Манометр на нагнетательном патрубке показывает рм = 2,6·105 Па, вакуумметр рвак = 0,34·105 Па; расстояние между манометром и точкой присоединения вакуумметра 0,6 м; КПД насоса η = 0,62. Определить мощность на валу центробежного насоса.

Задача 3. Определить мощность насоса, подающего 350 м3 /ч воды при давлении в напорном трубопроводе рн=4,5 кгс/см2 , в приёмном трубопроводе рв =0,5 кгс/см2 , если КПД насоса η = 0,82.

Задача 4. Центробежный насос подаёт 50 м3 /ч воды. Манометр на нагнетательном патрубке показывает рм = 2,6·105 Па, вакуумметр рвак = 0,34·105 Па; расстояние между манометром и точкой присоединения вакуумметра 0,6 м; КПД насоса η = 0,62. Определить мощность на валу центробежного насоса.

Задача 5. Производительность воздушного компрессора при нормальных условиях 600 м3 /ч. Чему равна массовая производительность компрессора?

Задача 6. Воздушный компрессор всасывает воздух объемом 500 м3 /ч, давлением 0,1 МПа при температуре 17^{0}С. Поступивший в цилиндр воздух адиабатно сжимается до давления 0,9 МПа. Найти конечную температуру сжатия и подводимую теоретическую мощность.

Задача 7. Расход газа в одноступенчатом компрессоре составляет 30м3 /мин. при давлении p1=0,1 МПа и температуре t1=100С. При сжатии температура газа повышается на 200^{0}С. Сжатие происходит по политропе с показателем n=1,32. Определить конечное давление, работу сжатия, теоретическую мощность, отведённую теплоту. Газ – кислород.

Приложение 6

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Потребление воды на ТЭС. Источники и системы водоснабжения.
2. Расход воды на конденсатор турбины. Кратность охлаждения.
3. Классификация систем водоснабжения.
4. Системы оборотного водоснабжения с градирнями.
5. Этапы развития ядерной энергетики. Перспективы развития ядерной энергетики.
6. Цепная реакция деления ядер тяжелых элементов.
7. Схема ядерного реактора на тепловых нейтронах.
8. Одноконтурная и двухконтурная схемы АЭС. Трехконтурная схема АЭС.
9. Принципиальная схема энергоблока с реактором РБМК-1000.
10. Водоводяной реактор ВВЭР-1000.
11. Реакторы – размножители на быстрых нейтронах.
12. Радиационная безопасность атомной станции.
13. Удаление и захоронение радиоактивных отходов.
14. Компоновка оборудования в турбинном отделении.
15. Арматура, защитные устройства и тепловая изоляция трубопроводов.
16. Опоры, подвески, компенсаторы, окраска трубопроводов.
17. Дренирование трубопроводов.