Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 31.08.2023 16:47:49
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и
городского хозяйства
Марюшин Л.А.
«10» августа 2021г.

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
2021

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

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, т.е. **144** академических часов (из них лекции – 6 часов, семинарские занятия – 10 часа, самостоятельная работа студентов – 128 часа).

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

Содержание разделов дисциплины

Пятый 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. **Показатели тепловой экономичности КЭС**

Показатели тепловой экономичности конденсационных ТЭС и АЭС, анализ их составляющих.

Тема 5. **Комбинированная выработка электроэнергии и теплоты на ТЭС**

Комбинированная выработка электроэнергии и теплоты на ТЭС. Тепловые нагрузки на ТЭЦ. Энергетические показатели ТЭЦ. Тепловые схемы ТЭЦ. Схемы отпуска тепла от ТЭЦ. Регулирование отпуска тепла.

Тема 6. **Способы повышения тепловой экономичности ТЭС и АЭС**

Способы повышения тепловой экономичности ТЭС и АЭС. Начальные и конечные параметры пара на ТЭС и АЭС. Сопряженные параметры. Промежуточный перегрев пара на ТЭС и АЭС. Регенеративный подогрев конденсата и питательной воды. Оптимальное распределение регенеративного подогрева.

Тема 7. **Элементы принципиальных тепловых схем паротурбинных ТЭС и АЭС**

Элементы принципиальных тепловых схем. Регенеративные и сетевые подогреватели, схемы их включения. Циркуляционные контуры АЭС. Деаэраторы и питательная установка. Насосы ТЭС и АЭС. Расчет принципиальных тепловых схем КЭС, ТЭЦ и АЭС.

Тема 8. **Газотурбинные и парогазовые ТЭС**

Газотурбинные и парогазовые ТЭС. Тепловая схема энергетической ГТУ открытого цикла. Типы парогазовых ТЭС. Тепловые схемы парогазовых ТЭС и их экономичность. Газотурбинные ТЭЦ. Парогазовые ТЭЦ. Потери пара и конденсата на ТЭС и АЭС, способы их снижения и восполнения. Схемы включения испарительных установок. Показатели экономичности.

Тема 9. **Общестанционные системы ТЭС и АЭС**

Общестанционные системы ТЭС и АЭС. Топливное хозяйство ТЭС и АЭС. Системы технического водоснабжения и золошлакоудаления. Вредные выбросы ТЭС и АЭС. Развернутые (полные) тепловые схемы ТЭС и АЭС. Выбор основного и вспомогательного оборудования. Трубопроводы ТЭС и АЭС. Режимы работы ТЭС и АЭС. Энергетические характеристики. Методы покрытия пиков. Вопросы эксплуатации ТЭС и АЭС и техобслуживания оборудования. Компоновка главного корпуса ТЭС и АЭС. Генплан электростанции. Влияние типа ТЭС на компоновку главного корпуса и генплан. Направления технического перевооружения и реконструкции ТЭС.

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;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;

– проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию на сайтах: *i-exam.ru, fepo.ru;*

– 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

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**	**Оценка «хорошо» (зачтено) или повышенный уровень**	**Оценка «отлично» (зачтено) или высокий уровень**

		освоения компетенции	**освоения компетенции**	**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 приобре-тенными 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 соответствии с	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: собирать и анализировать исходные данные для проектировани	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: собирать и анализировать исходные данные для	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: собирать и анализировать исходные данные для проектировани

документацией; выполнять расчеты технологического оборудования по типовым методикам; проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.	нормативной документацией, выполнять проектные расчеты	я 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.	проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	я энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией. Свободно оперирует приобретенными 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 энергооборудования по типовым методикам; способностью проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации	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	Обучающийся частично владеет методами сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на	Обучающийся в полном объеме владеет методами сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

проектировани я в соответствии с техническим заданием		затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	новые, нестандартны е ситуации.	

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 «Котельные установки и парогенераторы» (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.

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://lib.mami.ru/ebooks/ в разделе «Библиотека».

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 30 августа 2021 г. № 1

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	Неделя семестра	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
	Пятый семестр														
Тема 1	**Лекция. Введение**			0,5			14								
	Семинарское занятие. Выдача задания на курсовую работу				1				+						
Тема 2	**Лекция. Развитие энергетики России и структура ее управления**			0,5			14								
	Семинарское занятие				1										
Тема 3	**Лекция. Типы ТЭС и АЭС, их тепловые схемы**			0,5			14								
	Семинарское занятие				1										
Тема 4	**Лекция. Показатели тепловой экономичности КЭС**			0,5			15								
	Семинарское занятие Выборочный приемочный и текущий контроль.				2							+	+		
Тема 5	**Лекция. Комбинированная выработка электроэнергии и теплоты на ТЭС**			1			14								
	Семинарское занятие				1										
Тема 6	**Лекция. Способы повышения тепловой экономичности ТЭС и АЭС**			1			14								
	Семинарское занятие				1								+		
Тема 7	**Лекция. Элементы принципиальных тепловых схем паротурбинных ТЭС и АЭС**			1			15								
	Семинарское занятие				1										
Тема 8	**Лекция. Газотурбинные и парогазовые ТЭС**			0,5			14								
	Семинарское занятие				1										

Тема 9	**Лекция. Общестанционные системы ТЭС и АЭС**			0,5			14								
	Семинарское занятие. Защита курсовой работы				1										
	Форма аттестации													Э	
	Всего часов по дисциплине в седьмом семестре			6	10	0	128								

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
2021

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			

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

Примеры задач для практических занятий

Задача 1. На электростанции установлены три турбогенератора мощностью $N = 50 \cdot 10^3$ кВт каждый. Определить количество выработанной энергии за год и коэффициент использования установленной мощности, если площадь под кривой годового графика нагрузки станции $F = 9{,}2 \cdot 10^{-4}$ м^2 и масштаб графика $m = 9 \cdot 10^{11}$ кВт·ч/м^2.

Ответ: $Э^{выр}_{год} = 8{,}28 \cdot 10^8$ кВт·ч; $k_и = 0{,}63$.

Задача 2. На электростанции установлены два турбогенератора мощностью

$N = 25 \cdot 10^3$ кВт каждый. Определить среднюю нагрузку станции и коэффициент использования установленной мощности, если количество выработанной энергии за год $Э^{выр}_{год} = 30 \cdot 10^7$ кВт·ч.

Ответ: $N^{ср}_{эс} = 3424$кВт; $k_и = 0{,}685$.

Задача 3. Определить число часов использования установленной мощности и коэффициент нагрузки электростанции, если установленная мощность электростанции $N^{у}_{эс} = 16 \cdot 10^4$ кВт, максимальная нагрузка станции $N^{max}_{эс} = 13{,}6 \cdot 10^4$ кВт, площадь под кривой годового графика нагрузки станции $F = 8 \cdot 10^{-4}$м^2 и масштаб графика $m = 1 \cdot 10^{12}$ кВт·ч/м^2.

Ответ: $T_у = 5000$ ч; $k_н = 0{,}67$.

Задача 4. Определить число часов использования максимума нагрузки и коэффициент резерва электростанции, если площадь под кривой годового графика нагрузки станции $F = 8{,}5 \cdot 10^{-4}$ м^2, масштаб графика $m = 8{,}8 \cdot 10^{11}$ кВт·ч/м^2, число часов использования установленной мощности $T_У = 5500$ ч и максимальная нагрузка станции $N^{max}_{эс} = 12{,}5 \cdot 10^4$ кВт.

Ответ: $T_м$ = 5984 ч; $k_р$ =1,09.

Задача 5. На электростанции установлены три турбогенератора мощностью

N = $25 \cdot 10^9$ кВт каждый. Определить коэффициенты использования установленной мощности, нагрузки и резерва, если количество выработанной энергии за год $Э^{выр}_{год}$ = $394{,}2 \cdot 10^6$ кВт·ч и максимальная нагрузка станции $N^{max}_{эс}$ = $65{,}2 \cdot 10^3$ кВт.

Ответ: $k_и$ = 0,6; $k_н$ = 0,69; $k_р$ = 1,15.

Задача 6. На электростанции установлены три турбогенератора мощностью N = $1 \cdot 10^3$ кВт каждый. Определить показатели режима работы станции, если количество выработанной энергии за год $Э^{выр}_{год}$ = $178{,}7 \cdot 10^6$ кВт·ч и максимальная нагрузка станции $N^{max}_{эс}$ = $28{,}3 \cdot 10^3$ кВт.

Ответ: $k_и$ = 0,68; $k_н$ = 0,72; $k_р$ =1,06; $T_у$ = 5957 ч; $T_м$ = 6315 ч.

Задача 7. На электростанции установлены три турбогенератора мощностью N=$50 \cdot 10^3$кВт каждый. Определить число часов использования установленной мощности и коэффициент резерва станции, если количество выработанной энергии за год $Э^{выр}_{год}$ = $788{,}4 \cdot 10^6$ кВт·ч и коэффициент нагрузки $k_н$ = 0,69.

Ответ: $T_у$ = 5256 ч; $k_р$= 1,15.

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.