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
«Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики»

Направление подготовки
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль подготовки
Теплоэнергетические установки, системы и комплексы

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва
2022

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики» следует отнести:

– формирование знаний о современных принципах, методах моделирования теплоэнергетических процессов и аппаратов;

– изучение математических методов, схем и средств математического моделирования физических процессов, основанных на методе конечных разностей, с учётом математического и физического подходов;

– оценка влияния различных термодинамических и конструктивных параметров с целью повышения эффективности;

– 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 моделирования теплоэнергетических процессов и аппаратов.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики» следует отнести:

– выработать навыки у студентов самостоятельно формулировать задачи для Математического моделирования теплоэнергетических процессов и аппаратов;

– научить мыслить системно на примерах повышения энергетической эффективности процессов и аппаратов с учетом технологических, экологических и экономических факторов;

– изучение основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики» относится к числу профессиональных учебных дисциплин по выбору базового цикла основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Техническая термодинамика;
- Математика;
- Котельные установки и парогенераторы;
- Технологические энергоносители и энергосистемы предприятий;
- Теплоэнергетические системы промышленных предприятий.
- Энергетический комплекс промышленных предприятий.

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-2	способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	**знать:** • Основные понятия, определения и инструменты математического анализа и математической статистики; • Основные математические модели; • Современный уровень и перспективы дальнейшего развития в области проектирования, исследования и повышения эффективности теплотехнического оборудования и систем; • Приемы и методы моделирования и расчета данного оборудования на основе различных критериев оценки эффективности работы. **уметь:** • Использовать математический язык и математическую символику при построении математических моделей; • Обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные; **владеть:** • Методами математического моделирования; • Методами расчета теплотехнического оборудования и систем; • Методиками разработки и применения различных критериев эффективности и качества работы теплотехнического оборудования и систем.

ОПК-4	способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	**знать:** • Основные понятия, определения и инструменты математического анализа и математической статистики; • Приемы и методы моделирования и расчета данного оборудования на основе различных критериев оценки эффективности работы. **уметь:** • Использовать математический язык и математическую символику при построении математических моделей; **владеть:** • Методами математического моделирования; • Методами расчета теплотехнического оборудования и систем.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетные единицы, т.е. **144** академических часа (из них 72 час – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики» изучаются на третьем курсе.

Четвертый семестр: лекции – 26 часов, семинарские занятия – 28 часов, лабораторные работы – 18 часов, форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики» по срокам и видам работы отражены в приложении.

Содержание разделов дисциплины

Тема 1. **Математическое моделирование и алгоритмизация в теплоэнергетике.**

Роль математических методов в решении инженерных задач. Понятие математической модели. Классификация математических моделей. Этапы разработки математической модели. Алгоритмизация технических расчетов.

Тема 2. **Принципы построения математических моделей теплоэнергетического оборудования, оптимизация параметров работы и конструкции элементов.**

Особенности моделирования теплоэнергетических процессов и объектов. Использование численных методов в тепловых расчетах теплоэнергетических установок. Численные методы решения задач одномерной оптимизации. Численные методы решения задач одномерной оптимизации. Обобщенная математическая модель теплообменных устройств и аппаратов. Моделирование работы котлов-утилизаторов

Тема 3. **Моделирование и исследование работы оборудования и тепловых схем ТЭС.**

Показатели эффективности ТЭЦ, оптимизация расчетного коэффициента

теплофикации. Расчет показателей турбин по энергетическим характеристикам. Выбор профиля турбинного оборудования ТЭС. Распределение тепловых и электрических нагрузок на ТЭС.

Тема 4. **Методы моделирования на основе графоаналитического представления объектов исследования.**

Элементы теории графов: основные понятия и определения. Алгоритмы анализа граф-схем, принцип декомпозиции сложных систем на основе графоаналитического подхода. Структурный анализ модели энергоблока с паровым котлом и его систем регулирования. Модели потокораспределения, методы решения задач потокораспределения в гидравлических сетях.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики» и реализация компетентного 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, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

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

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% 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:

В четвертом семестре:

- выполнение РГР.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины сдача РГР.

Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, вопросов к зачету, приведены в приложении.

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-2	способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
ОПК-4	способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

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-2 - способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач				
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: Основные понятия, определения и инструменты математического анализа и математической статистики; Основные математические модели; Современный уровень и перспективы дальнейшего развития в области проектирования, исследования и повышения эффективности теплотехнического оборудования и систем; Приемы и методы моделирования и расчета данного оборудования на основе различных критериев оценки эффективности работы.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: Основные понятия, определения и инструменты математического анализа и математической статистики.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Основные понятия, определения и инструменты математического анализа и математической статистики; Основные математические модели; Современный уровень и перспективы дальнейшего развития в области проектирования, исследования и повышения эффективности теплотехнического оборудования и систем.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: Основные понятия, определения и инструменты математического анализа и математической статистики; Основные математические модели; Современный уровень и перспективы дальнейшего развития в области проектирования, исследования и повышения эффективности теплотехнического оборудования и систем; Приемы и методы моделирования и расчета данного оборудования на основе различных критериев оценки эффективности работы.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: Основные понятия, определения и инструменты математического анализа и математической статистики; Основные математические модели; Современный уровень и перспективы дальнейшего развития в области проектирования, исследования и повышения эффективности теплотехнического оборудования и систем; Приемы и методы моделирования и расчета данного оборудования на основе различных критериев оценки эффективности работы.
уметь: Использовать математический язык и математическую символику	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать математический	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений:	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений:	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений:

при построении математических моделей; Обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные.	язык и математическую символику при построении математических моделей; обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные.	использовать математический язык и математическую символику при построении математических моделей; обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные.	использовать математический язык и математическую символику при построении математических моделей; обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные.	использовать математический язык и математическую символику при построении математических моделей; обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные.
владеть: Методами математического моделирования; Методами расчета теплотехнического оборудования и систем; Методиками разработки и применения различных критериев эффективности и качества работы теплотехнического оборудования и систем.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами математического моделирования; методами расчета теплотехнического оборудования и систем; методиками разработки и применения различных критериев эффективности и качества работы теплотехнического оборудования и систем.	Обучающийся владеет методами самоорганизации и самоанализа в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения методами математического моделирования; методами расчета теплотехнического оборудования и систем; методиками разработки и применения различных критериев эффективности и качества работы теплотехнического оборудования и систем.	Обучающийся частично владеет методами самоорганизации и самоанализа, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при владении методами математического моделирования; методами расчета теплотехнического оборудования и систем; методиками разработки и применения различных критериев эффективности и качества работы теплотехнического оборудования и систем.	Обучающийся в полном объеме владеет методами самоорганизации и самоанализа, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

ОПК-4 - способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности				
знать: Основные понятия, определения и инструменты математического анализа и математической статистики; Основные математические модели; Современный уровень и перспективы дальнейшего развития в области проектирования, исследования и повышения эффективности теплотехнического оборудования и систем; Приемы и методы моделирования и расчета данного оборудования на основе различных критериев оценки эффективности работы.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: Основные понятия, определения и инструменты математического анализа и математической статистики.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Основные понятия, определения и инструменты математического анализа и математической статистики; Основные математические модели; Современный уровень и перспективы дальнейшего развития в области проектирования, исследования и повышения эффективности теплотехнического оборудования и систем.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: Основные понятия, определения и инструменты математического анализа и математической статистики; Основные математические модели; Современный уровень и перспективы дальнейшего развития в области проектирования, исследования и повышения эффективности теплотехнического оборудования и систем; Приемы и методы моделирования и расчета данного оборудования на основе различных критериев оценки эффективности работы.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: Основные понятия, определения и инструменты математического анализа и математической статистики; Основные математические модели; Современный уровень и перспективы дальнейшего развития в области проектирования, исследования и повышения эффективности теплотехнического оборудования и систем; Приемы и методы моделирования и расчета данного оборудования на основе различных критериев оценки эффективности работы.

уметь: Использовать математический язык и математическую символику при построении математических моделей; Обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать математический язык и математическую символику при построении математических моделей; обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать математический язык и математическую символику при построении математических моделей; обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать математический язык и математическую символику при построении математических моделей; обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать математический язык и математическую символику при построении математических моделей; обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные.
владеть: Методами математического моделирования; Методами расчета теплотехнического оборудования и систем; Методиками разработки и применения различных критериев эффективности и качества работы теплотехнического оборудования и систем.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами математического моделирования; методами расчета теплотехнического оборудования и систем; методиками разработки и применения различных критериев эффективности и качества работы теплотехнического оборудования и систем.	Обучающийся владеет методами самоорганизации и самоонализа в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения методами математического моделирования; методами расчета теплотехнического оборудования и систем; методиками разработки и применения различных критериев эффективности и качества работы теплотехнического оборудования и систем.	Обучающийся частично владеет методами самоорганизации и самоонализа, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при владении методами математического моделирования; методами расчета теплотехнического оборудования и систем; методиками разработки и применения различных критериев эффективност	Обучающийся в полном объеме владеет методами самоорганизации и самоонализа, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

			и и качества работы теплотехнического оборудования и систем.	

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 «Теплоэнергетические системы промышленных предприятий»

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	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.*
Удовлетворительно	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.*

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 Приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Петров, М.Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.Н. Петров, Г.В. Гудков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 464 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/661. — Загл. с экрана.

2. Гойдо, М.Е. Проектирование объемных гидроприводов [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2009. — 304 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/729. — Загл. с экрана.

3. Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.В. Кудинов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 208 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/56168. — Загл. с экрана.

б) дополнительная литература:

1. Фокин Г.А. Автономные источники электрической и тепловой энергии для магистральных газопроводов и газораспределительных станций [Электронный ресурс]: монография — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2015. — 164 с.

2. Гусева, Е.Н. Экономико-математическое моделирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : ФЛИНТА, 2017. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/85887. — Загл. с экрана.

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/lib/content/elektronnyy-katalog в разделе «Электронный каталог».

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

http://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskie-problemy-teplosnabzheniya-v-rossii

http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.75.27.7

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, АВ2404 оснащенная оргтехникой и мультимедиа средствами (проектор, ПК и др.).

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Дисциплина предусматривает лекции – 1 час неделю, практические занятия – 1 час в неделю. Изучение курса завершается зачетом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время лекции студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратится за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Практические занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов.

Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса

относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции.

Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к практическим занятиям необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

При подготовке к зачету в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к зачету нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Преподавание дисциплины «Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики» имеет своей целью ознакомить студентов с достижениями в области прикладной теплоэнергетики, добиться уяснения ими основных методов автоматизированного проектирования теплоэнергетических систем, порядка их применения, 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 требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ПрООП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и профилю «Теплоэнергетические установки, системы и комплексы»

Авторы

Доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика»
к.т.н., доцент Л.А. Марюшин

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

Согласовано:

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

Руководитель ООП Е.А. Чугаев

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики» по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (бакалавр)

	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	РГР	Реф.	К/р	Э	З
Тема 1	**Лекция.** Математическое моделирование и алгоритмизация в теплоэнергетике.	4	1-3	6			20						
	Семинар.	4	3-4		6								
Тема 2	**Лекция.** Принципы построения математических моделей теплоэнергетического оборудования, оптимизация параметров работы и конструкции элементов.	4	5-7	6			25						
	Семинар	4	7-9		6				+				
Тема 3	**Лекция.** Моделирование и исследование работы оборудования и тепловых схем ТЭС.	4	10-12	6			25						
	Семинар	4	13		8								
Тема 4	**Лекция.** Методы моделирования на основе графоаналитического представления объектов исследования.	4	14-16	8			20						
	Семинар	4	17		8								
	Форма аттестации		18									+	
	Всего часов по дисциплине			26	28	18	90						

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): «Теплоэнергетические установки, системы и комплексы»

Форма обучения: очная

Кафедра: «Промышленная теплоэнергетика»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Оценочные средства
3. Перечень расчетно-графических работ
4. Список вопросов для зачёта

Москва, 2022

Таблица 1 к приложению 2

1. Паспорт фонда оценочных средств

Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики					
ФГОС ВО **13.03.01 Теплотехника и теплоэнергетика**					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования**	**Форма оценочного средства**	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-2	способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	**знать:** • Основные понятия, определения и инструменты математического анализа и математической статистики; • Основные математические модели; • Современный уровень и перспективы дальнейшего развития в области проектирования, исследования и повышения эффективности теплотехнического оборудования и систем; • Приемы и методы	Лекция, семинарские занятия, решение ситуационных задач, СРС	Выполнение РГР, сдача зачета	Базовый уровень: способен к самоорганизации и самообразованию. Повышенный уровень: способен к самоорганизации и самообразованию в нестандартных ситуациях с их последующим анализом

ОПК-4	способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	**знать:** • Основные понятия, определения и инструменты математического анализа и математической статистики; • Основные математические модели; • Современный уровень и перспективы дальнейшего развития в области проектирования, исследования и повышения эффективности теплотехнического оборудования и систем; • Приемы и методы	Лекция, семинарские занятия, решение ситуационных задач, СРС	Выполнение РГР, сдача зачета	Базовый уровень: способен к самоорганизации и самообразованию. Повышенный уровень: способен к самоорганизации и самообразованию в нестандартных 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

1. Расчет теплового баланса теплообменного аппарата.
2. Расчет процессов теплоотдачи при вынужденной конвекции.
3. Расчет процессов теплоотдачи при свободной конвекции.
4. Тепловой конструктивный расчет теплообменного аппарата без изменения агрегатного состояния теплоносителей.
5. Тепловой конструктивный расчет теплообменного аппарата при наличии фазовых переходов теплоносителей.
6. Тепловой конструктивный расчет теплообменного аппарата типа «труба в трубе».
7. Расчет теплового баланса для пароперегревателя КУ.
8. Расчет теплового баланса для испарителя КУ.
9. Расчет теплового баланса для экономайзера КУ.
10. Расчет поверхности нагрева КУ.
11. Расчет требуемого напора тепловой сети.
12. Расчет сетевого теплообменника для систем теплоснабжения.
13. Расчет теплопотребления различными группами теплопотребителей.
14. Расчет показателей турбин по энергетическим характеристикам.
15. Выбор профиля турбинного оборудования ТЭЦ.

Перечень расчетно-графических работ по дисциплине

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонд
1	Моделирование работы рекуперативных теплообменных аппаратов при наличии фазовых переходов	Практические работы направлена на формирование умений и навыков по расчету основного и вспомогательного оборудования.	На одну работу отводится одно занятие. Студенту предлагаются варианты заданий для решения задачи по заранее определенной методике. Работа оценивается по шкале от 2 до 5 баллов. Освоение компетенций зависит от результата решения задачи: 5 баллов - компетенции считаются
2	Математическая модель и анализ эффективности работы котла-утилизатора		
3	Определение оптимального удельного падения давления в сети		
4	Выбор профиля турбинного оборудования ТЭЦ		

			освоенными на продвинутом уровне; 4 балла - компетенции считаются освоенными на базовом уровне; 3 балла - компетенции считаются освоенными на удовлетворительном уровне; 2 балла - компетенции считаются не освоенными.

Список вопросов для экзамена

1. Теплоэнергетические системы и их элементы.
2. Критерии эффективности ТЭС ПП.
3. Математическое моделирование ТЭУ.
4. Оптимальная последовательность расчета ТЭУ.
5. Анализ структуры сложных систем; матрицы достижимости, контрдостижимости, пересечений; их применение.
6. Принципы декомпозиции многосвязных систем.
7. Первый и второй закон Киргоффа для гидравлических цепей.
8. Модели потокораспределения гидравлических сетей.
9. Математическое моделирование рекуперативных теплообменников.
10. Постановка задачи оптимизации теплообменников.
11. Обобщенная модель рекуперативных теплообменников.
12. Аналитическое определение сезонного отпуска теплоты технологическим потребителям.
13. Аналитическое определение сезонного отпуска теплоты сантехническим потребителям.
14. Выбор числа и типов турбин на ТЭЦ.
15. Аналитический метод определения оптимального коэффициента теплофикации.
16. Оптимизация коэффициента теплофикации в условиях ограничений.
17. Распределение нагрузок между конденсационными энергоблоками.
18. Распределение тепловых и электрических нагрузок на ТЭЦ.
19. Определение оптимального удельного падения давления в сети.
20. Выбор профиля турбинного оборудования ТЭЦ с использованием ЭВМ.
21. Расчет энергетических показателей турбин по энергетическим характеристикам.
22. Оптимизация расчетного коэффициента теплофикации.
23. Расчет принципиальной схемы турбин типа Т.
24. Расчет принципиальной тепловой схемы турбин типа ПТ.
25. Распределение оптимальной расчетной температуры воды в сети.
26. Расчет показателей турбин по диаграммам режимов работы.

27. Методы получения аналитических зависимостей для описания характеристик оборудования ТЭЦ.
28. Привести алгоритм расчета теплообменного аппарата без изменения агрегатного состояния теплоносителей.
29. Привести алгоритм расчета теплообменного аппарата при наличии фазовых переходов теплоносителей.
30. Привести алгоритм расчета теплообменного аппарата типа «труба в трубе».
31. Привести алгоритм расчета теплового баланса для пароперегревателя КУ.
32. Привести алгоритм расчета теплового баланса для испарителя КУ.
33. Привести алгоритм расчета теплового баланса для экономайзера КУ.
34. Привести алгоритм расчета поверхности нагрева КУ.
35. Привести алгоритм расчета требуемого напора тепловой сети.
36. Привести алгоритм расчета сетевого теплообменника для систем теплоснабжения.
37. Привести алгоритм расчета теплопотребления различными группами теплопотребителей.
38. Привести алгоритм расчета показателей турбин по энергетическим характеристикам.
39. Привести алгоритм выбора профиля турбинного оборудования ТЭЦ.
40. Выполнить анализ предложенной схемы на наличие контуров «методом прадерева с корнем»
41. Выполнить анализ предложенной схемы на наличие контуров на основе матрицы изоморфности.
42. Выполнить структурный анализ предложенной технологической схемы.
43. Представить модель потокораспределения для предложенной схемы гидравлической сети.