Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 02.09.2023 15:24:12
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и городского хозяйства
К.И. Лушин
«__» _____ 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики»

Направление подготовки
13.03.03 Энергетическое машиностроение

Профиль
Автоматизированные энергетические установки

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва
2020

1. Цели освоения дисциплины

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

– формирование знаний о современных принципах, методах и средствах проектирования и расчета аппаратов энергетики;

– выработка навыков у студентов самостоятельно формулировать и решать задачи проектирования и расчета аппаратов энергетики;

– 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 расчета аппаратов энергетики.

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

– выработать навыки у студентов самостоятельно формулировать задачи проектирования и расчета аппаратов энергетики и использования их в промышленных установках;

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

– научить анализировать существующие методики проектирования и расчета аппаратов энергетики и внедрять необходимые изменения в их структуре с позиций повышения эффективности и энергосбережения;

– дать информацию о новых методах проектирования и расчета аппаратов энергетики в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать преимущества и недостатки систем использования и передачи теплоты;

– научить анализировать результаты моделирования тепломассообменных аппаратов, производить поиск оптимизационного решения для энергетических систем.

2. Место дисциплины в структуре ООП

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

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

— Оборудование газораспределительных станций;

— Общие вопросы энергетики;

— Гибридные силовые энергоустановки;

— Основы разработки производственно-технологической документации и локальных нормативных документов.

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 разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	**Знать:** методики проведения теоретического и экспериментального исследования **Уметь:** применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования **Владеть:** навыками проведения теоретического и экспериментального исследования
ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	**знать:** методы обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования **уметь:** обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического оборудования **владеть:** методами эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единиц, т.е. **144** академических часов (из них 26 часов – лекции, 28 часов – семинарские занятия, 18 часов – лабораторных работ, 72 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики» изучаются на втором курсе в **четвертом** семестре.

Структура и содержание дисциплины «Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Четвертый семестр

Тема 1. Технологическое проектирование энергетических объектов.

Основные математические операции в вычислительных методах физики. Методическое обеспечение интегрированной системы автоматизированного проектирования теплообменных аппаратов (САПР СТА). Выбор источника энергии. Выбор инженерных сетей энергоснабжения. Выбор распределительных устройств. Выбор аппаратов управления и защиты. Выбор систем канализации энергии.

Тема 2. Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения.

Типы, назначение, области применения. Тенденции развития теплогенерирующих установок. Теплоэнергетические установки, работающие на органическом топливе, ядерной энергии и на возобновляемых источниках энергии (тепло недр земли и толщи морей, солнечная энергия). Процессы теплообмена и гидродинамики в теплоэнергетическом оборудовании. Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Изучение основных элементов теплогенерирующих установок: испарительные поверхности, пароперегреватели, водяные экономайзеры, воздухоподогреватели. Типы, конструкции, тепловые схемы.

Тема 3. Турбинные энергетические установки.

Типы, конструкции, назначение, области применения. Типы паротурбинных установок и их термический КПД. Тепловой процесс турбинной ступени. Изучение конструкций паровых турбин. Конструкции роторов паровых турбин и подшипники. Типы газотурбинных установок (ГТУ), назначение, области применения, конструкции, тепловые схемы. Их циклы. Устройство ГТУ. Конструкция воздушного компрессора и турбины. Последовательность операций запуска и маневрирования турбины.

Тема 4. Нагнетательные машины теплоэнергетических установок и систем.

Область применения различных нагнетательных машин (насосов, вентиляторов и компрессоров). Параметры (нагнетательных) машин, подающих жидкости и газы.

Принцип действия и конструктивное исполнение центробежных насосов и вентиляторов. Поршневые и роторные компрессоры. Принцип действия, классификация и схемы поршневых компрессоров. Ротационно-пластинчатые, винтовые компрессоры.

Тема 5. Тепловые насосы.

Понятие теплового насоса, классификация. Источники низкопотенциальной энергии. Парокомпрессионные тепловые насосы. Принципиальная схема. Рабочий цикл теплового насоса и его расчет.

Исследование рабочего цикла теплового насоса. Обратный цикл и оборачиваемость теплового насоса.

Тема 6. Общая характеристика промышленных потребителей теплоэнергетических ресурсов.

Классификация теплоиспользующих установок. Теплообменные аппараты рекуперативного и регенеративного типа. Основные конструкции: кожухотрубные, секционные теплообменники, теплообменники с оребренными трубами, пластинчатые теплообменники, их виды, змеевиковые и спиральные теплообменники. Эффективность теплообменников. Сравнительные исследования пластинчатого и кожухотрубного водо-водяного теплообменного аппарата. Методика расчета и подбора теплообменных аппаратов. Методы интенсификации теплообмена. Исследование водо-воздушного теплообменного аппарата (калорифера). Определение коэффициента теплопередачи.

Тема 7. Смесительные теплообменные аппараты.

Принцип действия, области применения и конструкции смесительных теплообменников. Испарители и конденсаторы смесительного типа. Оросительные камеры увлажнения. Процессы обработки воздуха в прямоточных и противоточных скрубберах. Конденсационные теплообменники для глубокой утилизации теплоты влажных газов: продуктов сгорания, вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента; конструкции, принцип действия, методы расчета.

Расчет смесительных теплообменников. Коэффициенты теплопередачи в смесительных теплообменниках. Основные процессы обработки воздуха в H-d диаграмме. Тепловой баланс смесительного аппарата. Построение процесса изменения состояния воздуха в смесительном теплообменнике.

Тема 8. Испарительные, опреснительные, выпарные, кристаллизационные, перегонные и ректификационные установки.

Основные конструкции выпарных аппаратов. Процессы выпаривания и кристаллизации. Тепловые схемы выпарных и опреснительных установок, методика расчета.

Изучение конструкции и принципа работы выпарной установки.

Способы перегонки. Схема установок для простой и молекулярной дистилляции. Ректификация. Схема ректификационной установки периодического действия. Материальный и тепловой баланс ректификационной колонны. Изучение конструкции и принципа работы деаэратора.

Тема 9. Сушильные установки.

Понятия о процессе сушки. Конвективная, контактная, радиационная, диэлектрическая и сублимационная сушки.

Кинетика и динамика сушки. Равновесное и критическое влагосодержание. Тепловой и материальный баланс конвективной сушильной установки. Способы интенсификации процесса сушки.

Изучение конструкций и принципа работы сушильных установок

Построение процесса сушки в h-d диаграмме влажного газа.

Тема 10. Особенности проектирования объектов возобновляемой энергетики.

Особенности проектирования гелиосистем. Особенности проектирования ветрогенераторных установок и комплексов. Проектирование биогазовых установок. Проектирование установок, использующих биомассу (дрова, пеллеты, брикеты, отходы сельскохозяйственного производства). Проектирование установок с тепловыми насосами.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики» 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;

– 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 современного проектирования и 3D-моделирования тепломассообменных аппаратов, а также эффективных методов эксплуатации оборудования и объектов энергетических промышленных систем.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «**Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики**».

Проведение занятий предусматривается также на сайте http://online.mospolytech.ru на основе разработанных кафедрой «Промышленная теплоэнергетика» электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем темам дисциплины:

Дисциплина	Ссылка
Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики	https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=2852

Разработанные ЭОР включают промежуточные и итоговые тесты.

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 четвёртом семестре:

- подготовка и выступление на семинарском занятии с презентацией и обсуждением на тему «Смесительные теплообменные аппараты» (индивидуально для каждого обучающегося);
- выполнение тестового задания (по вариантам)».

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 расчетной работе.

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

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 разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

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 разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	Оценка «неудовлетворительно» или отсутствие сформированности компетенции	**Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции**	**Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции**	**Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции**
знать: методы обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования, свободно оперирует приобретенными знаниями.

		новые ситуации.		
уметь: Обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического оборудования	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического оборудования	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического оборудования, Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического оборудования. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического оборудования. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: методами эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования	Обучающийся владеет методами эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточност	Обучающийся частично владеет методами эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования, навыки освоены, но допускаются незначитель	Обучающийся в полном объеме владеет методами эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной

		ь владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	ные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	сложности.
ОПК-4 - Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин				
знать: методы обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования. 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: методы обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: Обеспечивать бесперебойную	Обучающийся не умеет или в недостаточной	Обучающийся демонстрирует неполное	Обучающийся демонстриру	Обучающийся демонстрирует полное

работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического оборудования	степени умеет обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического оборудования	соответствие следующих умений: обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического оборудования, Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	ет частичное соответствие следующих умений: обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического оборудования. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	соответствие следующих умений: обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического оборудования. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: методами эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования	Обучающийся владеет методами эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся	Обучающийся частично владеет методами эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитическ	Обучающийся в полном объеме владеет методами эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического оборудования, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

		испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	их операциях, переносе умений на новые, нестандартные 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 «Использование вторичных энергоресурсов в промышленности» (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:

Григорьев Б.А., Тепломассообмен: учебник для вузов [Электронный ресурс]: учеб. / Григорьев Б.А., Цветков Ф.Ф.. — Электрон. дан. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2011. — 562 с.

Козлов В.Г. Тепломассообмен [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие — Электрон. дан. — Москва: ТУСУР, 2012. — 15 с.

Цветков О.Б. Термодинамики и теплопередача: Метод. указания к контрольным работам для студентов. [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / О.Б. Цветков, Ю.А. Лаптев. — Электрон. дан. — СПб.: НИУ ИТМО, 2008. — 52 с.

Примеры и задачи по тепломассообмену [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.С. Логинов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 256 с.

Таранова Л.В. Теплообменные аппараты и методы их расчета: учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. — 152 с.

б) дополнительная литература:

Бакланова В.Г. Теплообменные аппараты низкотемпературных установок и систем термостатирования. Часть 1. «Аппараты трубчатого и пластинчато- ребристого типов» [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Г. Бакланова, Ю.А. Шевич. — Электрон. дан. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 68 с.

Цветков О.Б. Расчет горизонтального кожухотрубного испарителя холодильной установки [Электронный ресурс] / О.Б. Цветков, Ю.А. Лаптев, Г.Л. Пятаков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2008. — 31 с.

Федоров К.М. Процессы и аппараты пищевых производств. Курсовое проектирование. Ч. 2. Выпарные установки [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / К.М. Федоров, Ю.Н. Гуляева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2014. — 40 с.

Липин А.Г. Энергосбережение в сушильных установках [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Иваново: ИГХТУ, 2012. — 48 с.

Щитов С.В., Самарина Ю.Р., Краснощёкова Т.А., Шарвадзе Р.Л., Капустина Н.А. Обоснование конструктивно-режимных параметров инфракрасной сушильной установки. Дальневосточный аграрный вестник, 2016. №4

Расчет рекуперативного парожидкостного теплообменного аппарата [Электронный ресурс]: метод. указ. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2016. — 48 с.

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

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, практических занятий, самостоятельной работы. АВ2402, АВ2403, АВ2414. 115280 г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16. Комплекты мебели для учебного процесса.

АВ2404. 115280 г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16. Комплекты мебели для учебного процесса. Проектор, интерактивная доска, ПК.

АВ2406. 115280 г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16. Комплекты мебели для учебного процесса.

Маркерная доска. Ноутбук.

Лабораторные установки:

- «Определение коэффициента теплоотдачи методом регулярного режима»;

- «Определение коэффициента теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкости на цилиндре»;

- «Определение коэффициента теплопроводности твердых тел методом цилиндрического слоя».

Лабораторная установка («Valtec») «Модель системы отопления и теплоснабжения индивидуального жилого дома».

Элементы теплоэнергетического оборудования и систем.

АВ2415. 115280 г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16. Комплекты мебели для учебного процесса.

Лабораторные установки:

- «Определение коэффициента температуропроводности стали методом регулярного режима»;

- «Определение коэффициента теплопередачи при вынужденном течении жидкости в трубе (труба в трубе)»

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: 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», профиль «Автоматизированные энергетические установки». – М.: Изд-во Московского политеха, - 46 с.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Преподавание дисциплины «Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики» имеет своей целью ознакомить студентов с достижениями в области прикладной энергетики, добиться уяснения ими основных правил расчета, проектирования и эксплуатации тепломассообменных аппаратов в теплоэнергетике, порядка их применения, привить им практические навыки использования этих знаний к конкретным жизненным 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) бакалавров 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 бакалавров 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 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», профиль «Автоматизированные энергетические установки»

Авторы

Ст. преподаватель
кафедры «Промышленная теплоэнергетика» И.Л. Савельев

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 И.Л. Савельев

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики» по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» (бакалавр)

	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
	Четвёртый семестр													
Тема 1	**Лекция. Технологическое проектирование энергетических объектов**	4	2			8								
	Семинарское занятие			4										
Тема 2	**Лекция. Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения**	4	1			10								
	Семинарское занятие			4							+			
Тема 3	**Лекция. Турбинные энергетические установки**	4	2			10								
	Семинарское занятие			4								+		
Тема 4	**Лекция. Нагнетательные машины теплоэнергетических установок и систем**	4	2			10								
	Семинарское занятие			2							+			
Тема 5	**Лекция. Тепловые насосы**	4	2			10								
	Лабораторные работы				4									
	Семинарское занятие			2										
Тема 6	**Лекция. Общая характеристика промышленных потребителей теплоэнергетических ресурсов**	4	2			10								
	Лабораторные работы				4									
	Семинарское занятие			4								+		
Тема 7	**Лекция. Смесительные теплообменные аппараты**	4	1			8								
	Лабораторные работы				4							+		
	Семинарское занятие			2										
Тема 8	**Лекция. Испарительные, опреснительные, выпарные, кристаллизационные, перегонные и ректификационные установки**	4	2			8								
	Лабораторные работы				4									
	Семинарское занятие			4										
Тема 9	**Лекция. Сушильные установки**	4	2			8								
	Лабораторные работы				2									

	Семинарское занятие			4										
Тема 10	**Лекция. Особенности проектирования объектов возобновляемой энергетики**	4	2			8								
	Лабораторные работы													
	Семинарское занятие			4										
	Итоговое тестирование			2										
	Форма аттестации												Э	
	Всего часов по дисциплине в четвертом семестре	**144**	**26**	**28**	**18**	72								

Приложение 2

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

Направление подготовки: 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»
ОП (профиль): «Автоматизированные энергетические установки»
Форма обучения: очная

Кафедра: «Промышленная теплоэнергетика»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики»

Москва
2020

Таблица 1
к приложению 2

Паспорт фонда оценочных средств

Основы проектирования и расчета аппаратов энергетики					
ФГОС ВО 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования**	**Форма оценочного средства**	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-2	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	**Знать:** методики проведения теоретического и экспериментального исследования **Уметь:** применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования **Владеть:** навыками проведения теоретического и экспериментального исследования	Лекция-беседа СРС	Собеседование Отзыв-характеристика	Базовый уровень: способен конструировать автоматизированные энергетические установки в стандартных производственных ситуациях. Повышенный уровень: способен конструировать автоматизированные энергетические установки в нестандартных производственных ситуациях с их последующим анализом

ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	**Знать:** факторы, влияющие на самоорганизацию и самообразование в области профессиональной деятельности. **Уметь:** планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов анализа, оценивать и прогнозировать последствия своей социальной и профессиональной деятельности. **Владеть:** формами и методами самообучения и самоконтроля.	Лекция-беседа СРС	Собеседование. Отзыв-характеристика. Отчетные материалы по практике.	Базовый уровень: способен обеспечивать разработку мероприятий по совершенствованию технологии производства в стандартных производственных ситуациях Повышенный уровень: способен обеспечивать разработку мероприятий по совершенствованию технологии производства 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

1. Изучение программ АВТОКАД, КОСМОС, SWET, 3D studio Max.
2. Разработка рабочих чертежей в системе АВТОКАД, КОМПАС, в т.ч.:
- внешнего энергоснабжения;
- электрического освещения;
- электроприводов;
- электротермических установок;
- гелиосистем;
- ветрогенераторной установки;
- биогазовой установки;
- котельной на биотопливе;
- теплового насоса;
- распределительных устройств и канализации энергии;
- средств учета энергии и автоматизации учета (АСКУЭ).
3. Расчет параметров и проектирование объектов теплоэнергетики.
4. Расчет оборудования систем горячего водоснабжения (ГВС).
5. Расчет оборудования систем вентиляции.
6. Расчет аппаратов систем ХВС.

Приложение 4

Примеры задач для семинарских занятий

Задача 1: Обосновать параметры греющего пара, определить его расход и поверхность теплопередачи подогревателя, в котором 5 кг/с жидкости с теплоемкостью 2,4 кДж/(кг·ºС) нагревается от температуры 20 ºС до температуры 130 ºС. Коэффициент теплопередачи равен 500 Вт/(м^2·ºС).

Задача 2*:* Можно ли охладить в противоточном теплообменнике 2 кг/с продукта, имеющего среднюю удельную теплоемкость 2,0 кДж/(кг·ºС) с температуры 120 ºС до температуры 40 ºС, если вода входит с начальной температурой 20 ºС, расход ее составляет 0,3 кг/с? До какой предельной температуры можно охладить продукт при заданных расходах и площади поверхности теплообмена стремящийся к бесконечности?

Задача 3: По данным теплотехнических испытаний жидкость в количестве 3,5 кг/с подогревается в теплообменнике от 60 ºС до 130 ºС. Теплоемкость жидкости 3,2 кДж/(кг·ºС). Давление сухого насыщенного пара 0,6 МПа, расход 0,5 кг/с. Определить коэффициент сохранения тепла и действительный коэффициент теплопередачи, если площадь поверхности теплопередачи аппарата 20 м^2.

Задача 4: Давление в корпусах трехкорпусной выпарной установки – 0,33; 0,2; 0,02 МПа. Начальная температура раствора 80 ºС, расход 10 т/час, теплоемкость 2,4 кДж/(кг·ºС). Определить расходы экстрапара для подогревателей исходного раствора.

Задача 5: Определить количество выпариваемой воды по корпусам трехкорпусной выпарной установки, если расход исходного раствора 4 кг/с, концентрация 10 масс. %. Конечная концентрация 25 масс. %. Отбор экстрапара из первого корпуса 0,4 кг/с, из второго - 0,6 кг/с.

Задача 6: Определить расход пара в кипятильнике ректификационной колонны атмосферного типа для разделения 3 кг/с смеси бензол-толуол, если концентрация бензола в питании 30 масс. %, в ректификате 96 масс. %, в кубовой жидкости 1 масс. %. Теплоемкость толуола 2,0 кДж/(кг·ºС), температура кипения 110 ºС. Давление греющего пара 0,4 МПа. Ордината полюса исчерпывающей части колонны на тепловой диаграмме составляет -40 кДж/кг.

Задача 7: Определить расход охлаждающей воды и поверхность теплопередачи дефлегматора ректификационной колонны для разделения 4 кг/с смеси этиловый спирт-вода, если концентрация спирта в питании 15 масс. %, в ректификате 96 масс. %, в кубовой жидкости 0,5 масс. %, удельная теплота испарения 800 кДж/кг, температура кипения 78 ºС. Ордината полюса укрепляющей части колонны на тепловой диаграмме 3360 кДж/кг. Коэффициент теплопередачи в дефлегматоре 600 Вт/(м^2·ºС).

Задача 8: Определить размеры противоточной барабанной сушилки, в которой 2 кг/с материала подсушивается от начальной влажности 10% до

конечной влажности 1%. Параметры окружающего воздуха: температура 10 °С, относительная влажность 60%. После сушилки: температура 50 °С, относительная влажность 25%. Напряжение сушилки по влаге принять 0,001 кг/(м^3·с).

Задача 9: Определить время сушки в сушилке кипящего слоя, в которой сушится 2,5 кг/с материала от начальной влажности 5% до конечной 0,5%. Температура сушильного агента на входе 120 °С, на выходе 50 °С; материала на входе 20 °С, на выходе 45 °С. Диаметр частиц 3 мм, теплоемкость подсушенного материала 1,4 кДж/(кг·°С), истинная плотность 1500 кг/м^3, коэффициент теплоотдачи от сушильного агента к материалу 30 Вт/(м^2·°С).

Приложение 5

Вопросы к экзамену

1. В чем различия между проектированием и конструированием объектов энергетики?
2. Что такое разработка изделия, в чем она заключается?
3. Назовите цели и содержание технического задания на проектирование энергоустановок.
4. Каков объем работ при выполнении эскизного проекта?
5. Каков объем работ при выполнении технического проекта?
6. Каковы цели автоматизации проектирования аппаратов энергетики?
7. Каковы принципы разработки САПР энергоустановок?
8. Какие основные требования к энергетическим установкам включаются в ТЗ на их проектирование?
9. Как оценивается экономическая эффективность энергетических ГТ и КУ?
10. Как оценивается надежность работы энергетических ГТ и КУ?
11. Как следует подходить к выбору схемы и параметров энергетических установок на органическом топливе?
12. Опишите принципиальные тепловые схемы ПГУ и ГПУ, их достоинства и недостатки.
13. Какими путями может быть достигнут КПД энергетических установок на уровне 45…50 %? Приведите примеры проектных разработок таких установок.
14. Каким образом можно значительно уменьшить потерю химически подготовленной питательной воды с уходящими газами в газопаровых установках открытого цикла?
15. Оборудование для обеспечения подогрева, поступающего в вентиляционные системы зданий наружного воздуха.
16. Оборудование для обеспечения необходимого давления в системах водоснабжения потребителей.
17. Из каких условий следует исходить при проектировании энергетических полузамкнутых и замкнутых установок на органическом топливе?
18. Теплообменное и теплоэнергетическое оборудование: особенности и применение.
19. Перечислите проблемы проектирования солнечных энергоустановок с турбинными преобразователями энергии и назовите пути их решения.
20. В чем суть проблем проектирования ветротурбинных энергоустановок большой мощности и как они решаются?
21. Каковы критерии выбора рабочего тела установок на ядерной энергии?
22. Классификация теплообменного оборудования.

23. Что относят к теплоэнергетическому оборудованию?

24. Повышение эффективности теплоэнергетического оборудования.

25. Обеспечение эффективной работы тепло- и массообменного оборудования (испарителей, парогенераторов, конденсаторов, деаэраторов, подогревателей, охладителей) тепловых и атомных электростанций, котельных, теплопунктов промышленных предприятий и жилищно-коммунального хозяйства, особенно входящего в состав систем водоподготовки, тепло- и водоснабжения и непосредственно влияющего на качество приготовляемой воды.

26. Применение в теплоэнергетике технологии горизонтально-трубных пленочных аппаратов (ГТПА).

27. Тенденции развития теплогенерирующих установок.

28. Теплоэнергетические установки, работающие на органическом топливе, ядерной энергии и на возобновляемых источниках энергии (тепло недр земли и толщи морей, солнечная энергия).

29. Процессы теплообмена и гидродинамики в теплоэнергетическом оборудовании. Уравнения теплового баланса и теплопередачи.

30. Основные элементы теплогенерирующих установок: испарительные поверхности, пароперегреватели, водяные экономайзеры, воздухоподогреватели. Типы, конструкции, тепловые схемы.

31. Нагнетательные машины теплоэнергетических установок и систем. Область применения различных нагнетательных машин (насосов, вентиляторов и компрессоров). Параметры (нагнетательных) машин, подающих жидкости и газы.

32. Общая характеристика промышленных потребителей теплоэнергетических ресурсов. Классификация теплоиспользующих установок. Теплообменные аппараты рекуперативного и регенеративного типа.

33. Основные конструкции: кожухотрубные, секционные теплообменники, теплообменники с оребренными трубами, пластинчатые теплообменники, их виды, змеевиковые и спиральные теплообменники. Эффективность теплообменников.

34. Методика расчета и подбора теплообменных аппаратов. Методы интенсификации теплообмена.

35. Расчет параметров водо-воздушного теплообменного аппарата (калорифера). Определение коэффициента теплопередачи.

36. Смесительные теплообменные аппараты. Принцип действия, области применения и конструкции смесительных теплообменников.

37. Испарители и конденсаторы смесительного типа. Оросительные камеры увлажнения. Процессы обработки воздуха в прямоточных и противоточных скрубберах. Конденсационные теплообменники для глубокой утилизации теплоты влажных газов: продуктов сгорания, вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента; конструкции, принцип действия, методы расчета.