

Направление подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
Магистерская программа «Энергообеспечение предприятий»
Тепломассообменные процессы и установки
РПД Б1.Б.5 «Методы термoeкономического анализа сложных
теплоэнергетических систем»



Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора филиала
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске по учебно-
методической работе
В.В. Рожков
« 26 » 05 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОДЫ ТЕРМОЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
СЛОЖНЫХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

(оформление дисциплины)

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Магистерская программа: Энергообеспечение предприятий.
Тепломассообменные процессы и установки

Уровень высшего образования: магистратура

Нормативный срок обучения: 2 года 3 мес.

Форма обучения: заочная

Смоленск – 2017 г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к расчетно-проектной и проектно-конструкторской и к научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

ОК-2-«способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы»;

ПК-1 – «способность формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов»:

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основы энергетики, в т.ч., тепло- и электроэнергетики;
- уровень развития отечественных энергетических производств;
- термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках;
- перспективные направления развития отечественных энергетических технологий;
- основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики, основные нетрадиционные источники энергии;

Уметь:

- правильно оценивать результаты расчетов; анализировать результаты решения конкретных задач с целью построения более совершенных моделей;
- применять полученные знания по физике и химии при изучении других дисциплин, выделять конкретное физическое содержание в задачах профессиональной деятельности; использовать математический аппарат и информационные технологии при проведении расчетов;
- самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по энергетическим наукам, расширять свои математические познания пользоваться справочными данными и информационными базами по характеристикам материалов и способам их обработки;
- обрабатывать и систематизировать исходную информацию, проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД;
- правильно оценивать результаты расчетов.

Владеть:

- владеть способами обработки исходных данных и перевода первичной информации на профессиональный язык методами практического использования современных компьютеров для обработки информации и основами численных методов решения инженерных задач;

- владеть первичными навыками и основными средствами решения математических задач из общепрофессиональных и специальных дисциплин профилизации;
- владеть основными современными методами постановки, исследования и решения задач термодинамики, основами термодинамического анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части обязательных дисциплин цикла Б1 образовательной программы подготовки магистров по магистерской программе «Энергообеспечение предприятий. Тепломассообменные процессы и установки», направления «Теплоэнергетика и теплотехника».

В дисциплине анализируется термодинамическая эффективность различных способов получения и использования энергии на основе эксергетического подхода. Сравниваются результаты эксергетического и энергетического анализов эффективности использования энергетических ресурсов. Выявляются преимущества эксергетического метода анализа, связанные с учетом качества различных видов энергии.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки в соответствии с ОК-2 и ПК-1, формируемые следующими предшествующими дисциплинами, предусмотренные учебным планом подготовки магистров:

Б1.В.ОД.1 «Оптимизация тепломассообменных установок»;

Б1.В.ОД.2 «Исследование режимов работы и оптимизация параметров трансформаторов тепла»;

Знания, полученные в результате освоения данной дисциплины необходимы при написании магистерской диссертации.

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

Аудиторная работа

Цикл:	Б1	семестр
Часть цикла:	базовая	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Б.5	
Часов (всего) по учебному плану:	72	2 курс
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	2	2 курс
Лекции (ЗЕТ, часов)	0,17; 6	2 курс
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0,17; 6	2 курс
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	-	2 курс
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	1,56; 56	2 курс
Зачет (ЗЕТ, часов)	0,11; 4	2 курс

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час	
Изучение материалов лекций (лк)	0,33	12
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0,33	12
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	-	

Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	0,11	4
Выполнение курсового проекта (работы)	-	
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	0,68	22
Подготовка к контрольным работам	-	
Подготовка к тестированию	-	
Подготовка к зачету	0,11	4
Всего:	1,56	56
Подготовка к экзамену	-	

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических и видов учебных занятий

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебной занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лаб	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема 1. Основные понятия эксергетического (термозкономического) анализа. Баланс эксергии и эксергетический КПД.	22	2	2	-	18	-
2	Тема 2. Эксергетический анализ теплоэнергетических установок. Эксергетические балансы технических систем	23	2	2	-	19	-
3.	Тема 3. Эксергия химических реакций. Экономические и экологические приложения эксергии.	23	2	2	-	19	-
всего 72 часов по видам учебных занятий (включая 4 часа подготовки к зачету)			6	6	-	56	-

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Основные понятия эксергетического (термозкономического) анализа. Баланс эксергии и эксергетический КПД.

Лекция 1. Предмет изучения. Способы получения энергии. Качество энергии и ее потенциал. Определение эксергии. Эксергия теплоты термодинамического процесса, неподвижной термодинамической системы и потока. Составление эксергетических балансов. Транспортная эксергия. Вычисление эксергетического КПД. Эксергетические потери в необратимых процессах, причины необратимости. Формула Гюн-Стодола. (2 часа)

Практические занятия 1. Основные понятия эксергетического анализа. Эксергетический КПД. (2 часа)

Самостоятельная работа 1. Изучение материалов лекций, подготовка к практическим занятиям. (18 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практических занятий.

Тема 2. Эксергетический анализ теплоэнергетических установок. Эксергетические балансы технических систем

Лекция 2. Эксергетический КПД паровых и газовых тепловых двигателей, коэффициенты преобразования энергии холодильных установок и тепловых насосов. Составление эксергетических балансов для компрессоров, турбин, теплообменных аппаратов. (2 часа)

Практическое занятие 2. Эксергетический анализ теплоэнергетических установок. Эксергетические балансы технических систем. (2 часа)

Самостоятельная работа 2. Изучение материалов лекций, подготовка к практическим занятиям, выполнение реферата (19 часов).

Тема 3. Эксергия химических реакций. Экономические и экологические приложения эксергии.

Лекция 3. Особенности расчета эксергии химических реакций. Техничко-экономическая оптимизация. Роль эксергии в решении экологических проблем. (2 часа)

Практическое занятие 3. Эксергия химических реакций. Экономические и экологические приложения эксергии. (2 часа)

Самостоятельная работа 3. Изучение материалов лекций, подготовка к практическим занятиям, выполнение реферата. (19 часов).

Промежуточная аттестация по дисциплине: зачет с оценкой.

Изучение дисциплины на 2-м курсе заканчивается зачетом с оценкой. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012г. № И-23.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны: методические указания по самостоятельной работе при подготовке к практическим занятиям и выполнению реферата.

6. Фонд оценочных средств, для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ОК-2, ПК-1.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (самостоятельная работа студентов).

2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, самостоятельная работа студентов, выполнение реферата).

3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе решения конкретных технических задач на практических занятиях, выполнения реферата, успешной сдачи зачета.

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Формирование компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трех-уровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины,
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик формирования компетенции по завершении освоения дисциплины,
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	продвинутый	эталонный
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень формирования каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки формирования в рамках данной дисциплины компетенции ОК-2 -«способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы»; преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в студента по практическим занятиям. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах на практических занятиях. Оценивается качество выполнения реферата.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики, основные нетрадиционные источники энергии;

умения:

- правильно оценивать результаты расчетов; анализировать результаты решения конкретных задач с целью построения более совершенных моделей;
- применять полученные знания по физике и химии при изучении других дисциплин, выделять конкретное физическое содержание в задачах профессиональной деятельности; использовать математический аппарат и информационные технологии при проведении расчетов;

присутствия **навыка:**

- использования прикладного программного обеспечения для расчета и исследования сложных теплоэнергетических систем;
- владение математическими методами выбора решения и представления результатов выполненной работы по исследованию и нахождению оптимальных решений и разработке нового теплотехнологического оборудования.

Критерии оценивания уровня формирования компетенции ОК-2 -«способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы» в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность оценивать при устном ответе перспективные направления развития энергетических технологий, представлять этапы решения исследовательской задачи в общей связи с особенностями применения различных видов анализа, соответствует пороговому уровню освоения компетенции на данном этапе ее формирования. В дополнение к пороговому – способность анализировать результаты решения конкретных задач с целью построения более совершенных моделей, предлагать приемлимые – соответствует продвинутому, наличие умения вносить коррективы и выполнять выбор методов анализа результатов исследования термозкономического анализа – соответствует эталонному уровню.

Для оценки формирования в рамках данной дисциплины компетенции ПК-1 «способность планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по практическим занятиям, качество выполнения и оформления реферата. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах на практических занятиях.

Принимается во внимание **знание** обучающимися:

- термодинамических процессов и циклов преобразования энергии, протекающих в тепло-технических установках

умения:

- самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по энергетическим наукам, расширять свои математические познания пользоваться справочными данными и информационными базами по характеристикам материалов и способам их обработки;
- обрабатывать и систематизировать исходную информацию, проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД;
- правильно оценивать результаты расчетов.

Критерии оценивания уровня формирования компетенции ПК-1 «способность планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях» в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе проведения каждого практического занятия.

Способность различать при устном ответе термозкономические особенности решения задач исследования сложных теплоэнергетических систем, понимать особенности решения задач исследования теплоэнергетических систем, понимать особенности экспериментальной работы, публично обсуждать результаты научных исследований по теме - соответствует эталонному уровню.

В процессе подготовки реферата студент изучает задание и представляет полученные результаты в виде пояснительной записки. При защите докладывает по теме реферата.

Формирование уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является зачет, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Зачет по дисциплине «Методы термозкономического анализа сложных теплоэнергетических систем» проводится в устной форме.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему на основные и дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все основные и дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомен-

дованной рабочей программой дисциплины, допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные проблемы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на большинство теоретических основных и дополнительных вопросов и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий, по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Неудовлетворительно выставляется также, если студент: после начала зачета отказался его сдавать или нарушил правила сдачи зачета (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносится оценка по зачету по дисциплине за 2 курс.

6.3 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

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закреплёнными за дисциплиной (примеры вопросов к практическим занятиям). Перечень вопросов рассматриваемых на практических занятиях содержится в методических указаниях по подготовке к практическим занятиям, самостоятельной работе и выполнению реферата по дисциплине «Методы термозкономического анализа сложных теплоэнергетических систем» (Приложение 1).

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к зачету).

1. Определение эксергии.
2. Эксергия потока вещества.
3. Эксергия потока теплоты.
4. Эксергия топлива.
5. Эксергетические потери в необратимых процессах.
6. Формула Гюи-Стодола.
5. Эксергетические потери в процессах теплообмена.
6. Эксергетический КПД.
7. Эксергетические балансы и эксергетический КПД процессов в технических системах:
 - сжатие в компрессорах;
 - расширение в турбинах;
 - теплообмен в камерах сгорания и котельных установках;
 - циклы газотурбинных установок;
 - циклы конденсационных паротурбинных установок;
 - циклы теплофикационных паротурбинных установок;

- циклы парогазовых установок,
 - циклы холодильных установок,
 - циклы теплонасосных установок.
8. Эксергия химических реакций.
 9. Применение эксергетических методов в экономике
 10. Применение эксергетических методов к проблемам экологии.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических указаниях по подготовке к практическим занятиям, самостоятельной работе и выполнению реферата по дисциплине «Методы термозкономического анализа сложных теплоэнергетических систем». (Приложение 1). В них содержатся методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям, самостоятельной работе студента и выполнению реферата.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Сазанов Б.В., Ситас В.И. Промышленные теплоэнергетические установки и системы [Электронный ресурс]: учебное пособие - Электрон.дан. - М.: Издательский дом МЭИ, 2014 - 275 с. - Режим доступа: <http://www.nelbook.ru/?book=221>
2. Исаченко В.П. Теплопередача. Учебник В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. –М. ТД АРИС, 2014. – 417 с.

б) дополнительная литература

1. Теплотехника. Учебник для втузов/ Под общей редакцией А.М.Архарова и В.Н.Афанасьева. М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. – Режим доступа http://e.lenbook.com/books/element.php?pl1_id=52184
2. Александров А.А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок. – М.: Изд-во МЭИ, 2004.- 158 с.
3. Александров А.А., Григорьев Б.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. – М.: Изд-во МЭИ. 2003– 168 с.
4. Соколов Е.Я., Бродянский В.М. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения. - М.: Энергоиздат, 1981. - 319 с.
- 5 Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России (под общей редакцией М.П. Безруких). Санкт-Петербург: Наука. 2002. 315 с.
6. Дэвинс Д. Энергия/Пер. с англ. // Дэвинс. М.: Энергоатомиздат, 1985.
7. Бродянский В.М., Фратшер В., Михалек К. Эксергетический метод и его приложения. М.: Энергоатомиздат, 1988. – 288 с.
9. Эксергетические расчеты технических систем Справочное пособие /под ред. А.А. Долинского и В.М.Бродянского. Киев: Наукова думка. 1991. – 360
10. Котович А.В. Решение задач теплопроводности методом конечных элементов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие./А.В. Котович, И.В. Станкевич.-Электр. Дан. –М.: МГТУ

им. Н.Э. Баумана (Московский государственных технических университет имени Н.Э. Баумана),
2010. – 87 с. Режим доступа http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52184

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <http://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотека НЭЛБУК - <http://www.nelbook.ru/>
4. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает 6 часов лекционных занятий и 6 часов практических занятий. Изучение курса завершается сдачей зачета.

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

Практические (семинарские) 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.

Содержание *практических (семинарских) занятий* фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории. 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;
закрепляют знания, полученные в процессе самостоятельной работы над литературой;
расширяют объем 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 методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на вопросы, выносимые на рассмотрение для данного занятия или в соответствии с полученным заданием.

В ходе проведения практического (семинарского) занятия преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов, в соответствии с тематикой занятия и индивидуальным или групповым заданием, полученном студентами на предыдущем занятии, для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы) По результатам опроса и

участия студента в обсуждении вопросов рассматриваемых на практическом занятии выставляется оценка за него.

При подготовке к зачету в дополнение к изучению учебных пособий необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке нужно изучить теорию вопросов выносимых на зачет и уметь представить все связанные с ними практические аспекты, рассмотренные на практических (семинарских) занятиях, а также владеть практическими навыками, приобретенными в ходе занятий.

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. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

При проведении лекционных и практических занятий используются системы мультимедиа.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и ПЭВМ.

Рабочую программу дисциплины разработал:

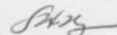
Автор: канд. техн. наук, доцент

В.А. Михайлов



Зав. кафедрой ПТЭ канд. техн. наук, доцент

В.А. Михайлов



Программа одобрена на заседании кафедры ПТЭ от 24 января 2017 года, протокол №1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

Записать выражения для следующих величин:

1. Эксергия неподвижной термодинамической системы.
2. Эксергия потока вещества.
3. Эксергия потока теплоты.
4. Эксергетические потери в процессах теплообмена.
5. Формула Гюи-Стодола.

Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. Вычисление эксергии неподвижной системы и потока.
2. Вычисление эксергии телоты процесса.
3. Составление эксергетического баланса и вычисление эксергетического КПД газотурбинной установки.
4. Вычисление эксергетических потерь в процессах сжатия в компрессорах.
5. Составление эксергетического баланса и вычисление эксергетического КПД холодильной установки.
6. Составление эксергетического баланса и вычисление эксергетического КПД теплонасосной установки.
7. Вычисление эксергетических потерь в теплообменном аппарате.
8. Вычисление эксергии топлива.
9. Составление эксергоэкономических балансов.

Примерный перечень тем рефератов

1. Эксергетический анализ эффективности теплофикационного цикла с отбором пара из турбины.
2. Эксергетический анализ эффективности теплофикационного цикла с противодавлением.
3. Эксергетический анализ эффективности теплонасосной установки.