Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 01.11.2023 12:40:26
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан транспортного факультета

/М.Н. Лукьянов/

" 30 " августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Газотурбинные, паротурбинные установки, и двигатели, применяемые в малой энергетике»

Направление подготовки
13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора
2022

Москва 2022 г

1. Цели освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины – формирование у будущих специалистов знаний конструкции газотурбинных и паротурбинных установок, принципов их действия, классификации, методик проектирования турбомашин, принципов компоновки.

Задачи дисциплины:

- Сформировать у студентов навыки анализа различных конструктивных схем энергоустановок с целью подбирать оптимальное техническое решение поставленной задачи.
- Обучение студентов современным методикам компоновки газотурбинных и паротурбинных установок.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина входит в блок Б.1 «Обязательная часть», подраздел Б1.1.30

Дисциплина «Теория горения и камеры сгорания энергетических машин и установок» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП.

- Высшая математика;
- Химия;
- Физика;
- Перспективные материалы и технологии для энергомашиностроения;
- Термодинамика;
- Рабочие процессы в ДВС и их системах.

В Части Блока 1, формируемой "участниками образовательных отношений"

- Надежность энергоустановок;
- Теплообменные аппараты;
- Основы испытаний энергетических машин и установок;

Знания, умения, навыки, сформированные данной дисциплиной будут востребованы при прохождении преддипломной практики и сдачи государственной итоговой аттестации.

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

Планируемые результаты освоения дисциплины

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2	Способен к разработке рабочей конструкторской документации при реализации проекта	ЗНАТЬ: - Основные типы конструкций газотурбинных и паротурбинных силовых установок; - Основные принципы проектирования газотурбинных и паротурбинных силовых установок. УМЕТЬ: - Выполнять конструкторскую в рамках исследования передовых конструкций газотурбинных и паротурбинных силовых установок. ВЛАДЕТЬ: - Основами компьютерной графики, при составлении схем и чертежей по газотурбинным и паротурбинным силовым установокам; - Методиками выполнения прочностных, и др. тех-

		нических расчетов при иследовании различных конструкций газотурбинных и паротурбинных силовых установок.
ПК-3	Способен к проведению исследований в области проектирования энергоустановок	ЗНАТЬ: - конструктивные особенности газотурбинных и паротурбинных установок различных схем УМЕТЬ: - проводить первичные газодинамические расчёты для более точного подбора подходящих турбомашин ВЛАДЕТЬ: - методиками подбора оптимальных конструктивных схем энергетических установок

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении студентами дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение студентами необходимыми компетенциями. Результат аттестации студентов на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций студентами. Этапность формирования компетенций прямо связана с местом дисциплины в образовательной программе.

4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина читается: на 7 семестре
Промежуточная аттестация – экзамен
Количество недель в семестре – 18
Общая трудоёмкость дисциплины: 5 зачётных единиц
Общее количество часов по структуре: 180
Количество аудиторных часов: 54
Количество часов самостоятельной работы: 126
Количество часов лекций: 36
Количество часов лабораторных занятий – 0
Количество часов семинаров и практических занятий – 18

4.1. Содержание лекционного курса дисциплины

Термодинамические параметры состояния и функции процесса
Основные термодинамические законы и процессы
Диаграммы состояния и термодинамические циклы
Способы реализации цикла Брайтона
Основные характеристики и показатели работы газотурбинной установки
Общие принципы компоновки и конструкции
Принципы работы газовой турбины
Классификация газовых турбин
Программное обеспечение, используемое при проектировании ступеней турбин
Основные методики построения ступени турбины в программе «AxCent»
Принципы работы компрессоров
Классификация компрессоров
Программное обеспечение, используемое при проектировании ступеней компрессоров
Основные методики построения ступени компрессора в программе «AxCent»
Принципы работы камер сгорания
Классификация камер сгорания
Требования, предъявляемые к камерам сгорания

Принципы работы теплообменных аппаратов
Классификация теплообменных аппаратов
Теплообменные аппараты рекуперативного типа
Теплообменные аппараты регенеративного типа
Использование теплообменных аппаратов в газотурбинных двигателях
Оценка эффективности работы теплообменных аппаратов
Вспомогательные системы и механизмы
Постановка задачи охлаждения газовой турбины
Способы охлаждения турбинных лопаток
Оценка эффективности охлаждения
Выбор теплоносителя для системы охлаждения
Использования пара для охлаждения турбин
Рабочие режимы газотурбинных установок
Статические характеристики газотурбинных установок
Режимы пуска и остановки
Способы регулирования газотурбинных установок
Управление работой газотурбинных установок
Сравнение газотурбинных установок с другими тепловыми двигателями
Технические требования к энергетическим газотурбинным установкам
Установки с раздельными контурами газа и пара (ПГУ-КУ)
Котлы-утилизаторы
Паровые турбины для ПГУ-КУ
Регулирование нагрузки ПГУ-КУ
Парогазовые установки сбросного типа
Парогазовые установки с параллельной и полузависимой работой
Парогазовые установки с высоконапорным парогенератором
Особенности ТЭЦ, использующих комбинированные циклы
Использование газотурбинных установок на ТЭЦ (ГТУ-ТЭЦ)
Парогазовые установки ТЭЦ (ПГУ-ТЭЦ)
Мини-ТЭЦ: технические и экономические особенности
Комбинированные (когенерационные) установки с двигателями внутреннего сгорания

4.2. Содержание практических занятий

Построение трёхмерной геометрии ступени осевого компрессора
Построение трёхмерной геометрии ступени центробежного компрессора
Построение трёхмерной геометрии ступени осевой турбины
Построение трёхмерной геометрии ступени радиально-осевой турбины

4.3. Содержание лабораторных работ
Лабораторные работы в данной дисциплине не предусмотрены.

4.4. Примерная тематика курсового проекта (курсовой работы)
Курсовые проекты в данной дисциплине не предусмотрены.

4.5. Темы для самостоятельной работы студентов

Осевые турбины
Радиально-осевые турбины
Осевые компрессоры
Радиально-осевые компрессоры

5. Образовательные технологии

Для обучения дисциплине выбраны следующие образовательные технологии.

Контактная работа с обучающимися во время аудиторных занятий в форме лекций, и практических работ. Дает возможность сконцентрировать материал в блоки и преподносить его как единое целое, а контроль проводить по предварительной подготовке обучающихся.

Выполнение плана самостоятельной работы, самостоятельное изучение теоретического курса.

Возможность взаимодействия, взаимного обучения и взаимного контроля обучающихся в процессе практических работ; формирование навыков командной работы и формирование лидерских компетенций отдельных обучающихся.

Чтение лекций с иллюстрациями на меловой доске и ведение конспекта обучающимися с последующей проверкой конспекта.

Обучение с помощью технических средств обучения. Демонстрация слайдов презентаций и видеороликов посредством мультимедийного оборудования, формирование навыков самостоятельного применения средств измерений. Освоение теоретического курса по учебникам и нормативно техническим документам Обучение с помощью информационных и коммуникационных технологий. Освоение теоретического курса по интернет-ресурсам и информационно-справочным системам.

Подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях.

Организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования.

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

Фонд оценочных средств по дисциплине является неотъемлемой частью настоящей рабочей программы и представлен отдельным документом в приложении 2.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Паровые и газовые турбины для электростанций [Электронный ресурс] : учеб. / Костюк А.Г. [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. — 557 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/72260. — Загл. с экрана.
2. Самолеты и вертолеты. Том IV-21. Авиационные двигатели. Книга 3 [Электронный ресурс] / В.А. Скибин [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2010. — 720 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/792.

б) Дополнительная литература:

1. Газотурбинные энергетические установки [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Цанев С.В. [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2011. — 428 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/72219. — Загл. с экрана.
2. Костюков А.В., Кустарев Ю.С.Осевые турбины транспортных ГТД. Методическое пособие, М. МГТУ «МАМИ»,2006 ,70 с. Мои документы, папка «Электронные ресурсы»
3. Костюков А.В., Кустарев Ю.С. Центробежные компрессоры транспортных ГТД. Методические указания, М. МГТУ «МАМИ»,2006, 96 с. Мои документы, папка «Электронные ресурсы»

в) Программное обеспечение и Интернет – ресурсы:

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее ПО:

Операционная система, Windows 7, Офисные приложения, Microsoft Office 2013(или ниже). Для освоения дисциплины рекомендуются следующие сайты информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

http://минобрнауки.рф/ - Министерство образования и науки РФ;

http://fcior.edu.ru/ - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов;

http://fgosvo.ru/ - Портал Федеральных государственных образовательных стандартов;

http://www.consultant.ru/ - Справочная правовая система «Консультант Плюс»;

http://www.garant.ru/ - Справочная правовая система «Гарант»;

http://www.edu.ru/ - Российское образование. Федеральный портал;

http://www.opengost.ru/ - Сайт, содержащий полные тексты нормативных документов.

Перечень информационных систем:

1. Научная библиотека Московского политехнического университета. http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

База данных содержит в себе 102678 учебных материалов различной направленности 1939 из которых полнотекстовые. Доступ к электронному каталогу можно получить с любого устройства, имеющим подключение к интернету.

2. Электронный каталог БИЦ МГУП.

http://mgup.ru/library/

Электронный каталог позволяет производить поиск по базе данных библиотеки МГУП.

3. **ЭБС «КнигаФонд».**

http://www.knigafund.ru/

ЭБС «КнигаФонд» - это десятки тысяч актуальных электронных учебников, учебных пособий, научных публикаций, учебно-методических материалов;

4. **ЭБС издательства «ЛАНЬ».**

https://e.lanbook.com/

ЭБС «ЛАНЬ» - ресурс, предоставляющий online-доступ к научным журналам и полнотекстовым коллекциям книг различных издательств.

Доступ к ЭБС издательства «ЛАНЬ» осуществляется со всех компьютеров университета.

5. **ЭБС «Polpred».**

http://polpred.com/news

ЭБС представляет собой архив важных публикаций, собираемых вручную. База данных с рубрикатором: 53 отрасли/ 600 источников/ 9 федеральных округов РФ/ 235 стран и территорий/ главные материалы/ статьи и интервью 8000 первых лиц. Для доступа к полным текстам ЭБС с компьютеров на территории учебных корпусов университета авторизация не требуется.

6. **«КиберЛенинка» - научная библиотека открытого доступа.**

http://cyberleninka.ru/

Это научная электронная библиотека открытого доступа (Open Access).

Библиотека комплектуется научными статьями, публикациями в журналах России и ближнего зарубежья. Научные тексты, представленные в библиотеке, размещаются в интернете бесплатно, в открытом доступе. Пользователям библиотеки предоставляется возможность читать научные работы с экрана планшета, мобильного телефона и других современных мобильных устройств.

7. **Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU».**

http://elibrary.ru/defaultx.asp

Крупнейшая в России электронная библиотека научных публикаций, обладающая богатыми возможностями поиска и анализа научной информации. Библиотека интегрирована с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) - созданным по заказу Минобрнауки РФ бесплатным общедоступным инструментом измерения публикационной активности ученых и организаций.

8. **Реферативная и наукометрическая электронная база данных «Scopus».**
https://www.scopus.com/home.uri

Индексирует не менее 20500 реферируемых научных журналов, которые издаются не менее чем 5000 издательствами и содержат не менее 47 млн. библиографических записей, из которых не менее 24 млн. включают в себя списки цитируемой литературы.

9. **База данных «Knovel» издательства «Elsevir».**
https://app.knovel.com/web/

Полнотекстовая база данных для поиска инженерной информации и поддержки принятия инженерных решений.

Доступ к электронным базам данных «Scopus» и «Knovel» осуществляется круглосуточно через сеть Интернет в режиме он-лайн по IP-адресам, используемым университетом для выхода в сеть Интернет.

10. Поисковые интернет-системы: Google, Yandex, Yahoo, Mail, Rambler, Bing и др.

Информационная система предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных Интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно- методической библиотеке для общего и профессионального образования. Доступ с любого компьютера, подключенного к Интернет.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория для лекционных и семинарских занятий № Н-406 «Класс конструкции газотурбинных двигателей». Комплекты мебели для учебного процесса. Меловая доска. Макет двухвальной микротурбины. Макет трехвальной микротурбины. Макет трехвального танкового газотурбинного двигателя.

Плакаты: ГТД 1000Т и теплообменник ГТД ГАЗ-902.

Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, переносной ноутбук.

Аудитория для лабораторных занятий № Нд-123 «Испытания малоразмерных гозотурбинных двигателей энергоустановок»

Макеты камер сгорания.

Макет двухвальной микротурбины.

Специализированная аудитория № Нд-228 «Лаборатория кафедры»

Макет авиационного турбореактивного газотурбинного двигателя (Р-15Б-300).

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы и взять в библиотеке издания в твёрдой копии (необходимо иметь при себе читательский билет и уметь пользоваться электронным каталогом).

Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети «Интернет» организован в читальных залах библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Пользование информационными ресурсами расширяет возможности освоения теоретического курса, выполнения самостоятельной работы и позволяет получить информацию для реализации творческих образовательных технологий: выполнения реферата на заданную или самостоятельно выбранную тему в рамках тематики дисциплины.

Для выполнения практических работ студенту рекомендуется предварительно ознакомиться с теоретическими сведениями, изложенными в учебно-методическом пособии и дополнительных источниках, при выполнении работы следовать рекомендованному порядку выполнения работы и указаниям преподавателя, соблюдать технику безопасности, содержать рабочее место в чистоте и бережно относиться к оборудованию. Ведение конспекта лекций проверяется преподавателем.

При выполнении самостоятельной работы студенту рекомендуется изучить теоретические сведения по темам заданий, следовать рекомендациям, изложенным в учебно-методических пособи-

ях, предоставлять преподавателю промежуточные и окончательные результаты в процессе контактной работы на занятиях.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основную организационную форму обучения, направленную на первичное овладение знаниями, представляет собой лекция. Главное назначение лекции - обеспечить теоретическую основу обучения, развить интерес к учебной деятельности и конкретной учебной дисциплине, сформировать у обучающихся ориентиры для самостоятельной работы над курсом. Традиционная лекция имеет несомненные преимущества не только как способ доставки информации, но и как метод эмоционального воздействия преподавателя на обучающихся, повышающий их познавательную активность. Достигается это за счет педагогического мастерства лектора, его высокой речевой культуры и ораторского искусства. Высокая эффективность деятельности преподавателя во время чтения лекции будет достигнута только тогда, когда он учитывает психологию аудитории, закономерности восприятия, внимания, мышления, эмоциональных процессов учащихся.

Структура и содержание дисциплины «Газотурбинные, паротурбинные установки, и двигатели, применяемые в малой энергетике»
по направлению подготовки 13.03.03. «Энергетическое машиностроение»
Форма обучения очная
(бакалавр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1	Термодинамические параметры состояния и функции процесса Основные термодинамические законы и процессы Диаграммы состояния и термодинамические циклы Способы реализации цикла Брайтона Основные характеристики и показатели работы газотурбинной установки Общие принципы компоновки и конструкции	7	1	2			7								
			2	2	2		7								
2	Принципы работы газовой турбины Классификация газовых турбин Программное обеспечение, используемое при проектировании ступеней турбин Основные методики построения ступени турбины в программе «AxCent» Принципы работы компрессоров	7	3	2			7								
			4	2	2		7								

	Классификация компрессоров Программное обеспечение, используемое при проектировании ступеней компрессоров Основные методики построения ступени компрессора в программе «AxCent»		5	2	2		7								
3	Принципы работы камер сгорания Классификация камер сгорания Требования, предъявляемые к камерам сгорания Принципы работы теплообменных аппаратов Классификация теплообменных аппаратов Теплообменные аппараты рекуперативного типа Теплообменные аппараты регенеративного типа Использование теплообменных аппаратов в газотурбинных двигателях Оценка эффективности работы теплообменных аппаратов Вспомогательные системы и механизмы	7	6	2			7	+							
			7	2	2		7								
			8	2	2		7								
4	Постановка задачи охлаждения газовой турбины Способы охлаждения турбинных лопаток Оценка эффективности охлаждения Выбор теплоносителя для системы охлаждения Использования пара для охлаждения турбин	7	9	2			7								
			10	2	2		7								
5	Рабочие режимы газотурбинных установок Статические характеристики газотурбинных установок Режимы пуска и остановки	7	11	2			7								
			12	2	2		7	+							

	Способы регулирования газотурбинных установок Управление работой газотурбинных установок														
6	Сравнение газотурбинных установок с другими тепловыми двигателями Технические требования к энергетическим газотурбинным установкам	7	13	2			7								
			14	2	2		7								
7	Установки с раздельными контурами газа и пара (ПГУ-КУ) Котлы-утилизаторы Паровые турбины для ПГУ-КУ Регулирование нагрузки ПГУ-КУ Парогазовые установки сбросного типа Парогазовые установки с параллельной и полузависимой работой Парогазовые установки с высоконапорным парогенератором	7	15	2			7								
			16	2	2		7								
8	Особенности ТЭЦ, использующих комбинированные циклы Использование газотурбинных установок на ТЭЦ (ГТУ-ТЭЦ) Парогазовые установки ТЭЦ (ПГУ-ТЭЦ) Мини-ТЭЦ: технические и экономические особенности Комбинированные (когенерационные) установки с двигателями внутреннего сгорания	7	17	2			7								
			18	2			7								
	Итого за 5 семестр			**36**	**18**		**126**	**+**							**+**

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **13.03.03 «Энергетическое машиностроение»**

Программу составил:

Старший преподаватель  /А.А. Дементьев/

Программа утверждена на заседании кафедры «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики»

«29» августа 2022г., протокол № 1

Заведующий кафедрой
Доцент, к. т. н.  /А.В. Костюков/

Приложение 2
к рабочей программе

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

Направление подготовки: 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

Профиль: Энергоустановки для транспорта и малой энергетики
Форма обучения: очная/заочная

Кафедра: Энергоустановки для транспорта и малой энергетики

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Газотурбинные, паротурбинные установки, и двигатели, применяемые в малой энергетике

Год набора 2022

Форма обучения
очная
Состав:
1. Общие положения
2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы
3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания
4. Оценочные средства

Составители:
А.А. Дементьев

Москва 2022 г

1. Общие положения

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов предусмотрен фонд оценочных средств (ФОС), позволяющий оценить достижение запланированных результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций. Фонд оценочных средств состоит из комплектов контрольно-оценочных средств. Комплекты контрольно-оценочных средств включают в себя контрольно-оценочные материалы, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

2. Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**
ПК-2	Способен к разработке рабочей конструкторской документации при реализации проекта
ПК-3	Способен к проведению исследований в области проектирования энергоустановок

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении студентами дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение студентами необходимыми компетенциями. Результат аттестации студентов на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций студентами.

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплины.

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания

Критерии определения сформированности компетенций на различных этапах их формирования

Уровни	Содержание	Проявления
Минимальный	Обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями	Обучающийся способен понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практикоори-
Базовый	Обучающийся демонстрирует результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности	Обучающийся способен анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях
Продвинутый	Достигнутый уровень является основой для формирования общекультурных и профессиональных компетенций, соответствующих требованиям ФГОС.	Обучающийся способен использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях

Поскольку практически учебная дисциплина призвана формировать сразу несколько компетенций, критерии оценки целесообразно формировать в два этапа.

1-й этап: определение критериев оценки отдельно по каждой формируемой компетенции. Сущность 1-го этапа состоит в определении критериев для оценивания отдельно взятой компетенции на основе продемонстрированного обучаемым уровня самостоятельности в применении полученных в ходе изучения учебной дисциплины, знаний, умений и навыков.

2-й этап: определение критериев для оценки уровня обученности по учебной дисциплине на основе комплексного подхода к уровню сформированности всех компетенций, обязательных к формированию в процессе изучения предмета. Сущность 2-го этапа определения критерия оценки по учебной дисциплине заключена в определении подхода к оцениванию на основе ранее полученных данных о сформированности каждой компетенции, обязательной к выработке в процессе изучения предмета. В качестве основного критерия при оценке обучаемого при определении уровня освоения учебной дисциплины наличие сформированных у него компетенций по результатам освоения учебной дисциплины.

Показатели оценивания степени сформированности компетенции и уровня освоения дисциплины. Шкалы оценивания.

Показатели оценивания степени сформированности компетенции			
Показатели оценивания компетенций и шкалы оценки 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
Неспособность обучаемого самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции. Отсутствие подтверждения наличия сформированности компетенции свиде-	Если обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок. Поскольку выявлено наличие сформированной компетенции, ее следует оценивать положительно, но на низком уровне	Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне. Наличие сформированной компетенции на повышенном уровне самостоятельности со стороны обучаемого при ее практической демонстрации в ходе решения аналогичных заданий следует оценивать как положительное и	Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин, следует считать компетенцию сформированной на высоком уровне. Присутствие сформированной компетенции на высоком уровне, способность к ее даль-

тельствует об отрицательных результатах освоения учебной дисциплины		устойчиво закрепленное в практическом навыке	нейшему саморазвитию и высокой адаптивности практического применения к изменяющимся условиям профессиональной задачи
Показатели оценивания уровня освоения дисциплины			
Уровень освоения дисциплины, при котором у обучаемого не сформировано более 50% компетенций. Если же учебная дисциплина выступает в качестве итогового этапа формирования компетенций (чаще всего это дисциплины профессионального цикла) оценка «неудовлетворительно» должна быть выставлена при отсутствии сформированности хотя бы одной компетенции	При наличии более 50% сформированных компетенций по дисциплинам, имеющим возможность доформирования компетенций на последующих этапах обучения. Для дисциплин итогового формирования компетенций естественно выставлять оценку «удовлетворительно», если сформированы все компетенции и более 60% дисциплин профессионального цикла «удовлетворительно»	Для определения уровня освоения промежуточной дисциплины на оценку «хорошо» обучающийся должен продемонстрировать наличие 80% сформированных компетенций, из которых не менее 1/3 оценены отметкой «хорошо». Оценивание итоговой дисциплины на «хорошо» обуславливается наличием у обучаемого всех сформированных компетенций причем общепрофессиональных компетенции по учебной дисциплине должны быть сформированы не менее чем на 60% на повышенном уровне, то есть с оценкой «хорошо».	Оценка «отлично» по дисциплине с промежуточным освоением компетенций, может быть выставлена при 100% подтверждении наличия компетенций, либо при 90% сформированных компетенций, из которых не менее 2/3 оценены отметкой «хорошо». В случае оценивания уровня освоения дисциплины с итоговым формированием компетенций оценка «отлично» может быть выставлена при подтверждении 100% наличия сформированной компетенции у обучаемого, выполнены требования к получению оценки «хорошо» и освоены на «отлично» не менее 50% общепрофессиональных компетенций

Положительная оценка по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	студент должен: продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний материала; исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; правильно формулировать определения; продемонстрировать умения самостоятельной работы с нормативно-правовой литературой; уметь сделать выводы по излагаемому материалу

«хорошо»	студент должен: продемонстрировать достаточно полное знание материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; продемонстрировать умение ориентироваться в нормативно-правовой литературе; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу
«удовлетворительно»	студент должен: продемонстрировать общее знание изучаемого материала; знать основную рекомендуемую программой дисциплины учебную литературу; уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;
«неудовлетворительно»	ставится в случае: незнания значительной части программного материала; не владения понятийным аппаратом дисциплины; существенных ошибок при изложении учебного материала; неумения строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумения делать выводы по излагаемому материалу.

Общие сведения по текущему контролю и промежуточной аттестации.

Оценивание и контроль сформированности компетенций осуществляется с помощью текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости студентов предназначен для повышения мотивации студентов к систематическим занятиям, оценивания степени усвоения студентами учебного материала. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение периода теоретического обучения семестра по всем видам аудиторных занятий и самостоятельной работы студента.

К формам контроля текущей успеваемости по дисциплине относятся:

Контактная работа с обучающимися во время аудиторных занятий в форме лекций, лабораторных работ.

Самостоятельное изучение теоретического курса, подготовка к лабораторным работам

Чтение лекций с иллюстрациями на меловой доске и ведение конспекта обучающимися с последующей проверкой конспекта.

Демонстрация слайдов презентаций и видеороликов посредством мультимедийного оборудования

Освоение теоретического курса по интернет-ресурсам и информационно-справочным системам.

Самостоятельное освоение теоретического курса по учебникам, учебно-методическим пособиям.

Критерии прохождения студентами текущего контроля следующие. При текущем контроле успеваемости обучающихся применяется пятибалльная система оценивания в виде отметки в баллах: 5 – «отлично», 4 – «хорошо», 3 – «удовлетворительно», 2 – «неудовлетворительно».

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются преподавателем при проведении промежуточной аттестации. Отставание студента от графика текущего контроля успеваемости по изучаемой дисциплине приводит к образованию текущей задолженности.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра. Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных профессиональных компетенций. Заканчивается зачетом на 5 семестре.

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 1 (6-я неделя, ПК-2)

1. Термодинамические параметры состояния и функции процесса
2. Интенсивные и экстенсивные свойства
3. Основные термодинамические законы и процессы

4. Диаграммы состояния и термодинамические циклы
5. Способы реализации цикла Брайтона
6. Основные характеристики и показатели работы газотурбинной установки
7. Общие принципы компоновки и конструкции
8. Принципы работы газовой турбины
9. Классификация газовых турбин
10. Программное обеспечение, используемое при проектировании ступеней турбин
11. Основные методики построения ступени турбины в программе «AxCent»
12. Принципы работы компрессоров
13. Классификация компрессоров
14. Программное обеспечение, используемое при проектировании ступеней компрессоров
15. Основные методики построения ступени компрессора в программе «AxCent»
16. Принципы работы камер сгорания
17. Классификация камер сгорания
18. Требования, предъявляемые к камерам сгорания
19. Принципы работы теплообменных аппаратов
20. Классификация теплообменных аппаратов
21. Теплообменные аппараты рекуперативного типа
22. Теплообменные аппараты регенеративного типа
23. Использование теплообменных аппаратов в газотурбинных двигателях
24. Оценка эффективности работы теплообменных аппаратов
25. Вспомогательные системы и механизмы

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 2 (12-я неделя, ПК-3)

1. Постановка задачи охлаждения газовой турбины
2. Способы охлаждения турбинных лопаток
3. Оценка эффективности охлаждения
4. Выбор теплоносителя для системы охлаждения

5. Использования пара для охлаждения турбин
6. Рабочие режимы газотурбинных установок
7. Статические характеристики газотурбинных установок
8. Режимы пуска и остановки
9. Способы регулирования газотурбинных установок
10. Управление работой газотурбинных установок
11. Сравнение газотурбинных установок с другими тепловыми двигателями
12. Технические требования к энергетическим газотурбинным установкам
13. Установки с раздельными контурами газа и пара (ПГУ-КУ)
14. Котлы-утилизаторы
15. Паровые турбины для ПГУ-КУ
16. Регулирование нагрузки ПГУ-КУ
17. Парогазовые установки сбросного типа
18. Парогазовые установки с параллельной и полузависимой работой
19. Парогазовые установки с высоконапорным парогенератором
20. Особенности ТЭЦ, использующих комбинированные циклы
21. Использование газотурбинных установок на ТЭЦ (ГТУ-ТЭЦ)
22. Парогазовые установки ТЭЦ (ПГУ-ТЭЦ)
23. Мини-ТЭЦ: технические и экономические особенности
24. Комбинированные (когенерационные) установки с двигателями внутреннего сгорания

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации студентов (оценка знаний, умений, навыков-компетенций: ПК-2,3)

1. Термодинамические параметры состояния и функции процесса
2. Интенсивные и экстенсивные свойства
3. Основные термодинамические законы и процессы
4. Диаграммы состояния и термодинамические циклы
5. Способы реализации цикла Брайтона
6. Основные характеристики и показатели работы газотурбинной установки
7. Общие принципы компоновки и конструкции

8. Принципы работы газовой турбины
9. Классификация газовых турбин
10. Программное обеспечение, используемое при проектировании ступеней турбин
11. Основные методики построения ступени турбины в программе «AxCent»
12. Принципы работы компрессоров
13. Классификация компрессоров
14. Программное обеспечение, используемое при проектировании ступеней компрессоров
15. Основные методики построения ступени компрессора в программе «AxCent»
16. Принципы работы камер сгорания
17. Классификация камер сгорания
18. Требования, предъявляемые к камерам сгорания
19. Принципы работы теплообменных аппаратов
20. Классификация теплообменных аппаратов
21. Теплообменные аппараты рекуперативного типа
22. Теплообменные аппараты регенеративного типа
23. Использование теплообменных аппаратов в газотурбинных двигателях
24. Оценка эффективности работы теплообменных аппаратов
25. Вспомогательные системы и механизмы
26. Постановка задачи охлаждения газовой турбины
27. Способы охлаждения турбинных лопаток
28. Оценка эффективности охлаждения
29. Выбор теплоносителя для системы охлаждения
30. Использования пара для охлаждения турбин
31. Рабочие режимы газотурбинных установок
32. Статические характеристики газотурбинных установок
33. Режимы пуска и остановки
34. Способы регулирования газотурбинных установок
35. Управление работой газотурбинных установок

36. Сравнение газотурбинных установок с другими тепловыми двигателями

37. Технические требования к энергетическим газотурбинным установкам

38. Установки с раздельными контурами газа и пара (ПГУ-КУ)

39. Котлы-утилизаторы

40. Паровые турбины для ПГУ-КУ

41. Регулирование нагрузки ПГУ-КУ

42. Парогазовые установки сбросного типа

43. Парогазовые установки с параллельной и полузависимой работой

44. Парогазовые установки с высоконапорным парогенератором

45. Особенности ТЭЦ, использующих комбинированные циклы

46. Использование газотурбинных установок на ТЭЦ (ГТУ-ТЭЦ)

47. Парогазовые установки ТЭЦ (ПГУ-ТЭЦ)

48. Мини-ТЭЦ: технические и экономические особенности

49. Комбинированные (когенерационные) установки с двигателями внутреннего сгорания

Шкала оценивания Выступления с докладом

Дескрипторы	Минимальный ответ 2	Изложенный, раскрытый ответ 3	Законченный, полный ответ 4	Образцовый, примерный; достойный подражания ответ 5
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы.	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы.	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы.	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы.
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины.	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Использован 1-2 профессиональный термин.	Представляемая информация систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов.	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов.
Оформление	Не использованы информационные технологии. Больше 4 ошибок в представляемой информации.	Использованы информационные технологии частично. 3-4 ошибки в представляемой информации.	Использованы информационные технологии. Не более 2 ошибок в представляемой информации.	Широко использованы информационные технологии. Отсутствуют ошибки в представляемой информации.
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы.	Только ответы на элементарные вопросы.	Ответы на вопросы полные и/или частично полные.	Ответы на вопросы полные с привидением примеров и/или

Паспорт компетенций

Конструкция газотурбинных, паротурбинных установок					
13.03.03 «Энергетическое машиностроение»					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-2	Способен к разработке рабочей конструкторской документации при реализации проекта	ЗНАТЬ: - Основные типы конструкций газотурбинных и паротурбинных силовых установок; - Основные принципы проектирования газотурбинных и паротурбинных силовых установок. УМЕТЬ: - Выполнять конструкторскую в рамках исследования передовых конструкций газотурбинных и паротурбинных силовых установок. ВЛАДЕТЬ: - Основами компьютерной графики, при составлении схем и чертежей по газотурбинным и паротурбинным силовым установокам; - Методиками выполнения прочностных, и др. технических расчетов при иследовании различных конструкций газотурбинных и паротурбинных силовых установок.	Контактная работа с обучающимися во время аудиторных занятий в форме лекций, лабораторных работ. Самостоятельное изучение теоретического курса, подготовка к лабораторным работам Демонстрация слайдов презентаций и видеороликов посредством мультимедийного оборудования	Вопросы для собеседования со студентами (КТ1) Вопросы для собеседования со студентами (КТ2) Вопросы для промежуточной аттестации З	Минимальный: Обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями. Базовый: Обучающийся демонстрирует результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности. Продвинутый: Достигнутый уровень является основой для формирования общекультурных и профессиональных компетенций, соответствующих требованиям ФГОС.
ПК-3	Способен к проведению исследований в области проектирования энергоустановок	ЗНАТЬ: - конструктивные особенности газотурбинных и паротурбинных установок различных схем УМЕТЬ: - проводить первичные газодинамические расчёты для			

		более точного подбора подходящих турбомашин ВЛАДЕТЬ: - методиками подбора оптимальных конструктивных схем энергетических установок			