Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 01.11.2023 13:13:11
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

«Теория и расчет лопаточных машин»

Направление подготовки
13.03.03 «Энергетическое машиностроение»
Профиль: Энергоустановки для транспорта и малой энергетики

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Год набора
2022

Москва 2022 г

1. Цели освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины – формирование знаний о принципах действия газотурбинных двигателей и комбинированных силовых установок, термогазодинамических процессах, происходящих в таких силовых установках и в турбомашинах, применяемых в них.

Задачи дисциплины:

- Обучение студентов основам теории и расчета лопаточных машин (компрессоров и турбин), современных и перспективных транспортных газотурбинных установок.
- Обучение студентов практическому выполнению газодинамических расчетов, которые необходимы специалисту при реальном проектировании ГТУ.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина входит в блок Б.1 «Обязательная часть», подраздел Б.1.1.13.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения, навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Термодинамика для энергетических машин», «Техническая газовая динамика для тепловых двигателей».

Знания, умения, навыки, сформированные данной дисциплиной будут востребованы в дисциплинах: «Конструирование, динамика и прочность энергетических машин и установок», «Комбинированные энергоустановки».

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
ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ЗНАТЬ: - теоретические основы расчёта лопаточных машин; - физические основы процессов, проходящих в лопаточных машинах; УМЕТЬ: - провести тепловой и вариантный расчёты энергоустановки; - провести анализ результатов, полученных при испытаниях лопаточных машин. ВЛАДЕТЬ: - информацией о технических параметрах лопаточных машин для использования при конструировании; - навыками подготовки к испытаниям лопаточных машин.

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 5, 6 семестре.
Промежуточная аттестация - зачет (5 семестр), экзамен (6 семестр).
Количество недель - в 5 семестре – 18, в 6 семестре – 18
Общая трудоёмкость дисциплины – 6 зачётных единиц
Общее количество часов по структуре – 216
Количество аудиторных часов – 30
Количество часов самостоятельной работы – 186
Количество часов лекций – 10
Количество часов лабораторных занятий – 10
Количество часов семинаров и практических занятий – 10

4.1. Содержание лекционного курса дисциплины

Основные понятия и определения теории лопаточных машин.
Схема и принцип действия газотурбинной силовой установки.
Простейший цикл ГТУ.
Изменение параметров газа по тракту ГТУ.
Принципы работы турбомашин.
Описание газодинамических и термодинамических процессов, проходящих в узлах газотурбинного двигателя.
Реальные и идеальные термодинамические процессы в тепловых двигателях.
Анализ термодинамических циклов работы газотурбинных двигателей различных схем.
Вариантные и тепловые расчёты газотурбинных двигателей.
Теоретические основы теплового и вариантного расчётов.
Возможность автоматизации расчётов при использовании компьютера.
Подбор оптимальных параметров газотурбинного двигателя по результатам расчётов.
Термодинамический процесс сжатия газа в ступени лопаточного компрессора в p-v и T-S диаграммах, расчёт работ, расчёт КПД.
Возможные треугольники скоростей на входе и на выходе из рабочего колеса компрессора.
Теория и расчет газовых турбин.
Классификация турбин.
Термодинамический процесс расширения газа в ступени турбины в p-v и T-S диаграммах, расчёт работ, расчёт КПД.
Камеры сгорания. Принцип работы, классификация камер сгорания.
Основные характеристики камер сгорания. Требования, предъявляемые к камерам сгорания.
Токсичность камер сгорания, методы снижения токсичности.
Выбор геометрии камеры сгорания в зависимости от назначения газотурбинного двигателя.
Теплообменные аппараты. Принцип работы, классификация, основные требования.
Степень регенерации теплообменного аппарата.
Выбор конструктивной схемы теплообменного аппарата.
Основные проблемы при проектировании теплообменных аппаратов. Подбор оптимального компромиссного решения «Степень регенерации – потери давления».
Использование САПР при проектировании и расчёте газотурбинных установок. Обзор программного обеспечения.
Принципы анализа результатов симуляции течений.
Принципы регулирования газотурбинных установок.

Принципы компоновки газотурбинных двигателей. Выбор конструктивной схемы турбомашин. Подбор опор ротора.

4.2. Содержание практических занятий

Построение и анализ треугольников скоростей в рабочем колесе ступени турбины.
Построение и анализ треугольников скоростей в рабочем колесе ступени компрессора.

4.3. Содержание лабораторных работ

Использование программного комплекса «Concept NREC» для предварительного одномерного расчёта и получения начальных размеров турбомашин, а также для работы с их трёхмерной геометрией.
Использование программного комплекса «Numeca» для расчётов течений в межлопаточных каналах турбомашин в трёхмерной постановке.

4.4. Примерная тематика курсового проекта (курсовой работы)

Одномерный газодинамический расчёт ступени компрессора ГТД.
Одномерный газодинамический расчёт ступени турбины ГТД.

4.5. Темы для самостоятельной работы студентов

Использование диффузора после рабочего колеса турбины.
Одновальная схема ГТД. Двухвальная схема ГТД.
Цикл простейшего ГТД.
Цикл ГТД с регенерацией тепла.
Циклы со ступенчатым сжатием, расширением.
Комбинированные циклы.

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.

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.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная 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.

б) Дополнительная литература:

2. 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.

в) Программное обеспечение и Интернет – ресурсы:

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее ПО: операционная система, Windows 7, офисные приложения, Microsoft Office

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 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.

4. **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/ глав-

ные материалы/ статьи и интервью 8000 первых лиц. Для доступа к полным текстам ЭБС с компьютеров на территории учебных корпусов университета авторизация не требуется.

5. **«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.

6. **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.

7. **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.

8. **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.

9. 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

1. Аудитория для лабораторных занятий № Нд-124 «Балансировка роторов двигателей»
107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13. Лабораторное оборудование: «Балансировка роторов турбомашин», «Снятие характеристик двухвального ГТД».
Балансировочный станок ТБ-100.
Гидротормоз Д-4. Измеритель расхода топлива УДР-5 (массового типа).
Макеты агрегатов турбонаддува.
Макеты колёс турбин и компрессоров.
2. Аудитория для лекционных и семинарских занятий № Н-406 «Класс конструкции газотурбинных двигателей»107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.12. 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.
3. Аудитория для лекционных и семинарских занятий № Нд-324 (а) «Учебная аудитория»
107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13. Комплекты мебели для учебного процесса.
Меловая доска.
Мультимедийное оборудование: интерактивная доска, проектор, переносной ноутбук.

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 пособиях, 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.

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

Программу составил:

Ст. преподаватель /Л.А. Косач/

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

«29» августа 2022 г., протокол № 1

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

Приложение
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: заочная
Год набора 2022

Кафедра: Энергоустановки для транспорта и малой энергетики

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Теория и расчет лопаточных машин

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:
Косач Л.А.

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
ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

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 практикоориентированных задач
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 компетен-

ции 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 свидетельствует об отрицательных результатах освоения учебной дисциплины	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 устойчиво закрепленное в практическом навыке	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 дальнейшему 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)	При наличии более 50% сформированных компетенций по дисциплинам, имеющим возможность доформирования компетенций на последующих этапах обучения. Для дисциплин итогового формирования компетенций естественно выставлять оценку	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 дис-	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

оценка «неудовлетворительно» должна быть выставлена при отсутствии сформированности хотя бы одной компетенции	«удовлетворительно», если сформированы все компетенции и более 60% дисциплин профессионального цикла «удовлетворительно»	циплины 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».	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 6 семестре, экзаменом на 7 семестре.

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 1 (6-я неделя, ОПК-3)
5-й семестр

1. Способы реализации цикла Брайтона
2. Основные понятия и определения теории лопаточных машин
3. Схема и принцип действия газотурбинной силовой установки
4. Простейший цикл ГТУ
5. Изменение параметров газа по тракту ГТУ
6. Принципы работы газовой турбины
7. Процесс расширения в ступени турбины
8. Изменение параметров газа по тракту ступени турбины
9. Удельная работа ступени турбины
10. Располагаемая работа ступени турбины
11. Коэффициенты полезного действия ступени турбины
12. Степень реактивности турбины
13. Классификация газовых турбин
14. Осевая турбина
15. Радиальная турбина
16. Радиально-осевая турбина
17. Сопловой аппарат ступени турбины
18. Принципы профилирования лопаток рабочего колеса ступени турбины
19. Принципы профилирования лопаток соплового аппарата
20. Выходной диффузор ступени турбины.

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 2 (12-я неделя, ОПК-3)
5-й семестр

1. Программное обеспечение, используемое при проектировании ступеней турбин
2. Использование модуля «Rital» для получения предварительной геометрии ступени турбины
3. Основные методики построения и оптимизации ступени турбины в программе «AxCent»
4. Расчётное исследование течения потока в ступени турбины с использованием программного комплекса «Numeca»
5. Принципы работы компрессоров
6. Процесс сжатия в ступени компрессора
7. Изменение параметров газа по тракту ступени компрессора
8. Удельная работа ступени компрессора
9. Коэффициенты полезного действия ступени компрессора
10. Степень реактивности компрессора
11. Классификация компрессоров
12. Осевой компрессор
13. Радиальный компрессор
14. Радиально-осевой компрессор
15. Лопаточный диффузор
16. Безлопаточный диффузор
17. Принципы профилирования лопаток рабочего колеса ступени компрессора
18. Возможные треугольники скоростей на входе в рабочее колесо компрессора
19. Возможные треугольники скоростей на выходе из рабочего колеса компрессора
20. Принципы профилирования лопаток лопаточного диффузора

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации студентов (6-й семестр, оценка знаний, умений, навыков-компетенций: ОПК-3)

1. Способы реализации цикла Брайтона
2. Основные понятия и определения теории лопаточных машин
3. Схема и принцип действия газотурбинной силовой установки
4. Простейший цикл ГТУ
5. Изменение параметров газа по тракту ГТУ

6. Принципы работы газовой турбины
7. Процесс расширения в ступени турбины
8. Изменение параметров газа по тракту ступени турбины
9. Удельная работа ступени турбины
10. Располагаемая работа ступени турбины
11. Коэффициенты полезного действия ступени турбины
12. Степень реактивности турбины
13. Классификация газовых турбин
14. Осевая турбина
15. Радиальная турбина
16. Радиально-осевая турбина
17. Сопловой аппарат ступени турбины
18. Принципы профилирования лопаток рабочего колеса ступени турбины
19. Принципы профилирования лопаток соплового аппарата
20. Выходной диффузор ступени турбины
21. Программное обеспечение, используемое при проектировании ступеней турбин
22. Использование модуля «Rital» для получения предварительной геометрии ступени турбины
23. Основные методики построения и оптимизации ступени турбины в программе «AxCent»
24. Расчётное исследование течения потока в ступени турбины с использованием программного комплекса «Numeca»
25. Принципы работы компрессоров
26. Процесс сжатия в ступени компрессора
27. Изменение параметров газа по тракту ступени компрессора
28. Удельная работа ступени компрессора
29. Коэффициенты полезного действия ступени компрессора
30. Степень реактивности компрессора
31. Классификация компрессоров
32. Осевой компрессор
33. Радиальный компрессор

34. Радиально-осевой компрессор

35. Лопаточный диффузор

36. Безлопаточный диффузор

37. Принципы профилирования лопаток рабочего колеса ступени компрессора

38. Возможные треугольники скоростей на входе в рабочее колесо компрессора

39. Возможные треугольники скоростей на выходе из рабочего колеса компрессора

40. Принципы профилирования лопаток лопаточного диффузора

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 1 (6-я неделя, ОПК-3)
6-й семестр

1. Выходное устройство ступени компрессора
2. Программное обеспечение, используемое при проектировании ступеней компрессоров
3. Использование модуля «Compal» для получения предварительной геометрии ступени турбины
4. Основные методики построения и оптимизации ступени компрессора в программе «AxCent»
5. Расчётное исследование течения потока в ступени компрессора с использованием программного комплекса «Numeca»
6. Реальные и идеальные термодинамические процессы в тепловых двигателях
7. Анализ термодинамических циклов работы газотурбинных двигателей различных схем
8. Теоретические основы теплового расчёта
9. Теоретические основы вариантного расчёта
10. Возможность автоматизации расчётов при использовании компьютера
11. Подбор оптимальных параметров газотурбинного двигателя по результатам расчётов
12. Принципы работы камер сгорания
13. Основные характеристики камер сгорания
14. Требования, предъявляемые к камерам сгорания
15. Классификация камер сгорания
16. Кольцевая камера сгорания
17. Трубчатая камера сгорания
18. Диффузионная камера сгорания
19. Камера сгорания с предсмешением

20. Комбинированная камера сгорания

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 2 (12-я неделя, ОПК-3)
6-й семестр

1. Токсичность камер сгорания, методы снижения токсичности
2. Выбор геометрии камеры сгорания в зависимости от назначения газотурбинного двигателя
3. Моделирование процессов горения в камере сгорания
4. Принципы работы теплообменных аппаратов
5. Классификация теплообменных аппаратов
6. Теплообменные аппараты рекуперативного типа
7. Теплообменные аппараты регенеративного типа
8. Вращающиеся регенеративные теплообменные аппараты каркасного типа
9. Использование теплообменных аппаратов в газотурбинных двигателях
10. Оценка эффективности работы теплообменных аппаратов
11. Способы повышения эффективности работы теплообменных аппаратов
12. Способы турбулизации потока рабочего тела в теплообменном аппарате
13. Рабочие режимы газотурбинных установок
14. Статические характеристики газотурбинных установок
15. Режим пуска двигателя
16. Режим остановки двигателя
17. Способы регулирования газотурбинных установок
18. Управление работой газотурбинных установок
19. Сравнение газотурбинных установок с другими тепловыми двигателями
20. Технические требования к энергетическим газотурбинным установкам.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации студентов (7-й семестр, оценка знаний, умений, навыков-компетенций: ОПК-3)

1. Выходное устройство ступени компрессора
2. Программное обеспечение, используемое при проектировании ступеней компрессоров
3. Использование модуля «Compal» для получения предварительной геометрии ступени турбины

4. Основные методики построения и оптимизации ступени компрессора в программе «AxCent»
5. Расчётное исследование течения потока в ступени компрессора с использованием программного комплекса «Numeca»
6. Реальные и идеальные термодинамические процессы в тепловых двигателях
7. Анализ термодинамических циклов работы газотурбинных двигателей различных схем
8. Теоретические основы теплового расчёта
9. Теоретические основы вариантного расчёта
10. Возможность автоматизации расчётов при использовании компьютера
11. Подбор оптимальных параметров газотурбинного двигателя по результатам расчётов
12. Принципы работы камер сгорания
13. Основные характеристики камер сгорания
14. Требования, предъявляемые к камерам сгорания
15. Классификация камер сгорания
16. Кольцевая камера сгорания
17. Трубчатая камера сгорания
18. Диффузионная камера сгорания
19. Камера сгорания с предсмешением
20. Комбинированная камера сгорания
21. Токсичность камер сгорания, методы снижения токсичности
22. Выбор геометрии камеры сгорания в зависимости от назначения газотурбинного двигателя
23. Моделирование процессов горения в камере сгорания
24. Принципы работы теплообменных аппаратов
25. Классификация теплообменных аппаратов
26. Теплообменные аппараты рекуперативного типа
27. Теплообменные аппараты регенеративного типа
28. Вращающиеся регенеративные теплообменные аппараты каркасного типа
29. Использование теплообменных аппаратов в газотурбинных двигателях
30. Оценка эффективности работы теплообменных аппаратов
31. Способы повышения эффективности работы теплообменных аппаратов

32. Способы турбулизации потока рабочего тела в теплообменном аппарате

33. Рабочие режимы газотурбинных установок

34. Статические характеристики газотурбинных установок

35. Режим пуска двигателя

36. Режим остановки двигателя

37. Способы регулирования газотурбинных установок

38. Управление работой газотурбинных установок

39. Сравнение газотурбинных установок с другими тепловыми двигателями

40. Технические требования к энергетическим газотурбинным установкам.

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

Теория и расчет лопаточных машин					
13.03.03 «Энергетическое машиностроение»					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ЗНАТЬ: - теоретические основы расчёта турбомашин УМЕТЬ: - провести тепловой и вариантный расчёты энергоустановки ВЛАДЕТЬ: - информацией о технических параметрах ГТУ для использования при конструировании	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 Э	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.