Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 15.07.2024 14:21:14
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

Транспортный факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана транспортного факультета
_____ /М.Р. Рыбакова/
«15» февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Техническая газовая динамика для тепловых двигателей

Направление подготовки/специальность
13.03.03 Энергетическое машиностроение

Профиль/специализация
Проектирование и эксплуатация двигателей для транспорта и малой энергетики

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2024 г.

Разработчик:

Старший преподаватель  /Л.А. Косач/

Согласовано:
И.о. заведующего
кафедры
«Энергоустановки для
транспорта и малой
энергетики», к.т.н.,
доцент  /Д.В. Апелинский/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины....4
3.1Виды учебной работы и трудоемкость....4
3.2Тематический план изучения дисциплины....6
3.3Содержание дисциплины....9
3.4Тематика семинарских/практических занятий 9
3.4.1. Семинарские/практические занятия....9
3.4.2. Лабораторные занятия 10
3.5Тематика курсовых проектов (курсовых работ)....10
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение....10
4.1Нормативные документы и ГОСТы....10
4.2Основная литература....10
4.3Дополнительная литература....10
4.4Электронные образовательные ресурсы 11
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение....11
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы....11
5. Материально-техническое обеспечение....12
6. Методические рекомендации 12
6.1Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 12
6.2Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....13
7. Фонд оценочных средств....14
7.1Методы контроля и оценивания результатов обучения 14
7.2Шкала и критерии оценивания результатов обучения 15
7.3Оценочные средства....16
Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 1 (6-я неделя, ОПК-3), 4-й семестр 16
Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 2 (12-я неделя, ОПК-3), 4-й семестр 17
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации студентов (оценка знаний, умений, навыков-компетенций: ОПК-3), 4-й семестр....17
Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 1 (6-я неделя, ОПК-3), 5-й семестр 19
Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 2 (12-я неделя, ОПК-3), 5-й семестр 19
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации студентов (оценка знаний, умений, навыков-компетенций: ОПК-3), 5-й семестр....20

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО и образовательной программы.

Задачами освоения дисциплины являются:

- приобретение обучающимися знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса;
- оценка достижения обучающимися планируемых результатов обучения как этапа формирования соответствующих компетенций.

Обучение по дисциплине «Техническая газовая динамика для тепловых двигателей» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ОПК-3. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИОПК-3.1. Умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач ИОПК-3.2. Умеет применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Изучение дисциплины основано на знаниях и умениях, полученных при изучении следующих дисциплин:

- Термодинамика для энергетических машин

Знания и умения, полученные на дисциплине необходимы для изучения следующих дисциплин:

- Теория и расчет лопаточных машин микротурбин транспортного и энергетического назначения
- Комбинированные энергоустановки

Знания, умения, навыки, сформированные данной дисциплиной, будут востребованы при прохождении практик и сдаче государственной итоговой аттестации.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			4	5
1	Аудиторные занятия	108	54	54
	В том числе:			
	Лекции	54	36	18
	Семинарские/практические занятия	–	–	–
	Лабораторные занятия	54	18	36
2	Самостоятельная работа	108	54	54

3	Промежуточная аттестация			
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Зачет	Экзамен
	Итого	216	108	108

3.2 Тематический план изучения дисциплины

Тематический план на четвёртый семестр

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Всего	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Способы задания движения сплошной среды. Линии и трубки тока. Разложение движения на деформационное и квазитвёрдое. Вихревые линии и трубки. Циркуляция скорости.	12	6	4	–	2	6
2	Деформационное движение элементарного объёма среды. Ускорение жидкой частицы.	12	6	4	–	2	6
3	Распределение массы в сплошной среде. Распределение сил в сплошной среде. Закон изменения количеств движения и уравнения динамики в напряжениях.	12	6	4	–	2	6
4	Симметрия тензора напряжений. Закон изменения кинетической энергии и общий закон сохранения энергии. Теорема количеств движения в эйлеровом представлении.	12	6	4	–	2	6
5	Уравнения равновесия жидкости и газа. Равновесие несжимаемой жидкости. Закон Архимеда.	12	6	4	–	2	6
6	Баротропное равновесие газа. Равновесие равномерно вращающейся несжимаемой жидкости.	12	6	4	–	2	6

7	Центрифугирование твёрдых частиц. Основные уравнения движения идеальной жидкости.	12	6	4	–	2	6
8	Теорема Бернулли. Уравнение баланса энергии при адиабатическом движении идеального и совершенного газа.	12	6	4	–	2	6
9	Скорость распространения малых возмущений в идеальном газе. Число Маха и скоростной коэффициент.	12	6	4	–	2	6
	Итого:	108	54	36	–	18	54

Тематический план на пятый семестр

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Всего	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Одномерное стационарное движение газа по трубе переменного сечения. Истечение газа сквозь сопло.	12	6	2	–	4	6
2	Плоская ударная волна и скачок уплотнения.	12	6	2	–	4	6
3	Теоремы Кельвина и Лагранжа, условия существования безвихревых течений. Потенциал скоростей и его определение по заданному полю скоростей.	12	6	2	–	4	6
4	Интеграл Лагранжа-Коши. Некоторые общие свойства безвихревого движения идеальной несжимаемой жидкости в	12	6	2	–	4	6

	односвязной области. Плоское безвихревое движение несжимаемой жидкости.						
5	Применение функций комплексного переменного. Решение задачи обтекания по методу конформных отображений.	12	6	2	–	4	6
6	Постулат Жуковского-Чаплыгина. Формула циркуляции.	12	6	2	–	4	6
7	Основные уравнения движения и их линеаризация. Дозвуковое обтекание тонкого профиля. Правило Прандтля-Глауэрта.	12	6	2	–	4	6
8	Сверхзвуковое обтекание тонкого профиля. Формулы Аккерета. Потенциалы скоростей простейших пространственных потоков. Поле скоростей вокруг заданной системы вихрей в безграничной жидкости.	12	6	2	–	4	6
9	Формула Био-Савара. Потенциал поля скоростей замкнутой вихревой линии. Функция тока в пространственных движениях. Обтекание сферы. Парадокс Даламбера.	12	6	2	–	4	6
	Итого:	108	54	18	–	36	54

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Кинематика сплошной среды.
Способы задания движения сплошной среды. Линии и трубки тока. Разложение движения на деформационное и квазитвёрдое. Вихревые линии и трубки. Циркуляция скорости. Деформационное движение элементарного объёма среды. Ускорение жидкой частицы.

Тема 2. Общие уравнения движения сплошной среды.
Распределение массы в сплошной среде. Распределение сил в сплошной среде. Закон изменения количеств движения и уравнения динамики в напряжениях. Симметрия тензора напряжений. Закон изменения кинетической энергии и общий закон сохранения энергии. Теорема количеств движения в эйлеровом представлении. Уравнения равновесия жидкости и газа. Равновесие несжимаемой жидкости. Закон Архимеда. Баротропное равновесие газа. Равновесие равномерно вращающейся несжимаемой жидкости. Центрифугирование твёрдых частиц.

Тема 3. Динамика идеальной жидкости и газа.
Основные уравнения движения идеальной жидкости. Теорема Бернулли. Уравнение баланса энергии при адиабатическом движении идеального и совершенного газа. Скорость распространения малых возмущений в идеальном газе. Число Маха и скоростной коэффициент.

Тема 4. Одномерный поток идеального газа.
Одномерное стационарное движение газа по трубе переменного сечения. Истечение газа сквозь сопло. Плоская ударная волна и скачок уплотнения.

Тема 5. Общие свойства безвихревых движений идеальной среды.
Теоремы Кельвина и Лагранжа, условия существования безвихревых течений. Потенциал скоростей и его определение по заданному полю скоростей. Интеграл Лагранжа-Коши. Некоторые общие свойства безвихревого движения идеальной несжимаемой жидкости в односвязной области. Плоское безвихревое движение несжимаемой жидкости. Применение функций комплексного переменного. Решение задачи обтекания по методу конформных отображений. Постулат Жуковского-Чаплыгина. Формула циркуляции.

Тема 6. Плоское безвихревое движение идеального газа.
Основные уравнения движения и их линеаризация. Дозвуковое обтекание тонкого профиля. Правило Прандтля-Глауэрта. Сверхзвуковое обтекание тонкого профиля. Формулы Аккерета.

Тема 7. Пространственное безвихревое движение жидкости и газа.
Потенциалы скоростей простейших пространственных потоков. Поле скоростей вокруг заданной системы вихрей в безграничной жидкости. Формула Био-Савара. Потенциал поля скоростей замкнутой вихревой линии. Функция тока в пространственных движениях. Обтекание сферы. Парадокс Даламбера.

3.4 Тематика семинарских/практических занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторная работа №1 «Течение в плоской щели с неподвижными стенками».
Лабораторная работа №2 «Течение в плоской щели с подвижной стенкой».
Лабораторная работа №3 «Течение в неподвижной трубе круглого сечения».
Лабораторная работа №4 «Течение во вращающейся трубе круглого сечения».
Лабораторная работа №5 «Влияние подвода теплоты на течение в плоской щели».
Лабораторная работа №6 «Течение в диффузоре».
Лабораторная работа №7 «Течение в сопле».
Лабораторная работа №8 «Отрывное течение при обтекании пластины».
Лабораторная работа №9 «Обтекание аэродинамического профиля».
Лабораторная работа №10 «Анализ влияния вязкости среды на параметры течения в плоской щели с неподвижными стенками».
Лабораторная работа №11 «Исследование скорости образования пограничного слоя при обтекании плоской пластины».
Лабораторная работа №12 «Влияние дополнительного подвода жидкости на образование пограничного слоя».
Лабораторная работа №13 «Течение в смесителе».
Лабораторная работа №14 «Течение в сопловом аппарате».
Лабораторная работа №15 «Течение в рабочем колесе турбины».
Лабораторная работа №16 «Течение в рабочем колесе компрессора».
Лабораторная работа №17 «Течение в лопаточном диффузоре».
Лабораторная работа №18 «Нестационарное течение».

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Нормативные документы и ГОСТы по дисциплине не предусмотрены.

4.2 Основная литература

1. Механика жидкости и газа в промышленной теплотехнике и теплоэнергетике : учебное пособие / Ю. Л. Курбатов, А. Б. Бирюков, Е. В. Новикова, А. А. Заика. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 256 с.
URL: https://e.lanbook.com/book/192768

2. Чефанов, В. М. Основы технической механики жидкости и газа : учебное пособие / В. М. Чефанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 452 с.
URL: https://e.lanbook.com/book/126917

4.3 Дополнительная литература

1. Репик, Е. У. Турбулентный пограничный слой : учебное пособие / Е. У. Репик, Ю. П. Соседко. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 312 с.
URL: https://e.lanbook.com/book/59475

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Курс «Техническая газовая динамика для тепловых двигателей»
5-й семестр: URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=10663
6-й семестр: URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=10675

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее ПО:
Операционная система Windows 7 и выше, Офисные приложения Microsoft Office.

4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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:

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.

Электронный каталог БИЦ МГУП.
http://mgup.ru/library/

Электронный каталог позволяет производить поиск по базе данных библиотеки МГУП.

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.

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.

«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.

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.

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.

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.

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.

5. Материально-техническое обеспечение

1. Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-222 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

2. Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-223 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

3. Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-224 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

4. Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Н-406 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

5. Комплекты мебели для учебного процесса.

6. Мультимедийное оборудование: Экран для проектора, переносной ноутбук, переносной проектор.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомится с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины осуществляется при контактной работе с преподавателем и в процессе самостоятельной работы. 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.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных занятиях. Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать, перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

7. Фонд оценочных средств

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.

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Оценивание и контроль сформированности компетенций осуществляется с помощью текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Для этого семестр делится на три периода. По окончанию первого периода (контрольная точка 1 (КТ1)) проводится собеседование со студентами по изученному на данный момент материалу. По окончанию второго периода обучения (КТ2) проводится аналогичная процедура. Третий период заканчивается промежуточной аттестацией по всему пройдённому материалу.

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 относится собеседование и тестирование. Критерии прохождения студентами текущего контроля следующие. При

текущем контроле успеваемости обучающихся применяется система оценивания в виде отметки «зачтено» и «не зачтено».

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.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

При контроле успеваемости используются следующие шкалы оценивания:

Для зачёта:

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Для экзамена:

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.

При текущем контроле успеваемости с помощью тестов выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно более 75% заданий теста (набрано более 15 баллов).

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно менее 75% (набрано менее 15 баллов).

7.3 Оценочные средства

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 1 (6-я неделя, ОПК-3), 4-й семестр

1. Параметры состояния газовой среды.
2. Уравнение состояния. Закон трения Ньютона применительно к тепловым двигателям.
3. Моделирование перемещения газообразной частицы в тракте газотурбинного двигателя.
4. Скорость угловой деформации и угловая скорость потока газа при расчете турбомашин.
5. Линейные деформации для потока газа в тракте ГТУ.
6. Уравнение неразрывности для тепловых машин.
7. Уравнение Эйлера и преобразование Громеки-Лэмба применительно к тепловым двигателям.
8. Уравнение Навье-Стокса и его применение при газодинамических расчетах турбомашин.
9. Уравнения движения элементарной струйки газа и его применение при расчете газотурбинных установок.
10. Уравнение Эйлера о количестве движения и уравнение Эйлера о моменте количества движения для расчетов тепловых двигателей.
11. "Турбинное" уравнение Эйлера.
12. Схема плоского вихря и турбулентное течение для тепловых машин.
13. Уравнение энергии элементарной струйки газа для тепловых двигателей.

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 2 (12-я неделя, ОПК-3), 4-й семестр

1. Уравнение энергии в механической форме и в форме энтальпии.
2. Параметры торможения потока газа в турбомашинах.
3. Газодинамические функции параметров торможения для турбомашин.
4. Уравнение обращения воздействий для газотурбинных двигателей.
5. Геометрическое, расходное, механическое, тепловое воздействия и воздействие трения для турбомашин.
6. Гидравлические сопротивления для воздуха и газа в трактах тепловых двигателей и их фильтрах.
7. Местные сопротивления для тепловых двигателей.
8. Квадратичные сопротивления для тепловых двигателей.
9. Комбинированные сопротивления для тепловых двигателей.
10. Линейные сопротивления для тепловых двигателей.
11. Уравнение расхода в газодинамической форме для турбомашин.
12. Уравнение импульсов, преобразование Б.М.Киселёва для циклических двигателей.
13. Газодинамические функции потока массы и потока импульса при тепловых расчетах турбомашин.
14. Расчёт течений в соплах и диффузорах газотурбинных установок, и агрегатов наддува.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации студентов (оценка знаний, умений, навыков-компетенций: ОПК-3), 4-й семестр

1. Параметры состояния газовой среды.
2. Уравнение состояния. Закон трения Ньютона применительно к тепловым двигателям.
3. Моделирование перемещения газообразной частицы в тракте газотурбинного двигателя.
4. Скорость угловой деформации и угловая скорость потока газа при расчете турбомашин.
5. Линейные деформации для потока газа в тракте ГТУ.

6. Уравнение неразрывности для тепловых машин.
7. Уравнение Эйлера и преобразование Громеки-Лэмба применительно к тепловым двигателям.
8. Уравнение Навье-Стокса и его применение при газодинамических расчетах турбомашин.
9. Уравнения движения элементарной струйки газа и его применение при расчете газотурбинных установок.
10. Уравнение Эйлера о количестве движения и уравнение Эйлера о моменте количества движения для расчетов тепловых двигателей.
11. "Турбинное" уравнение Эйлера.
12. Схема плоского вихря и турбулентное течение для тепловых машин.
13. Уравнение энергии элементарной струйки газа для тепловых двигателей.
14. Уравнение энергии в механической форме и в форме энтальпии.
15. Параметры торможения потока газа в турбомашинах.
16. Газодинамические функции параметров торможения для турбомашин.
17. Уравнение обращения воздействий для газотурбинных двигателей.
18. Геометрическое, расходное, механическое, тепловое воздействия и воздействие трения для турбомашин.
19. Гидравлические сопротивления для воздуха и газа в трактах тепловых двигателей и их фильтрах.
20. Местные сопротивления для тепловых двигателей.
21. Квадратичные сопротивления для тепловых двигателей.
22. Комбинированные сопротивления для тепловых двигателей.
23. Линейные сопротивления для тепловых двигателей.
24. Уравнение расхода в газодинамической форме для турбомашин.
25. Уравнение импульсов, преобразование Б.М.Киселёва для циклических двигателей.
26. Газодинамические функции потока массы и потока импульса при тепловых расчетах турбомашин.
27. Расчёт течений в соплах и диффузорах газотурбинных установок, и агрегатов наддува.

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

1. Сопло Лаваля и его применение при проектировании турбомашин.
2. Расчётное и нерасчётное истечение рабочего тела из сопла Лаваля и анализ течений при расчетах турбомашин.
3. Сверхзвуковые течения при расчетах осевых и центробежных компрессоров.
4. Ударная волна, помпаж при расчете турбокомпрессора.
5. Прямые скачки уплотнения (ПСУ) при расчетах турбомашин.
6. Основные кинематическое и динамическое соотношения для ПСУ при расчетах проточных частей газотурбинных двигателей.
7. Изменение параметров потока при переходе через ПСУ при вариантных расчетах турбомашин.
8. Косые скачки уплотнения (КСУ) при расчетах турбомашин.
9. Фронт КСУ для расчета турбомашин.
10. Слабые возмущения и конус Маха при газодинамических расчетах турбомашин.
11. Сверхзвуковые диффузоры газотурбинных двигателей.
12. Обтекание внешнего тупого угла сверхзвуковым потоком (течение Прандтля-Майера) при проектировании проточных частей газотурбинных двигателей.
13. Основы теории плоского потока для рабочего тела теплового двигателя.

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

1. Циркуляция скорости потока газа в проточной части турбокомпрессора.
2. Теорема Жуковского о подъёмной силе применительно к турбореактивным двигателям.
3. Постулат Жуковского-Чаплыгина для тепловых двигателей.
4. Обтекание решётки профилей в рабочих колесах турбомашин.
5. Основные положения теории пограничного слоя при выполнении газодинамических расчетов рабочих колес турбомашин.
6. Дифференциальные уравнения пограничного слоя Л. Прандтля для турбомашин.

7. Условные толщины пограничного слоя – толщина вытеснения и толщина потери импульса для выполнения газодинамического расчета газотурбинного двигателя.
8. Расчёт ламинарного пограничного слоя на плоской пластине в теплообменниках тепловых двигателей.
9. Точное решение Блазиуса применительно к тепловым двигателям.
10. Интегральное соотношение Кармана для расчета турбомашин.
11. Основные понятия турбулентности при течении рабочих тел в проточных частях турбомашин. 25.Турбулентный пограничный слой при расчете течений в компрессоре и турбине ГТУ.
12. Основные понятия о струйных течениях применительно к тепловым двигателям.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации студентов (оценка знаний, умений, навыков-компетенций: ОПК-3), 5-й семестр

1. Сопло Лаваля и его применение при проектировании турбомашин.
2. Расчётное и нерасчётное истечение рабочего тела из сопла Лаваля и анализ течений при расчетах турбомашин.
3. Сверхзвуковые течения при расчетах осевых и центробежных компрессоров.
4. Ударная волна, помпаж при расчете турбокомпрессора.
5. Прямые скачки уплотнения (ПСУ) при расчетах турбомашин.
6. Основные кинематическое и динамическое соотношения для ПСУ при расчетах проточных частей газотурбинных двигателей.
7. Изменение параметров потока при переходе через ПСУ при вариантных расчетах турбомашин.
8. Косые скачки уплотнения (КСУ) при расчетах турбомашин.
9. Фронт КСУ для расчета турбомашин.
10. Слабые возмущения и конус Маха при газодинамических расчетах турбомашин.
11. Сверхзвуковые диффузоры газотурбинных двигателей.
12. Обтекание внешнего тупого угла сверхзвуковым потоком (течение Прандтля-Майера) при проектировании проточных частей газотурбинных двигателей.
13. Основы теории плоского потока для рабочего тела теплового двигателя.
14. Циркуляция скорости потока газа в проточной части турбокомпрессора.

15. Теорема Жуковского о подъёмной силе применительно к турбореактивным двигателям.

16. Постулат Жуковского-Чаплыгина для тепловых двигателей.

17. Обтекание решётки профилей в рабочих колесах турбомашин.

18. Основные положения теории пограничного слоя при выполнении газодинамических расчетов рабочих колес турбомашин.

19. Дифференциальные уравнения пограничного слоя Л. Прандтля для турбомашин.

20. Условные толщины пограничного слоя – толщина вытеснения и толщина потери импульса для выполнения газодинамического расчета газотурбинного двигателя.

21. Расчёт ламинарного пограничного слоя на плоской пластине в теплообменниках тепловых двигателей.

22. Точное решение Блазиуса применительно к тепловым двигателям.

23. Интегральное соотношение Кармана для расчета турбомашин.

24. Основные понятия турбулентности при течении рабочих тел в проточных частях турбомашин. 25.Турбулентный пограничный слой при расчете течений в компрессоре и турбине ГТУ.

25. Основные понятия о струйных течениях применительно к тепловым двигателям.