Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 16:19:17
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
/М.Р. Рыбакова/
«27» февраля 2025 г

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## Проектирование и эксплуатация систем питания газотурбинных и микротурбинных установок

Направление подготовки/ специальность
**13.03.03 «Энергетическое машиностроение»**

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

Квалификация
**Бакалавр**

Форма обучения
**Очная**

Москва, 2025

**Разработчик(и):**
к.т.н., доцент  /Д.В. Апелинский/

**Согласовано**:
Заведующий кафедрой «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики», д.т.н.  /Г.Г. Надарейшвили/

**Оглавление**

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ....4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ....5
3. Структура и содержание дисциплины....5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость.... 5
3.2. Тематический план изучения дисциплины.... 5
3.3. Содержание дисциплины.... 6
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий.... 8
3.4.1. Семинарские/практические занятия .... 8
3.4.2. Лабораторные занятия.... 8
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) .... 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ....8
4.1. Нормативные документы и ГОСТы .... 8
4.2. Основная литература.... 9
4.3. Дополнительная литература.... 9
4.4. Электронные образовательные ресурсы .... 9
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение .... 9
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы .... 9
5. Материально-техническое обеспечение....10
6. Методические рекомендации ....11
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения.... 11
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .... 12
7. Фонд оценочных средств....12
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения .... 13
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения .... 14
7.3. Оценочные средства.... 15

**1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине**

Цель дисциплины — формирование у обучающихся глубоких теоретических знаний и практических навыков в области проектирования, эксплуатации и ремонта газотурбинных установок (ГТУ), а также в понимании особенностей их работы, применяемых топливных систем и элементов конструкции.

Задачи дисциплины:

Формирование базовых представлений о газотурбинных установках (ГТУ):

Получить представление о назначении и устройстве ГТУ, их месте среди других типов энергетических установок.

Понять принцип работы и сферы применения ГТУ.

Ознакомление с современными технологиями и оборудованием:

Изучить конструкции и особенности современных газотурбинных установок.

Усвоить назначение и устройство камер сгорания, газовых турбин, систем охлаждения и роторов ГТУ.

Подготовка специалистов для авиационной индустрии:

Узнать об особенностях применения газотурбинных двигателей в авиации.

Изучить специфику различных типов авиационных газотурбинных двигателей (турбореактивных, турбовинтовых, двухконтурных, двигателей вертикального взлёта и посадки).

Получение знаний о процессах топливоподачи и топливных системах ГТД:

Освоить процессы горения топлива в камерах сгорания ГТУ.

Изучить типы топливных систем, применяемые в ГТД, и особенности их работы.

Изучение конструкции и работы агрегатов топливных систем:

Ознакомиться с основными агрегатами и компонентами топливных систем ГТД (топливные насосы, фильтрация, нагрев топлива, форсунки и др.).

Рассмотреть материалы и конструкции агрегатов топливных систем.

Обеспечение понимания эксплуатации и диагностики ГТД:

Изучить возможные неисправности топливных систем ГТД и методы их предотвращения.

Получение навыков по контролю и диагностике топливных систем.

Актуализация знаний о перспективных видах топлива для ГТД:

Познакомиться с перспективными видами топлива для газотурбинных двигателей (жидкий водород, биотопливо и др.).

Углубить знания о тенденциях развития топливных систем ГТД.

Развитие инженерного мышления и готовности решать прикладные задачи:

Формирование способности самостоятельно проводить техническое обслуживание и диагностику систем ГТД.

Способствовать развитию профессионального кругозора и готовности к принятию управленческих решений в рамках профессии инженера-теплотехника или специалиста по оборудованию авиационных двигателей.

Обучение по дисциплине направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| ОПК-1. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной | ИОПК-1.1. Понимает принципы работы современных информационных технологий и может использовать их для решения задач по разработке, проектированию и испытаниям энергетических установок |

| | |
|---|---|
| деятельности | |
| ПК-1. Способен к компьютерному моделированию, визуализации, презентации модели созданной установки для нужд природоохраны | ИПК-1.1.<br>Применяет знание программных комплексов для выполнения компьютерного моделирования, создания отчетов и презентаций при создании энергоустановок;<br>ИПК-1.2.<br>Умение разрабатывать компьютерные модели проектируемых установок<br>ИПК-1.3.<br>Владеет навыками компьютерного 3D моделирования, навыками работы в программах для визуализации и анимации работы спроектированных установок |

**2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в факультативную часть, подраздел ФТД.3

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения, навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Конструирование, динамика и прочность микротурбин транспортного и энергетического назначения, Механика жидкости и газа в энергетическом машиностроении, Термодинамика для энергетических машин.

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 2 зачетные единицы (72 часа).

## 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры |
|---|---|---|---|
| | | | 7 |
| 1 | Аудиторные занятия | 36 | 36 |
| | В том числе: | | |
| | Лекции | 18 | 18 |
| | Семинарские/практические занятия | 18 | 18 |
| | Лабораторные занятия | – | – |
| 2 | Самостоятельная работа | 36 | 36 |
| 3 | Промежуточная аттестация | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | Зачет | Зачет |
| | Итого | 72 | 72 |

## 3.2. Тематический план изучения дисциплины

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Всего | Аудиторная работа | Лекции | Семинарские/практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Тема 1. Общие сведения о | 8 | 4 | 2 | 2 | - | 4 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | газотурбинных установках (ГТУ) | | | | | | |
| 2 | Тема 2. Устройство современной ГТУ | 8 | 4 | 2 | 2 | - | 4 |
| 3 | Тема 3. Применение газотурбинных двигателей в авиации | 8 | 4 | 2 | 2 | - | 4 |
| 4 | Тема 4. Общие сведения о системе топливоподачи ГТД | 8 | 4 | 2 | 2 | - | 4 |
| 5 | Тема 5. Система топливопитания ГТД | 8 | 4 | 2 | 2 | - | 4 |
| 6 | Тема 6. Основные и форсажные топливные насосы авиационных ГТУ | 8 | 4 | 2 | 2 | - | 4 |
| 7 | Тема 7. Агрегаты топливных систем газотурбинных двигателей | 8 | 4 | 2 | 2 | - | 4 |
| 8 | Тема 8. Топливные форсунки | 8 | 4 | 2 | 2 | - | 4 |
| 9 | Тема 9. Системы топливопитания ГТД | 8 | 4 | 2 | 2 | - | 4 |
| | Итого: | 72 | 36 | 18 | 18 | - | 36 |

## 3.3. Содержание дисциплины

Модуль 1.
Лекция 1. Вводная лекция. Общие сведения о газотурбинных установках (ГТУ)
§1. Общие сведения по онлайн курсу
§2. Газотурбинные установки (ГТУ)
§3. Применение газотурбинных энергоустановок
§4. Топливо для газотурбинной установки
§5. Преимущества газотурбинных электростанций:
§6. Устройство ГТУ. Основные элементы газотурбинных установок
§7. Устройство современной стационарной высокотемпературной ГТУ
Вопросы для самопроверки.
Список использованных источников.

Лекция 2. Устройство современной ГТУ
§1. Общие сведения
§2. Камеры сгорания ГТУ
§3. Газовая турбина
§4. Система охлаждения газовой турбины
§5. Ротор газовой турбины
Вопросы для самопроверки.
Список использованных источников.

Лекция 3. Применение газотурбинных двигателей в авиации
§1. Объекты применения ГТД
§2. Турбореактивные двигатели (ТРД)
§3. Турбовинтовые двигатели и вертолетные ГТД
§4. Двухконтурные турбореактивные двигатели (ТРДД)
§5. Двигатели для самолетов вертикального взлета и посадки
Вопросы для самопроверки.
Список использованных источников.

Модуль 2.
Лекция 4. Общие сведения о системе топливоподачи ГТД
§1. Общие сведения о процессе горения топлива для ГТУ
§2. Сжигание топлива в камере сгорания газотурбинной установки

§3. Топливная система двигателя
§4. Топливо для газотурбинных установок
§5. Система топливоснабжения ГТУ, работающей на жидком топливе
§6. Топливоснабжение газотурбинных установок, работающих на газообразном топливе
Вопросы для самопроверки.
Список использованных источников.

Лекция 5. Система топливопитания ГТД
§1. Устройство системы топливоподачи ГТД
§2. Типовые схемы топливных систем
§3. Основные агрегаты и контрольно-измерительная аппаратура топливных систем
§4. Подкачивающий топливный насос
Вопросы для самопроверки.
Список использованных источников.

Лекция 6. Основные и форсажные топливные насосы авиационных ГТУ
§1. Типы топливных насосов, их сравнительная оценка и области применения, характеристики
§2. Центробежные топливные насосы
§3. Шестеренчатые топливные насосы
§4. Двойные топливные насосы
Вопросы для самопроверки.
Список использованных источников.

Модуль 3.
Лекция 7. Агрегаты топливных систем газотурбинных двигателей
§1. Конструкция плунжерного топливного насоса
§2. Принцип работы плунжерного топливного насоса
§3. Материалы деталей плунжерного топливного насоса
§4. Топливо-масляные радиаторы
§5. Топливные фильтры и подогреватели
Подогреватели топлива
Вопросы для самопроверки.
Список использованных источников.

Лекция 8. Топливные форсунки
§1. Требования, предъявляемые к топливным форсункам
§2. Испарительные форсунки
§3. Распыливающие форсунки
§4. Центробежные форсунки
§5. Регулирование изменением коэффициента расхода
§6. Нерегулируемые центробежные форсунки
§7. Регулируемые центробежные форсунки
§8. Автоматический распределитель топлива
Вопросы для самопроверки.
Список использованных источников.

Лекция 9. Системы топливопитания ГТД
§1. Трубопроводы топливных систем
§2. Основная контрольно-измерительная аппаратура, используемая в топливных системах

§3. Возможные неисправности систем топливопитания ГТД
§4. Требования к топливам
§6. Традиционные топлива для ГТД
§7. Жидкий водород как перспективное топливо для ГТД
§8. Биотопливо, получаемое из сырья животного или растительного происхождения
Вопросы для самопроверки.
Список использованных источников.

В связи с проведением лекций в дистанционном формате и с целью повышения эффективности усвоения учебного материала, студенты должны вести рукописный конспект лекций во время всех дистанционных лекций.
Конспект должен быть оформлен в соответствии с требованиями кафедры, включая:
• Дату проведения лекции.
• Тему лекции.
• Основные тезисы и определения.
• Схемы, графики, формулы и другие визуальные материалы, представленные на лекции.
• Личные комментарии и вопросы, возникшие в ходе лекции.
Конспект должен быть аккуратным, понятным и легко читаемым.
Наличие рукописного конспекта лекций является обязательным условием для допуска к промежуточной аттестации.
Студенты, не предоставившие конспекты лекций, не будут допущены к промежуточной аттестации.
В течение семестра профессорско-преподавательский состав должен не менее двух раз (в период текущего контроля успеваемости) проводить проверку конспектов лекций.
Итоговые конспекты лекций должны быть предоставлены на проверку не позднее, чем за неделю до начала зачётно-экзаменационной сессии.

## 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

### 3.4.1. Семинарские/практические занятия

Семинарское занятие 1. Общие сведения о газотурбинных установках (ГТУ).
Семинарское занятие 2. Устройство современной ГТУ.
Семинарское занятие 3. Применение газотурбинных двигателей в авиации.
Семинарское занятие 4. Общие сведения о системе топливоподачи ГТД.
Семинарское занятие 5. Система топливопитания ГТД.
Семинарское занятие 6. Основные и форсажные топливные насосы авиационных ГТУ.
Семинарское занятие 7. Агрегаты топливных систем газотурбинных двигателей.
Семинарское занятие 8. Топливные форсунки.
Семинарское занятие 9. Системы топливопитания ГТД.

### 3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные работы по дисциплине не предусмотрены.

## 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

1. ГОСТ Р 57837-2017 «Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок»

2. ГОСТ 25.503-97 «Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов»

### 4.2. Основная литература

1. Шкаровский, А. Л. Топливоснабжение. Газовое топливо. Газовые горелки / А. Л. Шкаровский, Г. П. Комина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 140 с. — ISBN 978-5-8114-5791-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/146683

2. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для вузов / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 308 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01738-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/511615

### 4.3. Дополнительная литература

1. Сахин, В.В. Устройство и действие энергетических установок. Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. — 172 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/75171

2. Рачков, М. Ю. Измерительные устройства автомобильных систем / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 135 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08195-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/513711

### 4.4. Электронные образовательные ресурсы

1. Курс «Системы питания газотурбинных и микротурбинных установок»
URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=6690

### 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 исодержание 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.

Текущий контроль успеваемости в процессе изучения дисциплины может проводиться по усмотрению преподавателя в форме устного собеседования или посредством прохождения тестов, размещённых в соответствующем онлайн-курсе системы дистанционного обучения Московского Политеха.

Если текущий контроль проходит в формате тестирования, то для теста характерны следующие особенности:

Объем теста- 20 тестовых заданий.

Тест имеет ограничение по времени – 25 мин. По истечении времени, вносить изменения в тест будет невозможно.

По окончанию всего теста выдается информация о том, зачтен тест или нет.

При оценке текущей успеваемости с использованием устного собеседования рекомендуются следующие критерии:

1. Знание теории (40%)

Понимание основных понятий, терминологии и закономерностей дисциплины

Способность воспроизводить и объяснять ключевые положения

2. Практические навыки (35%)

Умение применять теоретические знания для решения типовых задач

Анализ и интерпретация результатов

3. Аргументация и качество ответов (15%)

Логичность, полнота и ясность изложения

Обоснование своих решений и выводов

4. Активность и самостоятельность (10%)

Участие в обсуждениях, выполнение дополнительных заданий

Проявление инициативы в обучении

Шкала оценивания (в процентах и по пятибалльной системе)

| Процент выполнения | Оценка (5-балльная) | Характеристика результата |
|---|---|---|
| 90–100% | 5 (отлично) | Отличное знание материала, высокая активность |

| Процент выполнения | Оценка (5-балльная) | Характеристика результата |
|---|---|---|
| 75–89% | 4 (хорошо) | Хорошее усвоение материала, незначительные недочеты |
| 60–74% | 3 (удовлетворительно) | Базовое понимание, требуется доработка отдельных вопросов |
| Ниже 60% | 2 (неудовлетворительно) | Недостаточный уровень знаний и навыков |

Для допуска к промежуточной аттестации студент должен иметь оценку не ниже «удовлетворительно» (3) по результатам текущего контроля.
В случае неудовлетворительной оценки студенту рекомендуется дополнительная подготовка и повторное прохождение контроля до установленного срока.

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

Форма аттестации: Зачёт
Система оценивания: При проведении промежуточной аттестации по дисциплине используется недифференцированная шкала оценки уровня сформированности компетенций:

| Оценка | Описание уровня освоения дисциплины |
|---|---|
| Зачтено | Студент продемонстрировал достаточный уровень знаний и умений, необходимых для формирования компетенций по дисциплине. Ответы соответствуют требованиям программы, допускаются незначительные огрехи, не влияющие на общее понимание материала. |
| Не зачтено | Студент не продемонстрировал достаточного уровня знаний и умений, допущены существенные ошибки, отсутствует понимание ключевых понятий и/или неспособность применять знания на практике. |

**Критерии оценивания зачёта**

| Критерий | Зачтено | Не зачтено |
|---|---|---|
| Знание основных понятий | Студент уверенно отвечает на вопросы, демонстрируя знание ключевых понятий и терминов дисциплины | Ответы неполные, существенные пробелы в знании основных понятий |
| Умение применять знания | Студент способен решать типовые задачи и применять теоретические знания на практике | Студент не способен применять знания, допускает ошибки при решении практических задач |
| Аргументация и обоснование | Ответы логичны и обоснованы, студент может объяснить свои решения | Отсутствует логика и обоснование в ответах, ответы поверхностны или неполны |

| Критерий | Зачтено | Не зачтено |
|---|---|---|
| Общее впечатление | Ответы соответствуют требованиям программы, студент демонстрирует сформированность компетенций | Ответы не соответствуют требованиям, уровень подготовки недостаточен |

## 7.3. Оценочные средства

**Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке (КТ1). Вопросы для собеседования со студентами**

1. Общие сведения о газотурбинных установках (ГТУ)
2. Общие сведения по онлайн курсу
3. Газотурбинные установки (ГТУ)
4. Применение газотурбинных энергоустановок
5. Топливо для газотурбинной установки
6. Преимущества газотурбинных электростанций:
7. Устройство ГТУ. Основные элементы газотурбинных установок
8. Устройство современной стационарной высокотемпературной ГТУ
9. Что такое газотурбинная установка?
10. Применение газотурбинных энергоустановок
11. Топливо для газотурбинной установки
12. Преимущества газотурбинных электростанций:
13. Устройство ГТУ
14. Основные элементы газотурбинных установок
15. Устройство современной стационарной высокотемпературной ГТУ
16. Устройство современной ГТУ
17. Общие сведения о камерах сгорания
18. Камеры сгорания ГТУ
19. Газовая турбина
20. Система охлаждения газовой турбины
21. Ротор газовой турбины
22. Что используют для охлаждения современных ГТУ?
23. Сколько ступеней обычно имеет газовая турбина?
24. Что такое литейный стержень?
25. Какова стандартная температура перед турбиной?
26. Главный недостаток выносных камер сгорания?
27. Что такое ВНА?
28. При какой мощности установка ВНА позволяет поддерживать? температуру газов перед и после газовой турбины в постоянном диапазоне?
29. Из какой части компрессора выполняется отбор воздуха для охлаждения элементов газовой турбины?
30. Для чего пламенная трубка содержит многочисленные отверстия ?
31. Какая система ГТУ определяет ее срок службы?
32. Применение газотурбинных двигателей в авиации
33. Объекты применения ГТД
34. Турбореактивные двигатели (ТРД)
35. Турбовинтовые двигатели и вертолетные ГТД
36. Двухконтурные турбореактивные двигатели (ТРДД)
37. Двигатели для самолетов вертикального взлета и посадки
38. Общие сведения о системе топливоподачи ГТД
39. Общие сведения о процессе горения топлива для ГТУ
40. Сжигание топлива в камере сгорания газотурбинной установки

41. Топливная система двигателя
42. Топливо для газотурбинных установок
43. Система топливоснабжения ГТУ, работающей на жидком топливе
44. Топливоснабжение газотурбинных установок, работающих на газообразном топливе

**Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке (КТ2). Вопросы для собеседования со студентами**

1. Система топливопитания ГТД
2. Устройство системы топливоподачи ГТД
3. Типовые схемы топливных систем
4. Основные агрегаты и контрольно-измерительная аппаратура топливных систем
5. Подкачивающий топливный насос
6. Основные и форсажные топливные насосы авиационных ГТУ
7. Типы топливных насосов, их сравнительная оценка и области применения, характеристики
8. Центробежные топливные насосы
9. Шестеренчатые топливные насосы
10. Двойные топливные насосы
11. Как получают топливо для современной ГТД?
12. Какие системы в общем случае может иметь топливная система ГТД?
13. Где размещают необходимый для полета запас топлива?
14. Схемы топливных систем ГТД с ОТН?
15. Три магистрали в топливной системе современного ГТД с кольцевой камерой сгорания?
16. С помощью чего осуществляют контроль расхода топлива?
17. Для чего служит магистраль высокого давления?
18. Что служит для включения в работу двухконтурных форсунок?
19. Основные элементы магистрали пускового топлива?
20. Состав топливной системы ГТД?
21. Агрегаты топливных систем газотурбинных двигателей
22. Конструкция плунжерного топливного насоса
23. Принцип работы плунжерного топливного насоса
24. Материалы деталей плунжерного топливного насоса
25. Топливо-масляные радиаторы
26. Топливные фильтры и подогреватели
27. Подогреватели топлива
28. Какие насосы применяют в качестве основных и форсажных топливных насосов?
29. В чём состоит основное преимущество плунжерного насоса?
30. Какие недостатки плунжерного насоса?
31. Какой принцип работы плунжерного насоса?
32. Какие преимущества шестеренных топливных насосов по сравнению с плунжерными?
33. Какие основные недостатки шестерных топливных насосов?
34. Какие основные элементы качающего узла шестеренного топливного насоса?
35. Какие преимущества шестеренчатых топливных насосов?
36. Из чего состоит двойной топливный насос?
37. Какое назначение двойного топливного насоса?

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации успеваемости. Вопросы для собеседования со студентами.**

*Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ОПК-1, на промежуточной аттестации оцениваются ответы на приведенные вопросы:*

1. Общие сведения о газотурбинных установках (ГТУ)
2. Общие сведения по онлайн курсу
3. Газотурбинные установки (ГТУ)
4. Применение газотурбинных энергоустановок
5. Топливо для газотурбинной установки
6. Преимущества газотурбинных электростанций:
7. Устройство ГТУ. Основные элементы газотурбинных установок
8. Устройство современной стационарной высокотемпературной ГТУ
9. Что такое газотурбинная установка?
10. Применение газотурбинных энергоустановок
11. Топливо для газотурбинной установки
12. Преимущества газотурбинных электростанций:
13. Устройство ГТУ
14. Основные элементы газотурбинных установок
15. Устройство современной стационарной высокотемпературной ГТУ
16. Устройство современной ГТУ
17. Общие сведения о камерах сгорания
18. Камеры сгорания ГТУ
19. Газовая турбина
20. Система охлаждения газовой турбины
21. Ротор газовой турбины
22. Что используют для охлаждения современных ГТУ?
23. Сколько ступеней обычно имеет газовая турбина?
24. Что такое литейный стержень?
25. Какова стандартная температура перед турбиной?
26. Главный недостаток выносных камер сгорания?
27. Что такое ВНА?
28. При какой мощности установка ВНА позволяет поддерживать? температуру газов перед и после газовой турбины в постоянном диапазоне?
29. Из какой части компрессора выполняется отбор воздуха для охлаждения элементов газовой турбины?
30. Для чего пламенная трубка содержит многочисленные отверстия ?
31. Какая система ГТУ определяет ее срок службы?
32. Применение газотурбинных двигателей в авиации
33. Объекты применения ГТД
34. Турбореактивные двигатели (ТРД)
35. Турбовинтовые двигатели и вертолетные ГТД
36. Двухконтурные турбореактивные двигатели (ТРДД)
37. Двигатели для самолетов вертикального взлета и посадки
38. Общие сведения о системе топливоподачи ГТД
39. Общие сведения о процессе горения топлива для ГТУ
40. Сжигание топлива в камере сгорания газотурбинной установки
41. Топливная система двигателя
42. Топливо для газотурбинных установок
43. Система топливоснабжения ГТУ, работающей на жидком топливе
44. Топливоснабжение газотурбинных установок, работающих на газообразном топливе
45. Система топливопитания ГТД
46. Устройство системы топливоподачи ГТД
47. Типовые схемы топливных систем
48. Основные агрегаты и контрольно-измерительная аппаратура топливных систем
49. Подкачивающий топливный насос
50. Основные и форсажные топливные насосы авиационных ГТУ

51. Типы топливных насосов, их сравнительная оценка и области применения, характеристики
52. Центробежные топливные насосы
53. Шестеренчатые топливные насосы
54. Двойные топливные насосы
55. Как получают топливо для современной ГТД?
56. Какие системы в общем случае может иметь топливная система ГТД?
57. Где размещают необходимый для полета запас топлива?
58. Схемы топливных систем ГТД с ОТН?
59. Три магистрали в топливной системе современного ГТД с кольцевой камерой сгорания?
60. С помощью чего осуществляют контроль расхода топлива?
61. Для чего служит магистраль высокого давления?
62. Что служит для включения в работу двухконтурных форсунок?
63. Основные элементы магистрали пускового топлива?
64. Состав топливной системы ГТД?

*Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-1, на промежуточной аттестации оцениваются ответы на приведенные вопросы:*

1. Агрегаты топливных систем газотурбинных двигателей
2. Конструкция плунжерного топливного насоса
3. Принцип работы плунжерного топливного насоса
4. Материалы деталей плунжерного топливного насоса
5. Топливо-масляные радиаторы
6. Топливные фильтры и подогреватели
7. Подогреватели топлива
8. Какие насосы применяют в качестве основных и форсажных топливных насосов?
9. В чём состоит основное преимущество плунжерного насоса?
10. Какие недостатки плунжерного насоса?
11. Какой принцип работы плунжерного насоса?
12. Какие преимущества шестеренных топливных насосов по сравнению с плунжерными?
13. Какие основные недостатки шестерных топливных насосов?
14. Какие основные элементы качающего узла шестеренного топливного насоса?
15. Какие преимущества шестеренчатых топливных насосов?
16. Из чего состоит двойной топливный насос?
17. Какое назначение двойного топливного насоса?

18. Топливные форсунки
19. Требования, предъявляемые к топливным форсункам
20. Испарительные форсунки
21. Распыливающие форсунки
22. Центробежные форсунки
23. Регулирование изменением коэффициента расхода
24. Нерегулируемые центробежные форсунки
25. Регулируемые центробежные форсунки
26. Автоматический распределитель топлива
27. Каким требованиям должна соответствовать топливная форсунка?
28. Какие типы форсунок существуют?
29. Принцип действия центробежных форсунок.
30. В чем причина малого распространения испарительных форсунок?
31. Какими форсунками можно обеспечить регулирование коэффициента расхода топлива?
32. Что называется углом факела?

33. Для чего служит АРТ?
34. Где применяются испарительные форсунки?
35. Принцип действия струйных форсунок.
36. Принцип действия испарительных форсунок.

37. Системы топливопитания ГТД
38. Трубопроводы топливных систем
39. Основная контрольно-измерительная аппаратура, используемая в топливных системах
40. Возможные неисправности систем топливопитания ГТД
41. Требования к топливам
42. Традиционные топлива для ГТД
43. Жидкий водород как перспективное топливо для ГТД
44. Биотопливо, получаемое из сырья животного или растительного происхождения
45. Какие трубопроводы включает в себя система топливопитания авиационного ГТД?
46. Какие трубопроводы нашли большее применение?
47. С помощью чего уплотняются фланцевые соединения трубопроводов?
48. Что относят к контрольно-измерительной аппаратуре?
49. В чем заключается принцип действия расходомера?
50. Что делает датчик плотномера?
51. Что вызывает коррозию в топливных агрегатах?
52. Основные требования топлива для газотурбинных двигателей?
53. Во сколько раз водород имеет более высокую теплотворную способность по сравнению с керосином?
54. Ведущие позиции на рынке энергоресурсов занимают?