Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 14:05:25
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

## Методики испытаний и оценка эксплуатационных характеристик энергетических установок

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

Профиль/ специализация
**Проектирование и эксплуатация двигателей для инновационного транспорта**

Квалификация
**Магистр**

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....7
3.3. Содержание дисциплины....7
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий....9
3.4.1. Семинарские/практические занятия....9
3.4.2. Лабораторные занятия....9
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)....9
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение....9
4.1. Нормативные документы и ГОСТы....9
4.2. Основная литература....10
4.3. Дополнительная литература....10
4.4. Электронные 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
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации....12
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....13
7. Фонд оценочных средств....13
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения....13
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения....15
7.3. Оценочные средства....15

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

Цель дисциплины «Методики испытаний и оценка эксплуатационных характеристик энергетических установок» заключается в подготовке магистров к самостоятельному проведению комплексных испытаний поршневых и газотурбинных двигателей, анализу их эксплуатационных характеристик (мощности, эффективности, надежности, экологичности) и разработке рекомендаций по оптимизации работы энергетических установок в условиях реального производства и эксплуатации. Это способствует формированию компетенций в области инженерного анализа, применения стандартов (ГОСТ, ISO) и интеграции результатов испытаний в проектирование и модернизацию двигателей.

Задачи дисциплины

1. Изучить теоретические основы методик испытаний: Ознакомить с принципами планирования, проведения и интерпретации испытаний двигателей, включая стендовые, полевые и симуляционные тесты.
2. Освоить методы оценки эксплуатационных характеристик: Научить анализировать ключевые параметры, такие как удельная мощность, топливная эффективность, выбросы вредных веществ и термостойкость, с использованием математических моделей и программного обеспечения (например, CFD, MATLAB).
3. Применить нормативные документы и стандарты: Интегрировать требования ГОСТов, ОСТов и международных стандартов (ISO 3046, SAE) в процесс испытаний и оценки, обеспечивая соответствие результатов сертификационным нормам.
4. Разработать навыки оптимизации и модернизации: Формировать умения по выявлению дефектов, прогнозированию ресурса и предложению улучшений конструкций на основе данных испытаний.
5. Практиковать анализ рисков и безопасности: Оценить влияние испытаний на безопасность, экологию и экономику, включая расчеты надежности и отказоустойчивости двигателей.
6. Интегрировать цифровые технологии: Освоить использование систем мониторинга (IoT, датчиков) и цифрового моделирования для автоматизации испытаний и анализа характеристик.

После изучения дисциплины «Методики испытаний и оценка эксплуатационных характеристик энергетических установок» магистры должны обладать следующими знаниями, умениями и навыками:

Знания

- Теоретические основы методик испытаний поршневых и газотурбинных двигателей, включая виды, цели и этапы испытаний.
- Принципы функционирования и основные эксплуатационные характеристики энергетических установок (мощность, к.п.д., надежность, экологичность).
- Нормативные документы и стандарты (ГОСТ, ISO, SAE), регламентирующие проведение испытаний и оценку параметров двигателей.
- Современные методы математического моделирования и цифрового анализа рабочих процессов двигателей.
- Основы безопасности, экологических требований и управления рисками при проведении испытаний.
- Технологии сбора, обработки и интерпретации экспериментальных данных.

Умения

- Планировать и проводить комплексные испытания поршневых и газотурбинных двигателей с использованием стендового и полевого оборудования.
- Оценивать эксплуатационные характеристики двигателей на основе экспериментальных данных и моделей.
- Применять нормативные требования для обеспечения качества и достоверности испытаний.

- Анализировать причины отклонений в работе энергетических установок и выявлять дефекты.
- Разрабатывать рекомендации по оптимизации работы и повышению ресурса двигателей.
- Использовать цифровые инструменты и программное обеспечение для мониторинга и моделирования испытаний.

Навыки

- Проведение измерений и контроля параметров работы двигателей с использованием современных приборов и датчиков.
- Обработка и статистический анализ экспериментальных данных, включая построение графиков и отчетов.
- Самостоятельное оформление технической документации по результатам испытаний.
- Взаимодействие в инженерной команде для решения задач по диагностике и улучшению энергетических установок.
- Применение методов оценки рисков и обеспечения безопасности при испытаниях.
- Использование цифровых систем мониторинга и автоматизации испытательных процессов.

Обучение по дисциплине «Методики испытаний и оценка эксплуатационных характеристик энергетических установок» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---|---|
| **ПК-1** Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем | ИПК-2.1. Знает как осуществлять работы по анализу научно-технической информации и результатов исследований<br>ИПК-2.2. Умеет участвовать в работах по поиску и анализу научно-технической информации<br>ИПК-2.3. Владеет навыками обработки и анализу научно-технической информации и результатов исследований |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)», подраздел Б1.2.1.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения, навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Моделирование рабочих процессов в энергетических установках при их проектировании и эксплуатации, Устройство автомобиля и электромобиля, Научные исследования в области энергетических установок для транспорта.

Знания, умения, навыки, сформированные данной дисциплиной, будут востребованы при прохождении практики и защите диплома.

## 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

### 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

| № п/п | Вид учебной работы | личество часов | Семестры |
|---|---|---|---|
| | | | 3 |
| 1 | Аудиторные занятия | 72 | 72 |
| | В том числе: | | |
| | Лекции | 18 | 18 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Семинарские/практические занятия | 18 | 18 |
| | Лабораторные занятия | 36 | 36 |
| 2 | Самостоятельная работа | 108 | 108 |
| 3 | Промежуточная аттестация | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | Экзамен | Экзамен |
| | Итого | 180 | 180 |

### 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. Введение в методики испытаний энергетических установок | 20 | 8 | 2 | 2 | 4 | 12 |
| 2 | Тема 2. Основные параметры и показатели эксплуатации энергетических установок | 20 | 8 | 2 | 2 | 4 | 12 |
| 3 | Тема 3. Методики испытаний поршневых двигателей | 20 | 8 | 2 | 2 | 4 | 12 |
| 4 | Тема4. Методики испытаний газотурбинных двигателей | 20 | 8 | 2 | 2 | 4 | 12 |
| 5 | Тема 5. Методы измерения и регистрации параметров | 20 | 8 | 2 | 2 | 4 | 12 |
| 6 | Тема 6. Оценка эксплуатационных характеристик на основе испытаний | 20 | 8 | 2 | 2 | 4 | 12 |
| 7 | Тема 7. Диагностика и оценка технического состояния по результатам испытаний | 20 | 8 | 2 | 2 | 4 | 12 |
| 8 | Тема 8. Испытания на надёжность и долговечность | 20 | 8 | 2 | 2 | 4 | 12 |
| 9 | Тема 9. Современные цифровые технологии в испытаниях и оценке характеристик | 20 | 8 | 2 | 2 | 4 | 12 |
| | Итого: | 180 | 72 | 18 | 18 | 36 | 108 |

### 3.3. Содержание дисциплины

Лекция 1. Введение в методики испытаний энергетических установок
- Цели и задачи испытаний.
- Классификация испытаний: приёмочные, сертификационные, эксплуатационные.
- Нормативная база и стандарты.
- Особенности испытаний поршневых и газотурбинных двигателей.

Лекция 2. Основные параметры и показатели эксплуатации энергетических установок
- Технические характеристики: мощность, крутящий момент, расход топлива.
- Показатели экономичности и экологичности.
- Надёжность, долговечность и безопасность.
- Методы измерения и контроля параметров.

Лекция 3. Методики испытаний поршневых двигателей
- Испытательные стенды и оборудование.
- Процедуры испытаний мощности, расхода топлива, токсичности выхлопных газов.
- Методы измерения вибрации и шума.
- Анализ тепловых режимов.

Лекция 4. Методики испытаний газотурбинных двигателей
- Особенности испытаний газотурбинных установок.
- Контроль параметров давления, температуры, расхода воздуха и топлива.
- Испытания на максимальную и номинальную мощность.
- Методы оценки стабильности работы.

Лекция 5. Методы измерения и регистрации параметров
- Использование датчиков давления, температуры, расхода, вибрации.
- Системы сбора и обработки данных.
- Калибровка и метрологическое обеспечение.
- Автоматизация испытаний.

Лекция 6. Оценка эксплуатационных характеристик на основе испытаний
- Обработка экспериментальных данных.
- Статистический анализ и построение характеристик.
- Сравнение с нормативными значениями.
- Выявление отклонений и дефектов.

Лекция 7. Диагностика и оценка технического состояния по результатам испытаний
- Методы неразрушающего контроля.
- Анализ вибрационных и акустических сигналов.
- Тепловая диагностика.
- Прогнозирование оставшегося ресурса.

Лекция 8. Испытания на надёжность и долговечность
- Методы ускоренных испытаний.
- Анализ отказов и причинно-следственные связи.
- Оценка ресурса и планирование технического обслуживания.
- Влияние условий эксплуатации.

Лекция 9. Современные цифровые технологии в испытаниях и оценке характеристик
- Использование цифровых двойников и моделирования.
- Применение систем мониторинга в реальном времени.
- Анализ больших данных и машинное обучение.
- Перспективы развития методик испытаний.

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. Ознакомление с испытательным оборудованием и организация испытаний.
Семинарское занятие 2. Проведение измерений мощности и крутящего момента.
Семинарское занятие 3. Измерение расхода топлива и анализ экономичности.
Семинарское занятие 4. Контроль параметров температуры и давления.
Семинарское занятие 5. Оценка вибрационного и шумового состояния.
Семинарское занятие 6. Сбор и обработка данных испытаний.
Семинарское занятие 7. Диагностика технического состояния по вибрационным сигналам.
Семинарское занятие 8. Анализ результатов испытаний и выявление дефектов.
Семинарское занятие 9. Использование программного обеспечения для обработки и визуализации данных.

#### 3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторная работа 1. Калибровка датчиков температуры и давления.
Лабораторная работа 2. Измерение мощности поршневого двигателя на испытательном стенде.
Лабораторная работа 3. Определение расхода топлива и расчёт удельного расхода.
Лабораторная работа 4. Измерение и анализ вибрации поршневого двигателя.
Лабораторная работа 5. Измерение шума и оценка акустического комфорта.
Лабораторная работа 6. Исследование теплового режима двигателя.
Лабораторная работа 7. Испытание газотурбинного двигателя: измерение параметров воздуха и топлива.
Лабораторная работа 8. Определение мощности газотурбинного двигателя.
Лабораторная работа 9. Анализ стабильности работы газотурбинной установки.
Лабораторная работа 10. Использование системы сбора данных и регистрация параметров.
Лабораторная работа 11. Обработка экспериментальных данных и построение графиков.
Лабораторная работа 12. Диагностика технического состояния по вибрационным характеристикам.
Лабораторная работа 13. Тепловая диагностика двигателя с помощью инфракрасного оборудования.
Лабораторная работа 14. Проведение ускоренных испытаний на надёжность.
Лабораторная работа 15. Анализ отказов и составление отчёта.
Лабораторная работа 16. Оценка оставшегося ресурса энергетической установки.
Лабораторная работа 17. Моделирование режимов работы и анализ результатов.
Лабораторная работа 18. Использование цифровых инструментов для мониторинга и анализа данных

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект (курсова я работа) по дисциплине не предусмотрены

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1. Нормативные документы и ГОСТы

1. Введение в методики испытаний энергетических установок
ГОСТ 2.101—68: Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Виды изделий.
ГОСТ 2.103—68: ЕСКД. Стадии разработки.
ГОСТ 2.109—73: ЕСКД. Основные требования к рабочим чертежам.
ГОСТ 16504—81: Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.
2. Основные параметры и показатели эксплуатации энергетических установок
ГОСТ 17509—72: Подшипники качения. Методы испытаний.
ГОСТ 14846—81: Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний.

ГОСТ 17509—72: Двигатели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний.
3. Методики испытаний поршневых двигателей
ГОСТ 18509—88: Компрессоры поршневые холодильные. Методы испытаний.
ГОСТ 14846—81: Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний.
ГОСТ 17509—72: Двигатели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний.
4. Методики испытаний газотурбинных двигателей
ГОСТ 23190—78: Газотурбинные установки судовые. Методы заводских и морских испытаний.
ГОСТ 28648—90: Турбины паровые стационарные. Общие технические условия.
ГОСТ 23190—78: Газотурбинные установки стационарные. Методы приемочных испытаний.
5. Методы измерения и регистрации параметров
ГОСТ 8.050—73: Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.
ГОСТ 8.417—2002: ГСИ. Единицы величин.
ГОСТ 8.050—73: ГСИ. Выбор средств измерений.
6. Оценка эксплуатационных характеристик на основе испытаний
ГОСТ 27.002—89: Надежность в технике. Основные термины и определения.
ГОСТ 27.003—90: Надежность в технике. Состав и программа испытаний на надежность.
ГОСТ 27.004—85: Надежность в технике. Критерии отказа и предельное состояние.
7. Диагностика и оценка технического состояния по результатам испытаний
ГОСТ 25866—83: Эксплуатация техники. Термины и определения.
ГОСТ 25866—83: Периодичность технического обслуживания и ремонта техники.
ГОСТ 27.004—85: Надежность в технике. Критерии отказа и предельное состояние.
8. Испытания на надёжность и долговечность
ГОСТ 27.003—90: Надежность в технике. Программа и методика испытаний на надежность.
ГОСТ 27.004—85: Надежность в технике. Критерии отказа и предельное состояние.
ГОСТ 27.002—89: Надежность в технике. Основные термины и определения.
9. Современные цифровые технологии в испытаниях и оценке характеристик
ГОСТ Р ИСО 9001—2015: Системы менеджмента качества. Требования.
ГОСТ Р 53480—2009: Надежность в технике. Термины и определения.
ГОСТ Р 53481—2009: Техническое диагностирование машин и механизмов. Основные термины и определения.
Дополнительные ГОСТы для практической части:
Лабораторные работы:
ГОСТ 8.050—73: ГСИ. Выбор средств измерений.
ГОСТ 8.417—2002: ГСИ. Единицы величин.
ГОСТ 16504—81: Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.
ГОСТ 27.002—89: Надежность в технике. Основные термины и определения.
ГОСТ 27.003—90: Надежность в технике. Программа и методика испытаний на надежность.

### 4.2. Основная литература

1. Цыганков, Д. В. Стендовые испытания автомобильных двигателей/ Д. В. Цыганков, А. С. Ащеулов, А. В. Кудреватых. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2023. — 119 с. — ISBN 978-5-00137-408-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/399704
2. Колчин, Ю. О. Организация и планирование эксперимента/ Ю. О. Колчин. — Москва : МИСИС, 2001. — 33 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/116982
3. Уханов Д.А., Уханов А.П. Автомобильные двигатели. Испытания А. П. Уханов, М. В. Рыблов. — Пенза : ПГАУ, 2017. — 33 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/142036

### 4.3. Дополнительная литература

1. Баширов, Р. М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета: учебник / Р. М. Баширов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-2741-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://reader.lanbook.com/book/96242
2. Уханов, А. П. Конструкция автомобилей и тракторов: учебник / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, В. А. Голубев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-4582-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — https://reader.lanbook.com/book/122188

### 4.4. Электронные образовательные ресурсы

Основы научных исследований энергетических установок
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=1015

### 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 онлайн 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 |
| 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: Экзамен

Система оценивания: При проведении промежуточной аттестации по дисциплине используется пятибалльная шкала оценки уровня сформированности компетенций студента:

| Оценка | Баллы | Описание уровня освоения дисциплины |
|---|---|---|
| Отлично (5) | 90-100 | Знания и умения освоены в полном объёме, демонстрируются глубокое понимание и умение применять материал в различных ситуациях. Ошибки отсутствуют или единичны и незначительны. |
| Хорошо (4) | 75-89 | Знания и умения освоены в достаточном объёме, допускаются незначительные ошибки, студент способен решать типовые задачи и применять теоретические знания на практике. |
| Удовлетворительно (3) | 60-74 | Знания и умения освоены частично, имеются существенные пробелы, студент способен выполнять базовые задачи, но допускает ошибки при решении сложных вопросов. |
| Неудовлетворительно (2) | ниже 60 | Знания и умения не освоены, студент не справился с основными требованиями экзамена, допускает систематические ошибки, отсутствует понимание ключевых понятий. |

**Критерии оценивания экзаменационных ответов**

| Критерий | Отлично (5) | Хорошо (4) | Удовлетворительно (3) | Неудовлетворительно (2) |
|---|---|---|---|---|
| Глубина знаний | Полное и глубокое раскрытие темы, демонстрация понимания всех аспектов | Хорошее знание темы с незначительными пробелами | Поверхностное знание, основные понятия усвоены | Недостаточное знание, отсутствует понимание основных понятий |
| Аргументация и обоснование | Логичная, последовательная аргументация, примеры и доказательства | Аргументация присутствует, но не всегда последовательна | Аргументация слабая, недостаточно обоснована | Отсутствие аргументации, необоснованные суждения |
| Применение знаний | Умение применять знания в новых и нестандартных ситуациях | Применение знаний в типовых задачах | Применение знаний ограничено простыми примерами | Неумение применять знания на практике |
| Структура и оформление ответа | Ответ структурирован, логичен, грамотно оформлен | Ответ в целом структурирован, мелкие ошибки в оформлении | Ответ слабо структурирован, ошибки в оформлении | Ответ неструктурирован, множество ошибок |

### 7.3. Оценочные средства

**Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 1**

**Вопросы для собеседования со студентами (КТ1)**

1. Определение термина надежность?
2. Определение термина испытание?
3. Поясните термины стендовые, полигонные и эксплуатационные испытания?

4. Поясните термин программа испытаний?
5. Определение натурных и ресурсных испытаний?
6. Определение холодных испытаний?
7. Гидравлические и пневматические испытания?
8. Что означает термин испытания на функционирование?
9. Что означает термин испытания на динамические воздействия?
10. Что означает термин специальные испытания?
11. Огневые испытания?
12. Структура наземных огневых испытаний?
13. Исследовательские, конструкторские и совместные испытания?
14. Поясните обозначение МВИ, КТИ, КВИ, СПИ?
15. Определение объекта в теории надежности?
16. Что такое методика испытаний энергетических установок и какова её главная цель?
17. Назовите основные виды испытаний энергетических установок и перечислите нормативные документы, регулирующие их проведение.
18. Перечислите основные параметры, подлежащие измерениям при испытаниях поршневых и газотурбинных двигателей.
19. Объясните разницу между прямыми и косвенными методами измерения параметров работы двигателя.
20. Опишите классификацию показателей эксплуатационной эффективности энергетических установок.
21. Какие современные цифровые технологии применяются для автоматизации испытаний и мониторинга энергетических установок?
22. Как оценивается технический ресурс и долговечность двигателя на основании проведенных испытаний?
23. Почему важна предварительная калибровка измерительных приборов перед проведением испытаний?
24. Какие методы и средства используются для анализа вибрационных характеристик двигателя?

**Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 2 Вопросы для собеседования со студентами (КТ2)**

1. Определение изделия, элемента, системы в теории надежности, и их принципиальные различия?
2. Невосстанавливаемый объект, восстанавливаемый объект, обслуживаемый объект, ремонтируемый объект?
3. Абсолютное и относительное изменение качества объекта?
4. Исправное и неисправное состояние объекта?
5. Работоспособное, неработоспособное и предельное состояние объекта?
6. Понятия повреждение и отказ?
7. Классификация признаков отказа?
8. Безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость?
9. План испытаний?
10. Точность, надежность и стабильность технологического процесса?
11. Что такое измерительный прибор и измерительная система?
12. Определение термина измерения?
13. Погрешность измерения?
14. Абсолютная и относительная погрешности?
15. Систематическая и случайная погрешности?
16. Грубая погрешность?

17. Экспериментальная оценка надежности?
18. Определительные и контрольные испытания?
19. В чём заключаются особенности испытаний газотурбинных двигателей по сравнению с поршневыми?
20. Вопросы по лабораторным работам и практикуму
21. Охарактеризуйте основные типы испытательных стендов, используемых для испытаний поршневых двигателей.
22. Какой порядок действий необходим при выполнении замеров мощности и крутящего момента двигателя?
23. Подберите оптимальный датчик давления для проведения испытаний газотурбинного двигателя и объясните ваш выбор.
24. Расскажите, как организовать сбор и регистрацию экспериментальных данных при испытаниях двигателя.
25. На конкретном примере покажите, как производится оценка ресурса двигателя методом ускоренных испытаний.
26. Используя приобретённые навыки, определите причину возникновения избыточной вибрации в исследуемом двигателе.
27. Проверьте достоверность показаний датчика температуры охлаждающей жидкости путём сопоставления с эталонным прибором.

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации студентов (оценка знаний, умений, навыков-компетенций:**

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

1. Определение термина надежность?
2. Определение термина испытание?
3. Поясните термины стендовые, полигонные и эксплуатационные испытания?
4. Поясните термин программа испытаний?
5. Определение натурных и ресурсных испытаний?
6. Определение холодных испытаний?
7. Гидравлические и пневматические испытания?
8. Что означает термин испытания на функционирование?
9. Что означает термин испытания на динамические воздействия?
10. Что означает термин специальные испытания?
11. Огневые испытания?
12. Структура наземных огневых испытаний?
13. Исследовательские, конструкторские и совместные испытания?
14. Поясните обозначение МВИ, КТИ, КВИ, СПИ?
15. Определение объекта в теории надежности?
16. Определение изделия, элемента, системы в теории надежности, и их принципиальные различия?
17. Невосстанавливаемый объект, восстанавливаемый объект, обслуживаемый объект, ремонтируемый объект?
18. Абсолютное и относительное изменение качества объекта?
19. Исправное и неисправное состояние объекта?
20. Работоспособное, неработоспособное и предельное состояние объекта?
21. Понятия повреждение и отказ?
22. Классификация признаков отказа?
23. Безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость?

24. План испытаний?
25. Точность, надежность и стабильность технологического процесса?
26. Что такое измерительный прибор и измерительная система?
27. Определение термина измерения?
28. Погрешность измерения?
29. Абсолютная и относительная погрешности?
30. Систематическая и случайная погрешности?
31. Грубая погрешность?
32. Экспериментальная оценка надежности?
33. Определительные и контрольные испытания?
34. Что такое методика испытаний энергетических установок и какова её главная цель?
35. Назовите основные виды испытаний энергетических установок и перечислите нормативные документы, регулирующие их проведение.
36. Перечислите основные параметры, подлежащие измерениям при испытаниях поршневых и газотурбинных двигателей.
37. Объясните разницу между прямыми и косвенными методами измерения параметров работы двигателя.
38. Опишите классификацию показателей эксплуатационной эффективности энергетических установок.
39. Какие современные цифровые технологии применяются для автоматизации испытаний и мониторинга энергетических установок?
40. Как оценивается технический ресурс и долговечность двигателя на основании проведенных испытаний?
41. Почему важна предварительная калибровка измерительных приборов перед проведением испытаний?
42. Какие методы и средства используются для анализа вибрационных характеристик двигателя?
43. В чём заключаются особенности испытаний газотурбинных двигателей по сравнению с поршневыми?
44. Вопросы по лабораторным работам и практикуму
45. Охарактеризуйте основные типы испытательных стендов, используемых для испытаний поршневых двигателей.
46. Какой порядок действий необходим при выполнении замеров мощности и крутящего момента двигателя?
47. Подберите оптимальный датчик давления для проведения испытаний газотурбинного двигателя и объясните ваш выбор.
48. Расскажите, как организовать сбор и регистрацию экспериментальных данных при испытаниях двигателя.
49. На конкретном примере покажите, как производится оценка ресурса двигателя методом ускоренных испытаний.
50. Используя приобретённые навыки, определите причину возникновения избыточной вибрации в исследуемом двигателе.
51. Проверьте достоверность показаний датчика температуры охлаждающей жидкости путём сопоставления с эталонным прибором.
52. Проанализируйте опыт по проведению испытаний двигателя на предмет экономической целесообразности с точки зрения потребления топлива.
53. Разработайте методику оценки остаточного ресурса двигателя на основе данных о его работе в период испытаний.
54. Рассмотрите случай отказа топливной аппаратуры двигателя и предположите возможную причину

исходя из проведённых ранее испытаний.

55. Задача на анализ конкретных ситуаций
56. Вы столкнулись с ситуацией, когда измеренное значение мощности поршневого двигателя оказалось значительно меньше ожидаемого. Какие потенциальные причины такого расхождения можете назвать?
57. Во время испытаний газотурбинного двигателя было зафиксировано резкое увеличение вибрации. Какие шаги вы предприняли бы для выяснения причин и ликвидации проблемы?