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

Измерительные технологии в двигателестроении

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., проф. /А.И. Федулов/

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 7
3.4.1. Семинарские/практические занятия 7
3.4.2. Лабораторные занятия 7
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 10
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 10
4.1. Нормативные документы и ГОСТы 10
4.2. Основная литература 11
4.3. Дополнительная литература 11
4.4. Электронные образовательные ресурсы 12
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 12
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 12
5. Материально-техническое обеспечение 13
6. Методические рекомендации 13
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 13
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 14
7. Фонд оценочных средств 15
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 15
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 16
7.3. Оценочные средства 17

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цели обучения
- Формирование у студентов фундаментальных знаний в области метрологии и измерительных технологий, применимых в двигателестроении.
- Освоение методов и средств измерений, необходимых для обеспечения качества и точности производства и диагностики двигателей.
- Развитие практических навыков работы с измерительными приборами и системами, включая цифровые и автоматизированные технологии.
- Подготовка специалистов, способных организовывать метрологическое обеспечение и проводить контроль качества в производстве двигателей.

Задачи обучения
- Изучить основные понятия, термины и классификацию измерений и средств измерений в метрологии.
- Ознакомиться с видами погрешностей, методами их оценки и снижения.
- Рассмотреть специфику средств измерений, применяемых в двигателестроении (механические, оптические, электронные).
- Освоить методы линейных, угловых измерений, а также измерения шероховатости и геометрической формы поверхностей.
- Изучить методы измерения температуры, давления и вибраций в поршневых и газотурбинных двигателях.
- Познакомиться с методами неразрушающего контроля и их применением для контроля качества деталей двигателей.
- Изучить основы автоматизации и цифровизации измерительных процессов.
- Освоить правила организации метрологического обеспечения: калибровку, поверку, ведение документации и соблюдение нормативных требований.
- Выполнить лабораторные работы, направленные на практическое закрепление теоретических знаний и развитие навыков работы с измерительными приборами и системами.

Планируемые результаты обучения
По окончании курса студент должен:
- Знать основные понятия метрологии, виды и источники погрешностей измерений, методы их оценки и минимизации.
- Владеть знаниями о средствах измерений, используемых в двигателестроении, и уметь выбирать их в зависимости от задачи.
- Уметь выполнять линейные, угловые измерения, измерять шероховатость и геометрическую форму поверхностей деталей двигателей.
- Владеть методами измерения температуры, давления и вибраций, понимать их значение для диагностики и контроля двигателей.
- Знать принципы и методы неразрушающего контроля, уметь применять ультразвуковой, магнитный и рентгеновский методы для контроля качества деталей.
- Овладеть навыками работы с цифровыми измерительными приборами и программным обеспечением для обработки измерительных данных.
- Уметь проводить калибровку и поверку средств измерений в соответствии с нормативными требованиями и оформлять метрологическую документацию.
- Развивать умение организовывать метрологическое обеспечение в производственных условиях двигателестроения.
- Приобретать практические навыки работы с измерительными приборами и системами в ходе лабораторных занятий.
- Применять полученные знания и навыки для обеспечения точности, надёжности и качества технологических процессов производства двигателей.

Обучение по дисциплине направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-6. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ИОПК-6.1. Умеет проводить измерения электрических и неэлектрических величин при разработке, проектировании и испытаниях энергетических установок

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в часть блока Б.1 – «Часть, формируемая участниками образовательных отношений», подраздел Б1.2.1.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения, навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: 3D-моделирование деталей энергоустановок, Конструкция двигателей внутреннего сгорания, Конструкция двигателей внутреннего сгорания, Инженерная механика в энергетическом машиностроении, Графическое проектирование деталей и механизмов энергетических машин.

Знания, умения, навыки, сформированные данной дисциплиной, будут востребованы при изучении таких дисциплин как: Проектирование тепловых двигателей для транспорта и малой энергетики, Проектирование и эксплуатация энергоустановок гибридных и электрических автомобилей.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (72 часа).

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			3
1	Аудиторные занятия	36	36
	В том числе:		
	Лекции	18	18
	Семинарские/практические занятия	-	-
	Лабораторные занятия	18	18
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. Введение в метрологию и измерительные технологии	8	4	2	-	2	4
2	Тема 2. Основы точности и погрешностей измерений	8	4	2	-	2	4
3	Тема 3. Средства измерений в двигателестроении: обзор	8	4	2	-	2	4
4	Тема 4. Линейные и угловые измерения	8	4	2	-	2	4
5	Тема 5. Измерение шероховатости и геометрической формы поверхностей	8	4	2	-	2	4
6	Тема 6. Измерение температуры, давления и вибраций в двигателях	8	4	2	-	2	4
7	Тема 7. Контроль качества и неразрушающий контроль (НК) в двигателестроении	8	4	2	-	2	4
8	Тема 8. Автоматизация и цифровые технологии в измерениях	8	4	2	-	2	4
9	Тема 9. Организация метрологического обеспечения производства двигателей	8	4	2	-	2	4
	Итого:	72	36	18	-	18	36

3.3. Содержание дисциплины

Лекция 1. Введение в метрологию и измерительные технологии
- Понятие метрологии, её роль в двигателестроении.
- Основные термины и определения.
- Классификация измерений и средств измерений.

Лекция 2. Основы точности и погрешностей измерений
- Виды погрешностей.
- Методы оценки и снижения погрешностей.
- Понятие погрешности измерительных приборов.

Лекция 3. Средства измерений в двигателестроении: обзор
- Механические, оптические, электрические и электронные приборы.
- Специфика измерений в поршневых и газотурбинных двигателях.

Лекция 4. Линейные и угловые измерения
- Измерение размеров деталей: длина, диаметр, радиус.
- Инструменты: штангенциркули, микрометры, угломеры.
- Особенности измерений сложных поверхностей.

Лекция 5. Измерение шероховатости и геометрической формы поверхностей
- Параметры шероховатости.

- Приборы и методы измерения.
- Контроль формы и отклонений.

Лекция 6. Измерение температуры, давления и вибраций в двигателях
- Датчики температуры и давления.
- Методы измерения вибраций и их значение для диагностики.
- Особенности применения в поршневых и газотурбинных двигателях.

Лекция 7. Контроль качества и неразрушающий контроль (НК) в двигателестроении
- Методы НК: ультразвуковой, магнитный, рентгеновский.
- Применение НК для контроля деталей двигателей.

Лекция 8. Автоматизация и цифровые технологии в измерениях
- Цифровые измерительные приборы.
- Программное обеспечение для обработки данных.
- Интеграция измерительных систем в производственные процессы.

Лекция 9. Организация метрологического обеспечения производства двигателей
- Калибровка и поверка средств измерений.
- Нормативные документы и стандарты.
- Ведение метрологической документации.

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

Семинарские/практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторная работа №1. Классификация и выбор средств измерений
Цель: Изучение классификации средств измерений и освоение их правильного выбора.
Задачи:

Ознакомиться с основными классами средств измерений (линейные, уголковые, весовые, тепловые, электромагнитные и др.).
Научиться выбирать подходящий прибор исходя из поставленной задачи.
Освоить правила безопасной работы с инструментами и приборами.
Ход работы:
Осмотр набора измерительных приборов и классификация их по назначению и принципу действия.
Подбор и обоснование выбора прибора для конкретной измерительной задачи.
Составление отчета с описанием приборов и правилами их эксплуатации.

Лабораторная работа №2. Погрешности измерений и их виды
Цель: Освоение понятия погрешности и методов её оценки.
Задачи:
Изучить виды погрешностей (абсолютная, относительная, систематическая, случайная).
Научиться рассчитывать погрешность измерений.
Оценить возможные причины появления погрешностей и разработать меры по их снижению.
Ход работы:
Проведение серии повторных измерений одной и той же величины разными способами.
Расчет среднего значения, абсолютной и относительной погрешности.
Формулировка выводов о возможностях повышения точности измерений.

Лабораторная работа №3. Проведение линейных измерений
Цель: Освоение методов линейных измерений деталей двигателей.
Задачи:
Научиться пользоваться штангенциркулем, микрометром и другими линейными измерительными приборами.
Провести измерения длин, диаметров и толщин деталей двигателей.
Оформить результаты измерений согласно требованиям стандарта.
Ход работы:
Измерение размеров стандартных деталей двигателя.
Сопоставление полученных результатов с паспортными размерами.
Корректировка измерений с учетом погрешностей приборов.

Лабораторная работа №4. Измерение шероховатости поверхностей
Цель: Освоение методов измерения шероховатости и оценки её параметров.
Задачи:
Изучить основные параметры шероховатости (Ra, Rz, Rt).
Научиться пользоваться профилометрами и другим оборудованием для измерения шероховатости.
Протоколировать результаты измерений и оформлять технический отчет.
Ход работы:
Измерение шероховатости готовых деталей двигателей.
Анализ полученных данных и определение классов шероховатости.
Написание отчета с указанием фактических параметров и сопоставлением их с заданными нормами.

Лабораторная работа №5. Диагностические измерения температуры и давления
Цель: Освоение методов измерения температуры и давления в рабочих процессах двигателей.
Задачи:
Научиться использовать контактные и дистанционные термометры.
Изучить методы измерения давления в динамическом режиме.

Продемонстрировать умение обрабатывать полученные данные и представлять их в наглядной форме.
Ход работы:
Измерение температуры стенок цилиндров и головки блока двигателя.
Мониторинг давления в масляной и топливной системах.
Построение графиков и таблиц, демонстрирующих распределение температуры и давления.

Лабораторная работа №6. Методы измерения вибраций
Цель: Освоение методов измерения вибраций и их диагностики.
Задачи:
Изучить принципы работы виброизмерительных приборов.
Научиться регистрировать спектр вибраций и распознавать аномалии.
Оценить состояние подшипников и других подвижных частей двигателя по параметрам вибрации.
Ход работы:
Проведение замеров вибраций двигателя на холостом ходу и под нагрузкой.
Анализ спектра частот и амплитуд вибраций.
Определение потенциальных зон риска износа или повреждения деталей.

Лабораторная работа №7. Технология неразрушающего контроля (НК)
Цель: Освоение методов неразрушающего контроля деталей двигателей.
Задачи:
Изучить ультразвуковую, магнитную и рентгеноскопическую диагностику.
Провести НК выбранной детали двигателя.
Оформить отчет о результатах НК и принятии решения о пригодности детали.
Ход работы:
Выбор метода НК в зависимости от целей и объекта исследования.
Проведение обследования детали на предмет повреждений и дефектов.
Составление заключения о годности детали.

Лабораторная работа №8. Автоматизация измерений и цифровая обработка данных
Цель: Освоение цифровых методов обработки и хранения результатов измерений.
Задачи:
Освоить программное обеспечение для обработки и анализа данных измерений.
Научиться создавать алгоритмы и скрипты для обработки больших объемов данных.
Освоить основы статистического анализа и проверку гипотез.
Ход работы:
Ввод данных измерений в специальное программное обеспечение.
Использование статистических функций для анализа погрешностей и отклонений.
Генерирование графиков и диаграмм для демонстрации результата.

Лабораторная работа №9. Калибровка и поверка средств измерений
Цель: Освоение методик калибровки и поверки измерительных приборов.
Задачи:
Изучить порядок и правила проведения калибровки и поверки.
Провести калибровку выбранного измерительного прибора.
Оформить акт калибровки и проанализировать результаты.
Ход работы:
Подготовка эталонных образцов и установка калибровочного оборудования.
Проведение процедуры калибровки и внесение поправок в прибор.
Оформление протокола поверки и принятия решения о пригодности прибора к дальнейшему использованию.

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

Общие основы метрологии и терминология:

ГОСТ 8.001-2011 «Государственная система обеспечения единства измерений. Основные положения»
ГОСТ 8.010-2011 «Государственная система обеспечения единства измерений. Термины и определения»
ГОСТ 8.005-2011 «Государственная система обеспечения единства измерений. Основные метрологические понятия и определения»
Эти стандарты обеспечивают базовое понимание метрологии, её роли и терминологии (Лекции 1, 9).

2. Погрешности и точность измерений:

ГОСТ 8.207-76 «Государственная система обеспечения единства измерений. Погрешности измерений. Основные понятия и определения»
ГОСТ 8.401-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методы оценки погрешностей измерений»
Эти ГОСТы регламентируют виды погрешностей, методы их оценки и снижения (Лекция 2).

3. Средства измерений и их классификация:

ГОСТ 8.326-2012 «Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений. Общие требования»
ГОСТ 8.315-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений. Классификация»
Рассматривают типы средств измерений, их характеристики и области применения (Лекция 3).

4. Линейные и угловые измерения:

ГОСТ 166-89 «Средства измерений длины. Штангенциркули. Технические условия»
ГОСТ 6507-90 «Средства измерений длины. Микрометры. Технические условия»
ГОСТ 17435-80 «Средства измерений углов. Угломеры. Технические условия»
Регламентируют требования к основным инструментам для измерения линейных и угловых размеров (Лекция 4, лабораторные 1-3).

5. Измерение шероховатости и геометрической формы:

ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности. Термины и определения»
ГОСТ 22267-76 «Измерение шероховатости поверхностей. Методы и приборы»
ГОСТ 24642-81 «Измерение геометрической формы поверхностей»
Для изучения параметров шероховатости и контроля формы (Лекция 5, лабораторная 4).

6. Измерение температуры, давления и вибраций:

ГОСТ 8.586-2005 «Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений температуры»
ГОСТ 8.273-81 «Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений давления»
ГОСТ 22267-93 «Измерение вибраций. Общие требования»
ГОСТ 27570.1-87 «Средства измерений вибраций. Технические условия»
Обеспечивают нормативную базу для измерений параметров работы двигателей (Лекция 6, лабораторные 5-6).

7. Контроль качества и неразрушающий контроль (НК):

ГОСТ 18442-79 «Методы ультразвукового контроля»
ГОСТ 23518-79 «Методы магнитного контроля»
ГОСТ 18477-87 «Методы радиационного контроля»
Для изучения методов НК деталей двигателей (Лекция 7, лабораторная 7).

8. Автоматизация и цифровые измерения:

ГОСТ Р 8.563-2017 «Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений цифровые. Общие требования»
ГОСТ Р 57306-2016 «Системы автоматизированного проектирования. Термины и определения»
Рассматривают цифровые приборы и программное обеспечение для обработки измерительных данных (Лекция 8, лабораторная 8).

9. Метрологическое обеспечение, калибровка и поверка:

ГОСТ 8.326-2012 (уже упомянут)
ГОСТ 8.563-2017 (также применимо)
ГОСТ 8.315-2013 (классификация средств измерений)
ГОСТ 8.401-80 (методы оценки погрешностей)
ГОСТ 8.207-76 (погрешности измерений)
ГОСТ 8.010-2011 (термины и определения)
ГОСТ 8.051-81 «Государственная система обеспечения единства измерений. Калибровка средств измерений»
ГОСТ Р 8.563-2017 «Поверка средств измерений»

4.2. Основная литература

1. Федотов, А. И. Метрология : учебник для вузов / А. И. Федотов, С. К. Лисин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 168 с. — ISBN 978-5-507-53203-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/478223

4.3. Дополнительная литература

1. Косолапов, Е. В. Метрология : учебное пособие / Е. В. Косолапов. — Киров : ВятГУ, 2024. — 124 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/457685
2. Белая, М. Н. Метрология : учебное пособие / М. Н. Белая. — Севастополь : СевГУ, 2022. — 215 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/301646

3. Клейменова, Н. Л. Теоретическая и прикладная метрология: теоретическая метрология. Практикум : учебное пособие / Н. Л. Клейменова, Л. И. Назина. — Воронеж : ВГУИТ, 2025. — 79 с. — ISBN 978-5-00032-734-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/504445

4.4. Электронные образовательные ресурсы

Измерительные технологии в двигателестроении
https://online.mospolytech.ru/user/index.php?id=15715

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
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.

Оценка	Описание уровня освоения дисциплины
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
Общее впечатление	Ответы соответствуют требованиям программы, студент демонстрирует сформированность компетенций	Ответы не соответствуют требованиям, уровень подготовки недостаточен

7.3. Оценочные средства

Базовые понятия и теория метрологии

1. Что такое метрология и какова её роль в производстве двигателей?
2. Дайте определения основных терминов: измерение, средство измерений, погрешность.
3. Как классифицируются измерения и средства измерений по различным признакам?
4. Какие виды погрешностей измерений существуют? Приведите примеры.
5. Какие методы оценки и снижения погрешностей вы знаете?

Средства измерений и их применение

6. Какие типы средств измерений применяются в двигателестроении? Приведите примеры механических, оптических и электронных приборов.
7. Каковы особенности измерений в поршневых и газотурбинных двигателях?
8. Какие инструменты используются для линейных и угловых измерений? Назовите их и опишите принцип работы.
9. Как измеряют шероховатость и геометрическую форму поверхностей деталей? Какие приборы для этого применяются?

Измерение параметров рабочих процессов

10. Какие датчики применяются для измерения температуры и давления в двигателях?
11. Как измеряются вибрации двигателя? Почему это важно для диагностики?
12. В чем особенности измерений температуры, давления и вибраций в поршневых и газотурбинных двигателях?

Неразрушающий контроль (НК)

13. Какие методы неразрушающего контроля применяются в двигателестроении?
14. Опишите принципы ультразвукового, магнитного и рентгеновского контроля.

15. Как НК помогает обеспечить качество деталей двигателей?

Автоматизация и цифровые технологии

16. Какие преимущества дают цифровые измерительные приборы по сравнению с аналоговыми?

17. Как программное обеспечение помогает в обработке измерительных данных?

18. Что такое интеграция измерительных систем в производственные процессы и зачем она нужна?

Метрологическое обеспечение производства

19. Что такое калибровка и поверка средств измерений? В чем их отличие?

20. Какие нормативные документы и стандарты регулируют метрологическую деятельность в производстве двигателей?

21. Какие требования предъявляются к ведению метрологической документации?

Практические и организационные навыки

22. Опишите порядок проведения линейных измерений с использованием штангенциркуля и микрометра.

23. Как измерить углы и радиусы на детали газотурбинного двигателя?

24. Какие параметры шероховатости поверхности наиболее важны для контроля качества деталей?

25. Как провести измерение вибраций двигателя и проанализировать полученные данные?

26. Опишите процедуру проведения ультразвукового неразрушающего контроля.

27. Какие этапы включает калибровка измерительного прибора?

28. Как оформить метрологическую документацию после поверки или калибровки?

Аналитические и ситуационные вопросы

29. Какие ошибки могут возникнуть при измерениях и как их избежать?

30. Как организовать метрологическое обеспечение на производстве двигателей для повышения качества продукции?

31. Какие преимущества даёт автоматизация измерительных процессов в двигателестроении?

32. Приведите пример, как цифровые технологии могут повысить точность и надёжность измерений.

Определите понятие метрологии и поясните её роль в двигателестроении.

Перечислите основные термины и определения, применяемые в метрологии.

Какие существуют классы измерений и средств измерений? Приведите примеры каждого класса.

Назовите основные виды погрешностей измерений и дайте характеристику каждому виду.

Объясните разницу между абсолютной и относительной погрешностью измерений.

Опишите методы оценки и снижения погрешностей измерений в двигателестроении.

Расскажите о специфике измерений в поршневых и газотурбинных двигателях. Чем отличаются требования к средствам измерений для обоих типов двигателей?

Приведите примеры механических, оптических, электрических и электронных средств измерений, используемых в двигателестроении. Опишите область их применения.

Охарактеризуйте главные отличия между первичными и вторичными средствами измерений. Приведите конкретные примеры.

Почему важно учитывать чувствительность и разрешающую способность измерительных приборов при выборе средств измерений для конкретных задач?

Как выбрать подходящее средство измерений для конкретного случая, учитывая необходимую точность и условия эксплуатации?

От каких факторов зависит выбор типа измерительного прибора (электронный, механический, электрический)?

Какой принцип лежит в основе лазерных дальномеров и как они применяются в двигателестроении?

Рассмотрите конструкцию и принцип действия универсального цифрового штангенциркуля. В чём его преимущество перед механическим аналогом?

Различаются ли требования к точности измерений в различных этапах жизненного цикла двигателя (проектирование, изготовление, эксплуатация)? Если да, то почему?

Поясните, как связаны размерность шкалы прибора и его точность измерений. Какой критерий важнее всего учитывать при подборе прибора?

Подберите три примера средств измерений, относящихся к различным видам измерений (линейные, массовые, угловые). Для каждого укажите его основное предназначение и область применения.

Допустимо ли использование низкоточных приборов для измерений, важных с точки зрения безопасности и надёжности? Аргументируйте свою позицию.

Чему равен предел допускаемой погрешности прибора и как он влияет на качество измерений?

Предложите шаги, направленные на повышение точности измерений в рамках производства двигателей. Какие методы снижения погрешностей целесообразно применить?

Назовите основные инструменты, используемые для линейных измерений в двигателестроении.

Охарактеризуйте устройство и принцип работы штангенциркуля.

Какие бывают разновидности микрометров и в каких случаях применяется каждый вид?

Как правильно производить измерения диаметром цилиндрических деталей микрометром?

Что такое комплексные размеры и как их определяют при помощи штангенциркуля?

Чем отличается косвенное измерение от прямого и какое чаще используется в двигателестроении?

Назовите общие приемы, позволяющие повысить точность измерений линейных размеров.

Перечислите основные трудности, возникающие при измерении крупных и труднодоступных деталей.

Какие приборы используются для измерения наружных и внутренних углов в машиностроении?

Чем вызваны затруднения при измерении глубины глубоких отверстий и узких пазов?

Дайте определение шероховатости поверхности и перечислите основные параметры, характеризующие её.

Каким способом определяется высота микронеровностей поверхности и какой прибор для этого используют?

Назовите приборы, предназначенные для измерения шероховатости, и охарактеризуйте их достоинства и недостатки.

Какие требования предъявляются к качеству поверхностей деталей в двигателестроении и почему оно так важно?

Опишите процедуру измерения шероховатости стальных поверхностей методом сравнения.

Что представляет собой геометрия детали и как контролируется её форма?

Какие виды искажений формы встречаются в деталях двигателей и каковы их последствия?

Как осуществляется измерение овальности и конусности отверстий?

Зачем производится проверка отклонений формы детали и какие инструменты используются для этого?

Каковы различия между показателями шероховатости Ra и Rz и каким образом выбирается тот или иной показатель?

Какие датчики используются для измерения температуры внутри двигателя и каково их устройство?

Перечислите методы измерения давления в цилиндрах двигателя и назовите применяемые приборы.

Что понимается под уровнем вибрации двигателя и зачем проводят его мониторинг?

Назовите методы измерения вибрации и объясните, какую пользу приносит эта процедура.

Как работают пьезоэлектрические датчики давления и температуры?

Какие факторы оказывают наибольшее влияние на точность измерения температуры и давления в двигателе?

Опишите методы диагностики неполадок двигателя на основании показаний датчиков температуры и давления.

Какие показатели являются ключевыми при диагностике исправности двигателя по вибрации?

Перечислите этапы, необходимые для правильной установки и калибровки датчиков температуры и давления.

Какие опасности возникают при неправильной установке или некорректной обработке данных, поступающих с датчиков температуры и давления?

Что такое неразрушающий контроль (НК) и каковы его основные цели в двигателестроении?

Назовите и кратко опишите основные методы неразрушающего контроля (ультразвуковой, магнитный, рентгеновский).

Каковы преимущества и ограничения ультразвукового метода НК в контроле деталей двигателей?

Когда применяют магнитный метод неразрушающего контроля и какие объекты подходят для такого метода?

Какие особенности имеет рентгенографический метод НК и где он находит свое применение в двигателестроении?

Какие дополнительные методы НК могут использоваться для контроля внутренней структуры деталей?

В каких ситуациях предпочтительнее использовать неразрушающий контроль вместо разрушающих методов?

Какие документы необходимы для организации и проведения НК на предприятии?

Какие ситуации требуют обязательного проведения неразрушающего контроля в процессе производства двигателей?

Перечислите основные требования к квалификации персонала, проводящего НК.

Какие преимущества предоставляют цифровые измерительные приборы по сравнению с аналоговыми устройствами?

Приведите примеры цифровых измерительных приборов, используемых в двигателестроении.

Что означает интеграция измерительных систем в производственные процессы и какие выгоды это даёт предприятию?

Какие программные комплексы используются для обработки данных измерений и автоматизации производства?

Опишите, как реализуется передача данных измерений от датчиков к вычислительному центру в современной производственной среде.

Какие возможности открываются благодаря автоматизации измерений в процессе сборки и тестирования двигателей?

Какие проблемы могут возникать при переходе на цифровые измерительные технологии и как их решить?

Какова роль программного обеспечения в повышении точности и надежности измерений?

Как организовать взаимодействие цифровых измерительных приборов с автоматизированными линиями производства?

Какие перспективы открывает внедрение интеллектуальных измерительных систем и цифровых технологий в будущее двигателестроение?

Что такое метрологическое обеспечение и какова его основная задача в двигателестроении?

Какие элементы входят в организацию метрологического обеспечения на предприятии?

В чём заключается разница между калибровкой и поверкой средств измерений?

Какие нормативные документы и стандарты регламентируют метрологическое обеспечение предприятий?

Что является предметом первичной и периодической поверки средств измерений?

Как организуется ведение метрологической документации на предприятиях?

Какие меры принимаются предприятием для поддержания необходимой точности и правильности измерений?

Кто несет ответственность за своевременную поверку и калибровку средств измерений на предприятии?

Перечислите обязательные требования к средствам измерений, применяемым в двигателестроении.

Каким образом нарушения в метрологическом обеспечении могут повлиять на качество готовой продукции?