

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
 Елкин А.И.
« 30 » августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Измерение механических величин»

направление подготовки / специальность

27.03.01 «Стандартизация и метрология»

направленность (профиль) подготовки

«Стандартизация и метрология»

г. Владимир

2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: подготовить бакалавров к производственно-технологической деятельности путем изучения современных методов и средств измерения механических величин.

Задачи:

- изучить принципы выбора средств измерений механических величин;
- освоить методы и средства измерений;
- получить практический опыт работы с нормативно-технической документацией.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Измерение механических величин» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1. Способен выполнять особо точные измерения для определения действительных значений контролируемых параметров	ПК-1.1. Знает действующие нормативные и методические документы, регламентирующие профессиональную деятельность; конструктивные особенности и принципы работы средств измерений; принципы нормирования точности измерений.	Знает общие требования к средствам измерений на основе методических и нормативных документов	Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание
	ПК-1.2. Умеет выполнять особо точные измерения для определения действительных значений контролируемых параметров, оформлять результаты определять порядок проведения метрологической экспертизы в зависимости от вида технической документации;	Умеет составлять структурную схему процесса измерений	
	ПК-1.3. Владеет навыками определения действительных значений контролируемых параметров; оценки рациональности номенклатуры измеряемых параметров, контролепригодности конструкции изделия.	Владеет навыками определения действительных значений механических величин	
ПК-2. Способен выполнять метрологический надзор за соблюдением правил и норм обеспечения единства измерений, состояния и применения средств измерений	ПК-2.1. Знает нормативно-техническую базу, типы средств измерений, используемых в профессиональной деятельности	Знает погрешности средств измерений	Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание
	ПК-2.2. Умеет выполнять метрологический надзор за соблюдением правил и норм обеспечения единства измерений;	Умеет выбирать вид измерения, поверку и калибровку СИ	
	ПК-2.3. Владеет навыками контроля соответствия рабочих эталонов, средств поверки и	Владеет математическими методами обработки результатов	

	калибровки требованиям, указанных в нормативно-технической документации, навыками анализа и определения потребности подразделения в рабочих эталонах, средства поверки и калибровки, навыками подбора и приобретения рабочих эталонов, средств поверки и калибровки	измерений, поверки и калибровки	
ПК-3. Способен проводить поверку (калибровку) сложных средств измерений	ПК-3.1. Знает принципы действия и правила использования средств измерения и контроля; величины и параметры, характеризующие типы и номенклатуру средств измерения и контроля; методы испытаний средств измерений; маркировку, обозначение классов точности; связь классов точности; правила поверки, калибровки и аттестации средств измерения и контроля.	Знает принципы выбора и использования средств измерений, маркировку обозначения классов точности	Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание
	ПК-3.2. Умеет учитывать нормативно-правовые требования в метрологической деятельности; выбирать структуры метрологического обеспечения производственных процессов; организовывать и проводить работы по поверке и калибровке сложных средств измерений	Умеет исключать грубые погрешности в соответствии с нормативно-правовыми требованиями	
	ПК-3.3. Владеет методами структурного анализа и синтеза измерительных приборов, цепей и систем; навыками работы на сложном контрольно-измерительном оборудовании; обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений; выбора схем поверки для измерительного оборудования.	Владеет экспериментальными методами исследования на сложном оборудовании при помощи тензометрии и других средств измерений	

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет для очной формы обучения - 5 зачетных единиц, 180 часов.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Раздел 1. Общие требования к средствам измерений механических величин.	5	1-6	6	6	6	8	33	Рейтинг-контроль № 1
2	Раздел 2. Принципы выбора средств измерений механических величин и обработка результатов измерений.	5	7-12	6	6	6	9	33	Рейтинг-контроль № 2
3	Раздел 3. Экспериментальные методы исследования механических величин.	5	13-18	6	6	6	8	33	Рейтинг-контроль № 3
Всего за 5 семестр:				18	18	18		99	экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР		КП							
Итого по дисциплине				18	18	18		99	экзамен (27)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Общие требования к средствам измерений механических величин

Тема 1. Предмет и задачи дисциплины «Измерение механических величин»

Содержание темы. Механические величины в практике измерений. Структурная схема процесса измерения механических величин.

Тема 2. Общие требования к средствам измерений линейных размеров.

Содержание темы. Показатели качества средств измерений.

Тема 3. Погрешности средств измерений линейных величин.

Содержание темы. Пределы допускаемых абсолютных основных погрешностей средств измерений

Тема 4. Виды измерений.

Содержание темы. Классификация измерений механических величин по методу, по способу получения результата и по условиям измерений.

Раздел 2. Принципы выбора средств измерений механических величин и обработка результатов измерений.

Тема 1. Принципы выбора средств измерений.

Содержание темы. Выбор СИ ориентировочным методом и по коэффициенту уточнения. Метрологические характеристики средств измерений.

Тема 2. Обработка результатов измерений линейных величин.

Содержание темы. Обработка равноточных и неравно-точных измерений, исключение грубых погрешностей.

Раздел 3. Экспериментальные методы исследования механических величин.

Тема 1. Основы тензотензометрии.

Содержание темы. Механические тензорезисторы, кремнисторы, клеи и технология наклейки тензорезисторов.

Тема 2. Экспериментальные методы оценки параметров заданных объектов исследования.

Содержание темы. Операционный техпроцесс подготовки тензорези-сторов. Подготовка поверхности детали. Измерение деформаций растяжения-сжатия, изгиба, кручения. Методы анализа эксплуатационных свойств материалов деталей машин. Проблемы износостойкости. Интегральные и дифференциальные методы измерения износа деталей машин. Методы и средства оценки прочности материалов деталей машин. Сопротивления усталости, напряжения растяжения-сжатия. Методы и средства измерения температуры. Термометры расширения. Жидкостные и стержневые, биметаллические и монометрические, термометры сопротивления, термопары, пирометры.

Тема 3. Методы и средства измерения перемещений, сил, скоростей и ускорений.

Содержание темы. Цифровые средства измерения перемещений, сил, скоростей и ускорений. Серийные АЦП и программное обеспечение.

Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 1. Общие требования к средствам измерений механических величин

Тема 2. Общие требования к средствам измерений линейных размеров.

Содержание практических занятий.

Чтение размеров. Определение годности действительных размеров;

Графическое изображение отклонений и допусков

Раздел 2. Принципы выбора средств измерений механических величин и обработка результатов измерений.

Тема 1. Принципы выбора средств измерений.

Содержание практических занятий.

Выбор методов и средств измерений линейных размеров.

Тема 2. Обработка результатов измерений линейных величин.

Содержание практических занятий.

Расчет и выбор поправок с натягом;

Равноточные и неравноточные измерения, исключение грубых погрешностей.

Раздел 3. Экспериментальные методы исследования механических величин.

Тема 2. Экспериментальные методы оценки параметров заданных объектов исследования.

Содержание практических занятий.

Определение шероховатости поверхности и указание ее на чертеже.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Раздел 1. Общие требования к средствам измерений механических величин

Тема 2. Общие требования к средствам измерений линейных размеров.

Содержание практических занятий.

Исследование методов определения к.п.д. роliko-винтовой передачи (РВП)

Тема 3. Погрешности средств измерений линейных величин.

Содержание практических занятий.

Разборка и сборка роliko-винтовой передачи

Исследование параметров помещения с помощью ультразвукового измерителя объема и длины.

Тема 4. Виды измерений.

Содержание практических занятий.

Исследование годности резьбы.

Раздел 2. Принципы выбора средств измерений механических величин и обработка результатов измерений.

Тема 1. Принципы выбора средств измерений.

Содержание практических занятий.

Измерение штангенциркулем.

Тема 2. Обработка результатов измерений линейных величин.

Содержание практических занятий.

Выбор средств измерений и контроль размеров гладких внутренних цилиндрических поверхностей.

Раздел 3. Экспериментальные методы исследования механических величин.

Тема 1. Основы электротензометрии.

Содержание практических занятий.

Исследование конструкции первичного преобразователя на тензорезисторах.

Тема 2. Экспериментальные методы оценки параметров заданных объектов исследования.

Содержание практических занятий.

Измерения микрометрами.

Тема 3. Методы и средства измерения перемещений, сил, скоростей и ускорений.

Содержание практических занятий.

Контроль круглости и профиля продольного сечения цилиндрических поверхностей

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3)

Рейтинг контроль 1

1. Абсолютная погрешность средства измерения выражается в ?

-процентах

-децибеллах

-в единицах измеряемой величины.

2. Структурная схема средства измерения механических величин?

-отсчетное устройство, промежуточный преобразователь, АЦП;

-первичный преобразователь, промежуточный преобразователь измерительный механизм и отсчетное устройство;

-датчик, отсчетное устройство, промежуточный преобразователь.

3. Виды лабораторных измерений?

-с точным оцениванием погрешности и приближенным;

-многократные и однократные;

-абсолютные и относительные.

4. Какое средство измерений (СИ) классифицируется как мера ?

- СИ предназначенное для получения значения измеряемой величины в установленном диапазоне;

- СИ воспроизводящее и хранящее величину заданного размера;

- функционально объединенная совокупность СИ, ЭВМ и вспомогательных устройств.

5. Какова последовательность выбора средства измерения ориентировочным методом?

- определяется допуск на измеряемый параметр, находится допустимая погрешность измерения, затем вычисляется предельно-допустимая погрешность средства измерения;
- вычисляется С.К.О, находится дисперсия, а затем вычисляется погрешность средства измерения;
- определяется диапазон измерения и по нему выбирается средство измерения.

6. Что входит в показатели качества средства измерения?

- влагостойкость, ударная прочность, долговечность;
- назначение, технологичность, транспортабельность, экологичность;
- малая масса, низкая погрешность, высокий срок службы.

7. Виды измерений по связи с объектом?

- необходимые и избыточные;
- бесконтактные и контактные;
- равноточные и неравноточные.

Рейтинг контроль 2

1. Что является основой тензодатчика?

- катушка индуктивности;
- проволочное сопротивление;
- конденсатор;

2. Каким образом можно зафиксировать тензорезистор на исследуемом объекте?

- путем наклейки тензодатчика;
- путем пайки;
- путем намагничивания датчика.

3. По какому температурному диапазону работоспособности подразделяются тензорезисторы?

- 0-800градусов Цельсия;
- 100-800градусов Цельсия;
- 273-373 градусов Кельвина.

4. Какие химические элементы включены в конструкцию кремнистора?

- кремний, золото и медь;
- кремний, германий и медь;
- германий, кремний и железо.

5. Какова база тензорезистора для измерения динамических деформаций деталей цилиндрической, овальной или шаровой формы?

- 1/3-1/2 радиуса кривизны поверхности;
- 1-2 радиуса кривизны поверхности;
- 2-3 радиуса кривизны поверхности.

6. Сколько тензорезисторов входит в активное плечо тензомоста?

- 4;
- 6;
- 2.

7. Подготовленная поверхность детали к наклеиванию тензодатчика должна быть?
- зеркальной, шлифованной и полированной;
 - ровной, гладкой, с матовым оттенком, чистой и сухой;
 - иметь зашкуренную поверхность, увлажненную спиртовым раствором.

Рейтинг контроль 3

1. По какой формуле определяются напряжения изгиба?
 - M_i/W_p ;
 - M_i+W_p ;
 - M_i-W_p .
2. .Каким средством измерений можно определить динамический вращающий момент?
 - пружинным динамометром;
 - индикаторным ключом;
 - с помощью тензометрической станции.
3. Какие методы оценки износа деталей машин, применяются на практике?
 - абсолютные и относительные;
 - дифференциальные и интегральные;
 - прямые и оценочные.
- 4 .Какой параметр определяется при испытаниях материалов на растяжение - сжатие?
 - изгибающий момент;
 - предел временного сопротивления;
 - сила зажатия образца материала.
5. Какой документ регламентирует испытание материалов на растяжение-сжатие?
 - СанПиН;
 - методические рекомендации;
 - ГОСТ.
6. Каким прибором можно определить угловую скорость (частоту) вращения детали?
 - генератором;
 - частотомером;
 - тахометром.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен)

Перечень вопросов к экзамену

1. Методика выбора средств измерений механических величин.
2. Виды средств измерений;
3. Классы точности средств измерений;
4. Цена деления и постоянная прибора;
5. Метрологические характеристики средств измерений
6. Принцип работы металлического тензорезистора;
7. Конструкция кремнистора;
8. Клеи и технология наклейки тензорезисторов;
9. Методика исключения грубых погрешностей;
10. Контроль линейных размеров деталей машин с помощью штангенциркуля и микрометра;
11. Методика измерения перемещений и сил в динамическом режиме;
12. Методика измерений моментов и деформаций деталей машин с помощью тензометрии;

13. Область назначения и технология применения тензометрии при определении механических величин;
14. Методика определения КПД машин и механизмов;
15. Методика определения кинематических характеристик деталей машин;
16. Классификация механических измерений деталей машин по методу и способу получения результата;
17. Дифференциальные и интегральные методы оценки износа деталей машин;
18. Конструкции средств измерений для определения силы;
19. Конструкция первичных преобразователей для измерения скоростей и ускорений.
20. Методика контроля параллельности поверхностей.
21. Контроль размеров гладких поверхностей предельными калибрами.
22. Контроль круглости, профиля продольного сечения цилиндрических поверхностей.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Примерные вопросы для контроля самостоятельной работы дисциплины:

1. Что такое погрешность результата измерений?
2. Каковы причины появления погрешностей?
3. Что понимается под абсолютной и относительной погрешностью?
4. Как определяется суммарная погрешность результата измерений?
5. Что такое инструментальная погрешность?
6. Что такое случайная погрешность?
7. Что представляет собой дифференциальная функция распределения результатов измерений, подчиняющаяся нормальному распределению?
8. Какие основные методы измерений Вы знаете?
9. Какие измерения являются равноточными?
10. Как вычисляется среднее взвешенное значение при неравноточных измерениях?
11. Виды средств измерений?
12. Показатели качества средств измерений?
13. Поверка и калибровка средств измерений?
14. Как устроены механические тензорезисторы?
15. Как устроены кремнисторы?
16. Каким образом можно измерить деформации растяжения-сжатия?
17. Какие интегральные и дифференцируемые методы исследования износа деталей машин применяют на практике?
18. Как измеряются вращающие моменты?
19. Как измеряется деформация изгиба?
20. Как измеряется деформация кручения?
21. Как измеряется перемещение, силы, моменты и ускорения в зависимости от времени?

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	Книгообеспеченность
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература*		
1. Метрология, стандартизация, сертификация: Димов Ю.В., Учебник для вузов. 4-е изд. Стандарт третьего поколения. – СПб.: Питер, 2021. – 496 с. https://www.iprbookshop.ru/65988.html	2021	https://znanium.com/catalog/document?id=367045
2. Метрология, стандартизация, сертификация: Учебник / В.И. Колчков. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 432 с.: 70x100 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-91134-784-0	2019	https://znanium.com/catalog/document?id=352252
3. Метрология, стандартизация, сертификация: Учебное пособие / А.И. Аристов, В.М. Приходько и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2021. - 256 с.: 60x90 1/16 + (Доп. мат. znanium.com). - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004750-8, 500 экз.	2021	https://znanium.com/catalog/document?id=364628
Дополнительная литература		
1. Взаимозаменяемость в расчетах червячных передач: Учебное пособие / Л.И. Миронова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 78 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-369-01209-3	2019	https://www.iprbookshop.ru/49967.html
2. Основы стандартизации, метрологии и сертификации [Электронный ресурс]: учебник для студентов вузов [А. В. Архипов и др.]; под ред. В. М. Мишина. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. - 447 с. - ISBN 978-5-238-01173-8.	2017	https://znanium.com/catalog/document?id=341325

6.2. Периодические издания

1. Журнал «Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика». Издательство: Общество с ограниченной ответственностью Издательство Научтехлитиздат. ISSN: 2073-0004.
2. Журнал «Стандарты и качество». Издательство: Общество с ограниченной ответственностью Рекламно-информационное агентство. Стандарты и качество. ISSN 0038-9692.
3. Журнал «Качество. Инновации. Образование». Издатель: Фонд «Европейский центр по качеству». ISSN: 1999-513X.

6.3. Интернет-ресурсы

1. <https://e.lanbook.com/> - электронно-библиотечная система.
2. <https://elibrary.ru/> - научная электронная библиотека.
3. <http://znanium.com/> - электронно-библиотечная система.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Практические и лабораторные проводятся в аудитории 310-2.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: Windows. Office. AutoCAD/.

Рабочую программу составил Орлов Ю.А., доц. каф. УКТР
(ФИО, должность, подпись)

Рецензент
(представитель работодателя) зам. директора АНО «УНИЦ» Нуждин В.Ф.
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УКТР

Протокол № 1 от 30.08.2021 года

Заведующий кафедрой Орлов Ю.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 27.03.01. Стандартизация и метрология

Протокол № 1 от 30.08.2021 года

Председатель комиссии Орлов Ю.А., зав. кафедрой УКТР