

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

Кафедра «Управление качеством и техническое регулирование»



А.А. Панфилов

« 09 » 04 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Измерение механических величин»**

Направление подготовки: **27.03.01 «Стандартизация и метрология»**

Профиль подготовки: -

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Форма обучения: **очная**

Семестр	Трудоёмкость зач. ед., час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма про- межуточ- ного кон- троля ( экз./ зачет)
5	3/108	18	18	18	54	Зачет
Итого	<b>3/108</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>54</b>	Зачет

## ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

**Задачи изучения дисциплины:**

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

### 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «*Измерение механических величин*» относится к вариативной части образовательной программы по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология».

Полученные знания, умения и навыки будут использоваться при изучении дисциплины «Технология и организация производства продукции и услуг», «Взаимозаменяемость и нормирование точности», «Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов».

### 2. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины «*Основы конструирования средств измерений*» обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

**Знать:** принцип работы средств измерений механических величин.

**Уметь:** выбирать методы и средства измерений механических величин

**Владеть:** навыками работы с информационными системами и нормативно-технической документацией.

В процессе освоения данной дисциплины бакалавр должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

- способностью выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю, использовать современные методы измерений, контроля, испытания и управления качеством (ПК-3)

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётных единиц, 108 часов

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	№ недели	Виды учебной работы и трудоёмкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости и формы промежуточной аттестации
				Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Контрольные работы	СРС	Объём учебной работы с применением интeрактивных методов	
1.	Общие требования к средствам измерений механических величин.	5	1-6	6	6	6		18	9/50	Рейтинг-контроль №1
2.	Принципы выбора средств измерений механических величин и обработка результатов измерений.	5	7-12	6	6	6		18	9/50	Рейтинг-контроль №2
3.	Экспериментальные методы исследования механических величин.	5	13-18	6	6	6		18	9/50	Рейтинг-контроль №3
	Итого:			18	18	18		54	27/50	Зачет

#### МАТРИЦА

#### СООТНЕСЕНИЯ ТЕМ/РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМИРУЕМЫХ В НИХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ И ОБЩЕКУЛЬТУРНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов (лек./пр./лаб/СРС)	ПК-3						Σ общее количество компетенций
Раздел 1. Общие требования к средствам измерений механических величин	6/6/6/18							
Тема 1.1. Структурная схема процесса измерения механических величин.	1/1/1/4	+						1
Тема 1. 2. Общие требования к средствам измерений	1/1/1/4	+						1
Тема 1. 3 Показатели качества средств измерений.	2/2/2/6	+						1
Тема 1.4. Погрешности средств измерений.	1/1/1/4	+						1

Тема 1.5 Виды измерений								
Раздел 2. Принципы выбора средств измерений механических величин и обработка результатов измерений.	6/6/6/18	+						1
Тема 2.1. Выбор средств измерений по коэффициенту уточнения	2/2/2/6	+						1
Тема 2.2. Выбор средств измерений ориентировочным методом.	1/1/1/3	+						1
Тема 2.3. Обработка результатов измерений	2/2/2/6	+						1
Тема 2.4 Исключение грубых погрешностей.	1/1/1/3	+						1
Раздел 3. Экспериментальные методы исследования механических величин	6/6/6/18							
Тема 3.1. Основы электротензометрии	1/1/1/3	+						1
Тема 3.2 Типы тензорезисторов и технология их применения	0.5/0.5/0.5/3	+						1
Тема 3.3. Измерение деформаций деталей машин	1/1/1/3	+						1
Тема 3.4 Методы анализа эксплуатационных свойств материалов деталей машин	1/1/1/2	+						1
Тема 3.5 Методы и средства оценки прочности материалов	1/1/1/3	+						1
Тема 3.6. Методы и средства измерения температуры	0.5/0.5/0.5/2	+						1
Тема 3.7. Методы и средства измерений перемещений, сил, скоростей и ускорений.	1/1/1/2	+						1
Зачет								
Итого:	18/18/18/54							16

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### Теоретический курс

#### Раздел 1 Общие требования к средствам измерений механических величин

Предмет и задачи дисциплины «Измерение механических величин». Механические величины в практике измерений. Структурная схема процесса измерения

механических величин.

Общие требования к средствам измерений линейных размеров. Показатели качества средств измерений.

Погрешности средств измерений линейных величин. Пределы допускаемых абсолютных основных погрешностей средств измерений.

Виды измерений. 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.**

Принципы выбора средств измерений. Выбор СИ ориентировочным методом и по коэффициенту уточнения. Метрологические характеристики средств измерений.

Обработка результатов измерений линейных величин. Обработка равноточных и неравноточных измерений. Исключение грубых погрешностей.

## **Раздел 3. Экспериментальные методы исследования механических величин.**

Основы электротензометрии. Механические тензорезисторы, кремнисторы, клеи и технология наклейки тензорезисторов.

Технология установки тензорезисторов. Операционный техпроцесс подготовки тензорезисторов. 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. Методы и средства измерения перемещений, сил, скоростей и ускорений. Цифровые средства измерения перемещений, сил, скоростей и ускорений. Серийные АЦП и программное обеспечение

### **Темы практических занятий**

1. Принципы выбора средств измерений для измерения линейных размеров **-4 час.**
2. Выбор средств измерений по чертежам деталей машин **-2 час.**
3. Выбор средств измерений для контроля шпоночных соединений **-2 час.**
4. Выбор средств измерений для контроля параметров зубчатых колес **-2 час.**
5. Обработка результатов равноточных и неравноточных измерений. Исключение грубых погрешностей. **-2 час.**
6. Идентификация законов распределения случайных погрешностей измерения механических величин. **- 2 час.**
7. Разработка конструкции стенда для контроля осевой жесткости ролико-винтовой передачи. **- 2 час**

8. Разработка конструкции стенда для определения КПД роliko-винтовой передачи. **-2 час.**

### **Темы лабораторных работ**

1. Исследование механических характеристик роliko-винтовой передачи. **-4 час..**
2. Исследование качества изготовления деталей типа «вал-втулка». **-2 час.**
3. Исследование параметров зубчатого колеса. **-2 час.**
4. Исследование калибра пробки на приборе БИН-2. **-2 час.**
5. Исследование КПД роliko-винтовой передачи. **-4 час.**
6. Исследование износа плоских поверхностей. **-2 час.**

## **4 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология» реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеучебной работой. Образовательными технологиями, используемыми в процессе обучения по курсу «Измерение механических величин» являются:

- компьютерные симуляции;
- семинары в диалоговом режиме;
- дискуссии, в том числе и в составе исследовательской группы;
- разбор конкретных ситуаций;
- тренинги по применению математических методов расчета элементов конструкции средств измерений механических величин;
- тренинги по применению программных систем и комплексов для автоматизированного расчета средств измерений;
- материалы вузовских и внутривузовских телеконференций в сети Internet, а также материалы международных и российских научных конференций в области измерений механических величин.

Лекционный материал носит проблемный характер и отражает профиль подготовки слушателей. На лекциях излагаются основные теоретические положения по изучаемой теме. В процессе изложения всего лекционного материала по всем темам изучаемой дисциплины применяются информационно-коммуникационные технологии, а именно электронные портфолио (презентации и опорные конспекты).

При проведении лекционных, практических и лабораторных занятий предусмотрена непосредственная демонстрация решения конкретных задач в области измерений механических величин с помощью современных программных комплексов и систем.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы	
		Лекции	Лабораторные работы и практические занятия
1.	Общие требования к средствам измерений механических величин	Компьютерные симуляции, дискуссии, в том числе и в составе исследовательской группы, разбор конкретных ситуаций, презентаций и опорные конспекты, материалы вузовских и внутривузовских телеконференций в сети Internet, а также материалы международных и российских научных конференций в области конструирования средств измерений, мастер-классы специалистов на основе Webinar	Компьютерные симуляции, дискуссии, в том числе и в составе исследовательской группы, разбор конкретных ситуаций, тренинги по применению программных средств и комплексов в области измерений механических величин.
2.	Принципы выбора средств измерений механических величин и обработка результатов измерений.	Компьютерные симуляции, дискуссии, в том числе и в составе исследовательской группы, разбор конкретных ситуаций, презентаций и опорные конспекты, материалы вузовских и внутривузовских телеконференций в сети Internet, а также материалы международных и российских научных конференций в области конструирования средств измерений, мастер-классы специалистов на основе Webinar	Компьютерные симуляции, дискуссии, в том числе и в составе исследовательской группы, разбор конкретных ситуаций, тренинги по применению программных средств и комплексов в области измерений механических величин.
3.	Экспериментальные методы исследования механических величин.		

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для текущего контроля успеваемости применяется рейтинг-контроль, проводимый на 6-ой, 12-ой и 17-ой неделе. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

### 5.1. Тесты для рейтинг-контроля (5 семестр)

#### 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 Перечень вопросов к зачету**

1. Принцип построения системы единиц СИ по ГОСТ8.417-81 ГСИ;
2. Методика выбора средств измерения механических величин;
3. Алгоритм процесса измерения;
4. Показатели качества средств измерений;
5. Виды средств измерений;
6. Классы точности средств измерений;
7. Цена деления и постоянная прибора;
8. Метрологические характеристики средств измерений;
9. Принцип работы металлического тензорезистора;
10. Конструкция кремнистора;
11. Клеи и технология наклейки тензорезисторов;
12. Методика исключения грубых погрешностей;
13. Контроль линейных размеров деталей машин с помощью штангенциркуля и микрометра;
14. Методика измерения перемещений и сил в динамическом режиме;
15. Методика измерений моментов и деформаций деталей машин с помощью тензометрии;
16. Область назначения и технология применения тензометрии при определении механических величин;
17. Методика определения КПД машин и механизмов;
18. Методика определения кинематических характеристик деталей машин;
19. Классификация механических измерений деталей машин по методу и способу получения результата;
20. Дифференциальные и интегральные методы оценки износа деталей машин;
21. Конструкции средств измерений для определения силы;
22. Конструкция первичных преобразователей для измерения скоростей и ускорений.

## **5.5 Самостоятельная работа студента**

### **Цели самостоятельной работы**

Формирование способности к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критиче-

скому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

### Организация самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практикуму, к рубежным контролям, зачету

## 6. УЧЕБНО – МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Основная литература

№ п/п	Автор, название, вид издания, издательство	Год издания	Количество экземпляров в библиотеке ВлГУ	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ	Количество студентов, обучающихся по направлению	Обеспеченность студентов литературой, %
1	2	3	4	5	6	7
Основная литература						
1	Нормирование точности и технические измерения/Асанов В.Б. - Новоси.: НГТУ, 2014. - 180 с.: ISBN 978-5-7782-2449-0	2014		Режим доступа: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=546058">http://znanium.com/bookread2.php?book=546058</a>	9	100
2	Стандартизация, метрология, подтверждение соответствия: Учебное пособие / Б.П. Боларев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 219 с.: 60x90 1/16 + ( Доп. мат. znanium.com). - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-009799-2	2015		Режим доступа: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=457803">http://znanium.com/bookread2.php?book=457803</a>	9	100
3	Стандартизация, метрология, подтверждение соответствия: Учебник/БоларевБ.П. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 304 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт) ISBN 978-5-16-006182-5	2013		Режим доступа: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=486838">http://znanium.com/bookread2.php?book=486838</a>	9	100
Дополнительная литература						
4	Метрология, стандартизация, сертификация: Учебник / В.И. Колчков. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 432 с.: 70x100 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-91134-784-0, 600 экз.	2013		Режим доступа: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=418765">http://znanium.com/bookread2.php?book=418765</a>	9	100

5	Метрология, стандартизация, сертификация: Учебное пособие / А.И. Аристов, В.М. Приходько и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 256 с.: 60x90 1/16 + ( Доп. мат. znanium.com). - (Высшее образование: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-004750-8, 500 экз.	2014		Режим доступа: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=424613">http://znanium.com/bookread2.php?book=424613</a>	9	100
6	Основы метрологии, сертификации и стандартизации: Учебное пособие / Д.Д. Грибанов - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 127 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Обложка) ISBN 978-5-16-009677-3, 200 экз.	2015		Режим доступа: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=452862">http://znanium.com/bookread2.php?book=452862</a>	9	100

## 7. МАТЕРИАЛЬНО – ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

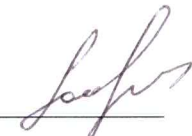
Дисциплина «Измерение механических величин» читается на кафедре УКТР на ее материальной базе.

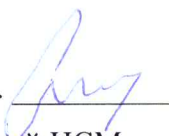
Лекционные занятия проводятся в ауд.306-2, практические и лабораторные в аудитории 310-2.

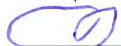
Аудитория 306-2 включает оборудование: мультимедийную интерактивную доску фирмы «Star», компьютер Pentium – 4, мультимедийный проектор.

Аудитория 310-2 имеет стенд для определения к.п.д. винтового механизма; приборные червячные и цилиндрические редукторы; средства измерения параметров зубчатых передач в виде микроскопа БМИ-1Ц; штангенциркули, микрометры, набора соединений, динамометрических ключей и динамометров для измерения вращающих моментов и осевых сил.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология».

Рабочую программу составил: к.т.н., доцент Орлов Ю.А. 

Рецензент: к.т.н., профессор, зав. кафедрой «ТД и ЭУ» ВлГУ Гуськов В.Ф. 

Рецензент(представитель работодателя): к.т.н., директор ФГУ Владимирский ЦСМ  Барашков Г.И.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УКТР

протокол № 7 от 09.04.2015

Заведующий кафедрой УКТР  Ю.А. Орлов

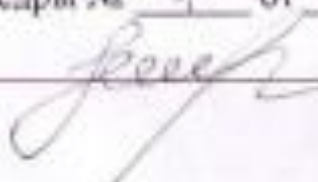
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 27.03.01 «Стандартизация и метрология»

протокол № 7 от 09.04.2015

Председатель комиссии  Ю.А. Орлов

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 6.09.16 года  
Заведующий кафедрой 

Рабочая программа одобрена на 2017-2018 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 5.09.17 года  
Заведующий кафедрой 

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_