

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)



А.А. Панфилов

« 09 » 04 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Физические основы измерений и эталоны»**

Направление подготовки: 27.03.01 «Стандартизация и метрология»  
 Профиль подготовки:  
 Уровень высшего образования: бакалавриат  
 Форма обучения: очная

Семестр	Трудоёмкость зач. ед, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (эж./зачет)
3	4/144	18	18	18	54	Экзамен. 36 часов
<b>Итого</b>	4/144	18	18	18	54	Экзамен. 36 часов

г. Владимир 2015 г.

## ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** формирование у студентов понимания физических основ современных методов измерений и естественных пределов достижимой точности измерений.

**Задачи изучения дисциплины:**

– изучение физических понятий, представлений, закономерностей и явлений в контексте их использования при измерениях:

- решение вопросов метрологического обеспечения разработки, производства и эксплуатации промышленной продукции в условиях постоянной и закономерной смены поколений средств, методов и элементной базы при создании измерительной техники на основе новых физических принципов:

- подготовка студентов к изучению последующих общепрофессиональных и специальных дисциплин.

### 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «**Физические основы измерений и эталоны**» относится к ОПОП Б.1.Б.20, является базовой для освоения обучающимся направления подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология». Дисциплина «Физические основы измерений и эталоны» основывается на знании дисциплины «Высшая математика». Она использует методы, приемы, принципиальные подходы, разработанные в разделах «Математический анализ», «Математическая статистика» и «Теория вероятности». Кроме того базой для изучения дисциплины «**Физические основы измерений и эталоны**» является «Физика», также входящая в базовую часть учебного плана.

В свою очередь, дисциплина «**Физические основы измерений и эталоны**» является базой для изучения таких дисциплин как «Метрология», «Методы и средства измерения и контроля» и других специальных дисциплин в области измерений.

### 2. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения данной дисциплины студент должен обладать профессиональной компетенцией ПК-3:

- способностью выполнять работы по метрологическому обеспечению технического контролю, использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством.

В результате изучения дисциплины «Физические основы измерений и эталоны» студент должен:

- **знать** фундаментальные физические законы и явления, применяемые в метрологии и измерительной технике;
- **уметь** применять физические знания для решения измерительных задач, обеспечения единства и качества измерений;
- **владеть** методами измерений и приемами работы с измерительной техникой
- **иметь** представление о перспективных для метрологии и измерительной техники направлениях развития физической науки, последних достижениях в этой области.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах - %)	Формы текущего контроля успеваемости <i>(по неделям семестра)</i> , форма промежуточной аттестации <i>(по семестрам)</i>
				Лекции	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС		
1	Введение. Основные понятия и определения ФОИ	3	1-2	2	-	2	-	-	8	2,50	
2	Физический континуум	3	3-4	2	-	2	-	-	8	2,50	
3	Фундаментальные физические константы	3	5-6	2	-	2	2	-	8	4,66,6	Рейтинг - контроль №1
4	Высокостабильные и квантовые эффекты	3	7-9	2	-	2	4	-	8	4,50	
5	Физические явления, используемые при высокоточных измерениях	3	10-11	2	-	4	4	-	8	4,40	Рейтинг - контроль №2
6	Физические законы, используемые в измерительной технике	3	12-15	4	-	4	4	-	8	6,50	
7	Эталонная база	3	16-17	2	-	2	4	-	6	4,50	
8	Заключение	3	18	2	-	-	-	-	-	-	Рейтинг - контроль №3
<b>Всего</b>		<b>3</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>18</b>	<b>18</b>		<b>54</b>	<b>26/48(%)</b>	<b>Экзамен, 36 часов</b>

**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						$\Sigma$ общее количество компетенций
Тема №1. Основные понятия и определения ФОИ	2/2/-/8	+						1
Тема №2. Физический континуум	2/2/-/8	+						1
Тема №3. Фундаментальные физические константы	2/2/2/8	+						1
Тема №4. Высокостабильные квантовые эффекты	2/2/4/8	+						1
Тема №5. Физические явления, используемые при высокоточных измерениях	2/4/4/8	+						1
Тема №6. Физические законы, используемые в измерительной технике	4/4/4/8	+						1
Тема №7. Эталоны и эталонная база	2/2/4/6	+						1
Экзамен								
Итого	18/18/18/ 54							

**СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

**Теоретический курс**

**1. Основные понятия и определения ФОИ.**

Введение. Предмет, задачи и содержание дисциплины. Роль и место измерений и измерительной техники в системе естественных наук. Взаимозависимость теоретической и прикладной метрологии с другими базовыми дисциплинами. Физическое содержание процесса измерения. Структура дисциплины, её связь с другими специальными дисциплинами.

**2. Физический континуум.**

Материя и движение. Элементы современной физической картины мира. Физические величины и их единицы. Теория отражения.

**3. Фундаментальные физические константы.**

Константы макромира. Константы микромира. Константы, используемые при переходе от свойств микромира к свойствам макромира

#### **4. Высокостабильные квантовые эффекты и их использование для воспроизведения единиц физических величин.**

Квантовые переходы. Эффекты Холла и Джозефсона

#### **5. Физические явления, используемые при высокоточных измерениях.**

Классификация явлений. Электромагнитные явления. Резонансные явления на квантовом уровне.

#### **6. Фундаментальные физические законы, используемые в измерительной технике.**

Использование в измерительной технике законов механики. Использование в измерительной технике законов электромагнетизма. Использование в измерительной технике тепловых законов.

#### **7. Эталоны и эталонная база**

Эволюция эталонов основных единиц СИ (SI), физические принципы, положенные в основу их функционирования. Воспроизведение единиц длины, массы, времени. Эталоны на основе квантовых эффектов Холла и Джозефсона. Эталон единицы силы постоянного электрического тока. Эталон единицы силы света – кандела. Моль – единица количества вещества. Эталоны производных физических величин. Практическое использование эталонной базы в интересах метрологического обеспечения разработки, производства и эксплуатации промышленной продукции.

#### **8. Заключение.**

Краткое обобщение основных вопросов курса. Физические проблемы автономных (в метрологическом смысле) режимов работы средств измерений. Направления дальнейшей работы над углублением и расширением полученных знаний в процессе изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин.

### **Темы практических занятий**

1. Определение объема тела неправильной формы	-2 часа
2. Определение массы тела на равноплечных весах	-2 часа
3. Физические величины и их единицы	- 2 часа
4. Применение методов теории размерностей для определения зависимости между физическими величинами	- 2 часа
5. Возмущающие факторы и способы учета или исключения их влияния на результаты измерений	-2 часа
6. Расчет и оценка величины систематической погрешности измерений	-2 часа
7. Точечные оценки результатов измерений	-2 часа
8. Методы и методики измерений. Расчет надежности приборов	-2 часа
9. Классы точности средств измерений	-2 часа

### **Лабораторные занятия**

Лабораторные занятия проводятся в лабораториях кафедры «Управление качеством и техническое регулирование» №310-2 и 332а-2. Темы занятий представлены в таблице. В начале каждого занятия преподаватель знакомит студентов с темой лабораторной работы, порядком ее проведения. Показывает приемы работы с измерительным прибором, знакомит с правилами безопасности. Затем выдает каждому студенту задание на проведение работы. После окончания измерений на лабораторной установке студент готовит отчет о проделанной работе, в котором представляет результаты измерений с необходимыми расчетами (погрешности, вероятности) и сдает преподавателю на проверку. После проведения всех лабораторных работ преподаватель проводит оценку отчетов, и в случае положительного результата делает отметку «зачтено»

№п/п	Тема лабораторных занятий, трудоемкость	
1	Выбор методов и средств измерений линейных размеров	- 4 часа
2	Поверка микрометра	- 4 часа
3	Контроль размеров цилиндрических деталей	- 4 часа
4	Исследование шероховатости поверхности	- 4 часа
5	Измерение калибра-пробки на универсальной пружинной головке	- 2 часа

#### 4. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 270301 "Стандартизация и метрология" реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой. Образовательными технологиями, используемыми в процессе обучения по курсу «Физические основы измерений и эталоны» являются:

- компьютерные симуляции,
- дискуссии, в том числе и в составе исследовательской группы,
- разбор конкретных ситуаций,
- тренинги по применению программных систем и комплексов в области метрологии и стандартизации,
- материалы вузовских и внутривузовских телеконференций в сети Internet.

В рамках учебного курса предусмотрены мастер-классы экспертов и специалистов на основе webinar компаний WayPoint Global, Minitab, Sofline, Statsoft, Mathsoft. Видео webinar указанных специалистов находятся в общем доступе в сети Internet на соответствующих сайтах, а также предоставляются магистрантам в локальной версии.

Лекционный материал носит проблемный характер и отражает профиль подготовки слушателей. На лекциях излагаются основные теоретические положения по изучаемой теме. В процессе консультаций по всем темам практических занятий применяются информационно - коммуникационные технологии, а именно электронные портфолио (презентации и опорные конспекты). По каждой теме разработаны презентации. При проведении практических занятий предусмотрена непосредственная демонстрация решения конкретных задач в области метрологии и стандартизации с помощью современных программных комплексов и систем.

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

Для текущего контроля успеваемости применяется рейтинг-контроль, проводимый на 5-ой, 10-ой и 18 неделе. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

##### 5.1. Тесты для рейтинг-контроля

###### Тесты к рейтинг-контролю №1

###### 1. Какова роль измерений в системе естественных наук?

- а) измерения являются одним из основных способов познания природы, ее явлений и законов;
- б) измерения служат как получению научных знаний, так и получению информации в общем смысле;

в) измерения не являются обязательными при получении информации о природных явлениях.

**2. Обязательно ли использовать физические законы для процесса измерения?**

а) да, измерение как процесс нахождения значения физической величины всегда опирается на законы физики;

б) нет, в процессе измерения не обязательно знание физических законов.

**3. Какое количество форм существования материи открыто на сегодня?**

а) бесчисленное множество конкретных форм, различных объектов и систем;

б) только три основных (системы неживой природы, биологические системы, социально организованные системы).

**4. Какие из 4-х физических понятий( время и пространство; движение; взаимодействие; единство и многообразие мира) являются фундаментальными?**

а) только первые три;

б) только последние три;

в) все четыре понятия.

**5. Какими типовыми свойствами характеризуется макромир?**

а) тепловыми;

б) электромагнитными;

в) всеми свойствами материального мира.

**6. Что такое корпускулярно-волновой дуализм (КВД)?**

а) специфическое качество микрообъектов, описываемых квантовой механикой и выражающееся в наличии у этих объектов противоположных корпускулярных и волновых свойств;

б) это связь макро- и микромира, отображающая особенности их единства;

в) точной интерпретации КВД не существует.

**7. Какая из систем измерений принята международной организацией по стандартизации (ИСО)?**

а) МКГСС;

б) СГС;

в) СИ.

**Тесты к рейтинг-контролю №2**

**1. Какие из следующих констант макромира (длина земного меридиана на уровне моря, период обращения Земли вокруг оси, период обращения Земли вокруг Солнца, ускорение при свободном падении, скорость света в вакууме) являются фундаментальными?**

а) длина земного меридиана на уровне моря, период обращения Земли вокруг оси, период обращения Земли вокруг Солнца;

б) период обращения Земли вокруг оси, период обращения Земли вокруг Солнца, ускорение при свободном падении, скорость света в вакууме;

в) все пять констант.

**2. Какие из перечисленных принципов (принцип неопределенности Гейзенберга, принцип неопределенности Найквиста, принцип взаимодействия прибора и объекта измерения, принцип несовершенства полезных сигналов, принцип технологического несовершенства приборов, принцип воздействия внешних возмущений на прибор, принцип несовершенства технологии измерения) показывают невозможность полного устранения неопределенности результатов измерений?**

а) первые пять;

б) последние пять;

в) все 7 принципов.

**3. Какие из следующих констант микромира (масса электрона, гиромагнитное отношение электрона, гиромагнитное отношение протона, квант магнитного потока,**

**постоянная фон-Клидинга, постоянная тонкой структуры, гравитационная постоянная) являются фундаментальными?**

- а) масса электрона, гиромагнитное отношение электрона, гиромагнитное отношение протона, квант магнитного потока;
- б) масса электрона, гиромагнитное отношение электрона, квант магнитного потока, постоянная тонкой структуры, гравитационная постоянная) являются фундаментальными;
- в) все восемь принципов.

**4. Какие константы используются при переходе от свойств микромира к свойствам макромира?**

- а) постоянная Планка, постоянная Авогадро;
  - б) постоянная Авогадро, постоянная Больцмана;
  - в) постоянная Планка, постоянная Авогадро, постоянная Больцмана
- составления основных единиц измерения?

- а) скорость света  $c$ ;
- б) постоянная Планка  $h$ ;
- в) гравитационная постоянная  $g$ ;
- г) все три постоянные.

**5. На основании каких эффектов основан эталон единицы напряжения?**

- а) эффект Холла;
- б) эффект Джозефсона;
- в) эффекты Холла и Джозефсона.

**6. К каким физическим явлениям относится эффект Джозефсона?**

- а) магнитным;
- б) резонансным явлениям на квантовом уровне;
- г) электромагнитным.

**7. Каким символом в уравнении Найквиста**

$$U^2 = 4KTRf,$$

**обозначают постоянную Больцмана?**

- а)  $T$ ;
- б)  $K$ ;
- в)  $R$ ;
- г)  $U$ ;
- д)  $f$ .

### Тесты к рейтинг-контролю №3

**1. Для каких измерений применяется интерференция электромагнитных волн?**

- а) длины электромагнитных волн;
- б) параметров электрического тока;
- в) измерений угловых и линейных размеров.

**2. Какую физическую величину можно определить прибором, принцип измерения которого основан на эффекте Фарадея?**

- а) угол поворота плоскости поляризации света;
- б) индукция магнитного поля и сила тока;
- в) длину пути света в веществе.

**3. Что измеряется с помощью приборов, в которых используется прямой пьезоэффект?**

- а) механические напряжения;
- б) ЭДС;
- в) сила и давление.

**4. Какие приборы основаны на применении закона Архимеда?**

- а) жидкостные манометры, барометры;
- б) ареометры, уровнемеры, измерители удельного веса.



**5. На основании какой системы выполнены приборы: амперметры, вольтметры, омметры?**

- а) магнитоэлектрической;
- б) электромагнитной;
- в) индукционной.

**6. К какому типу СИ относятся газовые, жидкостные и парожидкостные термометры?**

- а) манометрические;
- б) термоэлектрические;
- в) радиационные.

**6. Какие средства измерений (СИ) называются рабочими эталонами?**

- а) обычные средства измерений, но обладающие стабильными характеристиками;
- б) специально изготовленные СИ;
- в) СИ, прошедшие государственные испытания типа.

## 5.2 Перечень вопросов к экзамену

1. Роль и место измерений и измерительной техники в системе естественных наук.
2. Физическое содержание процесса измерения.
3. Материя. Основные формы существования материи.
4. Макро- и микромир. Корпускулярно-волновой дуализм.
5. Физические величины и их единицы.
6. Теория отражения. Принципиальные ограничения достижения точности измерений.
7. Фундаментальные константы макромира.
8. Фундаментальные константы микромира.
9. Константы, используемые при переходе от свойств микромира к свойствам макромира. Постоянная Планка. Постоянная Авогадро. Постоянная Больцмана.
10. Эффекты Холла и Джозефсона.
11. Классификация явлений, используемых при высокоточных измерениях.
12. Электромагнитные явления.
13. Термозумовой метод измерения температуры.
14. Интерференция магнитных волн.
15. Голографический способ, используемый при измерении различных величин.
16. Эффект Фарадея.
17. Эффекты Керра и Поккельса.
18. Прямой пьезоэффект.
19. Эффект Доплера.
20. Магнитный резонанс.
21. Метод свободной ядерной прецессии.
22. Метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР).
23. Ядерный гамма-резонанс.
24. Типовые физические законы, используемые в измерительной технике.
25. Приборы инерционного действия.
26. Маятниковые средства измерений.
27. Применение закона Архимеда при создании СИ.
28. Термоанемометрический метод измерения скорости тепловых потоков.
29. Использование в измерительной технике законов электромагнетизма.
30. Приборы электромагнитной, электродинамической, ферродинамической и электростатической систем.
31. Использование в измерительной технике тепловых законов.
32. Закон Планка. Закон Вина. Закон Стефана – Больцмана.

### 5.3 Примерные вопросы и задания для контроля самостоятельной работы

1. Перечислите высокостабильные квантовые эффекты и приведите примеры их использования для воспроизведения единиц физических величин.
2. Пояните структуру ГПЭ единиц времени и частоты.
3. Дайте современное определение секунды.
4. Пояните сущность эффектов Холла и Джозефсона.
5. Приведите примеры использования эффектов Джозефсона и Холла в метрологии.
6. Приведите примеры фундаментальных физических констант.
7. Приведите классификацию типовых физических явлений, используемых при высокоточных измерениях.
8. Приведите примеры использования методов квантовой метрологии для повышения точности измерений.
9. Пояните сущность термшумового метода измерений температуры.
10. Пояните сущность использования эффекта Джозефсона для измерения температуры.
11. Пояните применение лазерных интерферометров для измерения типовых механических величин с большой точностью.
12. Приведите примеры использования явления электромагнитной индукции для измерений типовых электрических величин.
13. Пояните сущность эффектов Фарадея, Керра и Поггелеса и их использование в метрологии.
14. Пояните сущность пьезоэффекта и его использование в метрологии.
15. Пояните сущность эффекта Доплера и его использование в метрологии.
16. Пояните сущность магниторезонансных методов с оптической накачкой атомов и их использование в метрологии.
17. Приведите примеры использования законов механики в метрологии.
18. Пояните сущность закона Паскаля и его использование для измерения давления.
19. Пояните сущность законов Архимеда и его использование для измерения типовых физических величин.
20. Пояните сущность законов электромагнетизма и их использование для измерения типовых физических величин.
21. Приведите примеры использования в измерительной технике тепловых законов.

### 5.4. Самостоятельная работа студента

В рамках самостоятельной работы в течение 3 семестра студент выполняет контрольную работу. Работа выполняется в соответствии с требованиями методических указаний по контрольной работе. Проработка основных разделов контрольной работы проводится на практических занятиях и в процессе самостоятельной работы.

#### Примерные темы для контроля самостоятельной работы:

1. Классификация типовых явлений, используемых при высокоточных измерениях.
2. Использование методов квантовой метрологии для повышения точности измерений.
3. Сущность термшумового метода измерений температуры.
4. Использование эффекта Джозефсона для измерения температуры.
5. Применение лазерных интерферометров для измерения типовых механических величин с большой точностью.
6. Использование явления электромагнитной индукции для измерений типовых электрических величин.
7. Эффекты Фарадея, Керра и Поггелеса и их использование в метрологии.
8. Эффект Доплера и его использование в метрологии.
9. Пьезоэффект и его использование в метрологии.

### **Цели самостоятельной работы.**

Формирование способности к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому 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 и экзамену.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Основная литература.**

1. Общая теория измерений: Монография / Д.Д. Грибанов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 116 с.:
2. Физические основы получения информации: Учебное пособие / Б.Ю. Каплан. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 286 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-006381-2.
3. Физические основы кремниевой наноэлектроники [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Г.И. Зебреев. — 3-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 243 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
4. Основы ядерного магнитного резонанса: Учебное пособие / М.П. Евстигнеев, А.О. Лантушенко, В.В. Костюков, и др. - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 247 с.:

### **6.2. Дополнительная литература**

5. Имитационное моделирование экономических процессов: Учебное пособие / Н.Н. Лычкина. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 254 с.:
6. Кузнецов, С. И. Физические основы механики [Электронный ресурс] : учебное пособие/ С. И. Кузнецов: Томский политехнический университет. - 3-е изд., перераб. и доп. - Томск: Изд-во ТПУ, 2007. - 160 с.
7. Голых, Ю. Г. Метрология, стандартизация и сертификация. Lab VIEW: практикум по оценке результатов измерений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. Г. Голых, Т. И. Танкович. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. - 140 с.
8. Основы технической диагностики: Учебное пособие / В.А. Поляков. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 118 с.:

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина «Физические основы измерений и эталоны» 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-11Ц; штангенциркули, микрометры, набор соединений, динамометрических ключей и динамометров для измерения вращающих моментов и осевых сил.

При проведении занятий используется следующее программное обеспечение: программный комплекс ARIS, программный комплекс Powerway Suite, программный комплекс Quality Companion, Microsoft Office 2010, Statistica 6.1, STATGRAPHICS 15, MAPLE 14, MATLAB 2011A, Ms. Windows 7, ПО Hitachi Star-Board.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 12.09.17 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 10.09.2018 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 2019/20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 27.08.2019 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Управление качеством и техническое регулирование» протокол № 7 от 09.04, 2015 г.

Заведующий кафедрой УКТР \_\_\_\_\_ Орлов Ю.А.

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

Протокол № 7 от 09.04, 2015 г.

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ Орлов Ю.А.

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2017-2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 5.09.17 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 2018/19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 10.9.18 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 \_\_\_\_\_