


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

УТВЕРЖДЕ  
решением Ученого совета ИФФ  
от 24 мая 2023 г. протокол № 10  
Председатель Рыбин В. В.  
(подпись, расшифровка подписи)



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<i>Метрология, стандартизация и сертификация</i>
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра	Радиофизики и электроники
Курс	2

Направление (специальность) **03.03.03. Радиофизика**  
*код направления (специальности), полное наименование*

Направленность (профиль/специализация) **Твердотельная электроника и наноэлектроника**  
*полное наименование*

Форма обучения **очная**  
*очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)*

Дата введения в учебный процесс УлГУ: 01 сентября 2023 г.


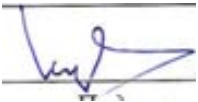
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Вострецова Л.Н.	ИФ	к.ф.-м.н.

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой, реализующей дисциплину (кафедра ИФ)	Заведующий выпускающей кафедрой (кафедра РиЭ)
 _____ (подпись) /С.Б. Бакланов/ (ФИО) 16 мая 2023 г.	 _____ (подпись) /Н.Т. Гурин/ (ФИО) «16» 05 2023 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

**Цель освоения дисциплины** - получение студентом знаний, умений и навыков в области прикладной и законодательной метрологии, теории измерений, стандартизации, системы допусков и посадок, сертификации продукции услуг и систем менеджмента качества.

### **Задачи освоения дисциплины:**

- Предоставить теоретические знания о метрологии, стандартизации и сертификации;
- Дать прикладные знания применения методов и средств метрологии, стандартизации и сертификации в отечественной и зарубежной практике;
- Сформировать у студентов представление об основах применения методов метрологии, стандартизации и сертификации в управлении качеством изделий и услуг.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Дисциплина относится к базовой части ОПОП. Данная дисциплина является одной из профилирующих дисциплин в системе подготовки по направлению «Радиофизика». Она читается в 4-ом семестре 2-ого курса и базируется на знаниях полученных при изучении


- Химия
- Начертательная геометрия
- Математический анализ
- Аналитическая геометрия и линейная алгебра
- Инженерная графика
- Методы математической физики
- Физика
- Дифференциальные уравнения и дискретная математика
- Векторный и тензорный анализ
- Интегральные уравнения и вариационное исчисление

, а также на опыте проведения лабораторных работ при обучении в школе.

Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие «входные» знания, умения, навыки и компетенции:

- владеть техникой дифференцирования функций одной переменной
- применять правило дифференцирования сложной функции, метод логарифмического дифференцирования,
- дифференцировать параметрически и неявно заданные функции,
- находить производные высших порядков; техникой интегрирования элементарных функций;
- владеть техникой дифференцирования функций нескольких переменных
- применять правило дифференцирования сложной функции, дифференцировать параметрически и неявно заданные функции,
- находить дифференциалы высших порядков
- уметь использовать основные программные средства, пользоваться глобальными информационными ресурсами,
- владеть современными средствами телекоммуникаций,
- использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач
- знать базовые профессиональные понятия и определения, с которыми он будет сталкиваться в ходе обучения

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих специальных дисциплин и блоков:


- Теоретические основы электротехники
- Атомная и ядерная физика
- Электродинамика СВЧ
- Микро- и наносхемотехника
- Интегральная и волоконная оптика
- Квантовая механика
- Радиотехника
- Термодинамика и статистическая физика
- Научно-исследовательская работа
- Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные (ОПК-2).

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-2 - Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• законодательные и нормативные правовые акты, регламентирующие выбор технического средства или объект исследования</li> <li>• современные методы и средства метрологии, стандартизации и сертификации, применяемые в отечественной и зарубежной практике;</li> <li>• основные методы и средства метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации как основы качества систем и процессов</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать нормативные документы в своей деятельности;</li> <li>• сопоставлять требования нормативных документов с параметрами объекта или технического средства</li> <li>• планировать эксперимент</li> <li>• планировать измерения параметров (характеристик) объекта</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками метрологической оценки, стандартизации изделий и процессов, подготовки их к сертификации</li> </ul>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками проведения прямых и косвенных измерений</li> <li>• навыками обработки измерительной информации разного типа</li> </ul>
--	--


#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 3 ЗЕ


##### 4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах) 108 ч

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения )			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		1	2	3
1	2	3	4	5
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	80		80	
Аудиторные занятия:				
• Лекции (в т.ч. 0 ПрП)*	32		32	
• семинары и практические занятия (в т.ч. 0 ПрП)*	16		16	
• лабораторные работы, практикумы (в т.ч. 0 ПрП)*	16		16	
Самостоятельная работа	44		44	
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	Тестирования Контрольная работа Выполнение расчетных работ		Тестирования Контрольная работа Выполнение расчетных работ	
Курсовая работа	-		-	
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачет		зачет	
Всего часов по дисциплине	108		108	

##### 4.3. Содержание дисциплины (модуля.) Распределение часов по темам и видам учебной работы: Форма обучения очная

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	
1. Метрология как наука об измерениях (основные понятия). Законодательная база метрологии в РФ	4	2				2	опрос
2. Понятие физической величины в метрологии	6	2	2			2	Решение качественных задач
3. Системы физических величин и их единиц	4	-	2			2	Решение задач на размерность ФВ
4. Измерение – основа метрологической деятельности	4	2				2	тестирование
5. Погрешности измерений	8	2	2			4	Решение задач, тестирование, расчетная работа
6. Математическое описание случайных погрешностей	12	2	2	4		4	Контрольная работа, тестирование, расчетная работа
7. Методы обработки результатов измерений	16	4	2	6		4	Контрольная работа тестирование, расчетная работа
8. Средства измерений. Метрологические характеристики средств измерений.	10	2	2	2		4	Контрольная работа тестирование,

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

							расчетная работа
9. Обеспечение единства измерений. государственный метрологический контроль	8	2	-	2		4	тестирование
10. Методические и правовые основы стандартизации	8	2	-	2		4	тестирование
11. Системы стандартизации	4	2	-			2	тестирование
12. Научно-технические принципы и методы стандартизации	6	2	2			2	Контрольная работа тестирование
13. Введение в сертификацию	4	2	-			2	тестирование
14. Нормативно-методическое обеспечение сертификации	4	2	-			2	тестирование
15. Деятельность органов по сертификации и испытательных лабораторий	4	2	-			2	тестирование
16. Применение сертификации	6	2	2			2	тестирование
ИТОГО	108	32	16	16		44	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### **Тема 1. Метрология как наука об измерениях. Законодательная база метрологии в РФ.**


Сущность метрологии, стандартизации и сертификации, их роль в управлении качеством. Теоретическая, прикладная, фундаментальная метрология. Основные понятия прикладной метрологии. Законодательная база метрологии в РФ.

### **Тема 2. Понятие физической величины.**

Объект измерения: свойство объекта измерения, количественные и качественные характеристики. Понятие величины. Физические и нефизические величины. Классификация физических величин. Размер, значение, истинное и действительное значение, размерность, единица измерения физической величины. Основная и производная физическая величина. Системы физических величин. Шкала измерений физических величин. Виды шкал.

### **Тема 3. Системы единиц физических величин**

Основные понятия: размерность и операции над ней. Системы физических величин. Основная и производная единица системы. Системная и внесистемная единица. Когерентная производная единица. Кратная и дольная единица физической величины.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Основные единицы системы СИ. Принципы построения системы СИ. Определение единиц измерения основных физических величин системы СИ.

Система Гаусса. Система СГСЭ. Перевод единиц измерения системы СИ.

#### **Тема 4. Измерение – основа метрологической деятельности.**

Определение измерения. Составляющие элементы измерения: объект, единица, средство, результат, точность. Виды измерений: прямые, косвенные, совокупные, совместные. Принципы измерений.

#### **Тема 5. Погрешность измерений**

Определение погрешности. Абсолютная, относительная и приведенные погрешности измерений. Истинное значение физической величины при многократных измерениях. Среднеквадратичное отклонение. Систематическая и случайная погрешности измерений. Методика выявления характера погрешности. Виды систематических ошибок. Способы устранения систематической погрешности. Источники погрешности.

#### **Тема 6. Математическое описание случайных погрешностей**

Статистическая устойчивость распределения наблюдений. Дифференциальные и интегральные распределения случайной величины. Нормальное распределение случайной величины. Доверительный интервал и доверительная вероятность.

#### **Тема 7. Методы обработки результатов измерений**

Однократные измерения. Обработка результатов при многократном измерении. Определение результатов косвенных измерений и оценивание их погрешности. Суммирование погрешности.

#### **Тема 8. Средства измерений. Метрологические характеристики средств измерений.**

Закономерности формирования результата измерения. Виды средств измерений: мера, измерительные преобразователи, приборы, установка и системы. Метрологическое назначение средства измерения: рабочие средства измерения и эталоны.


Диапазон измерения средства измерений. Погрешность средства измерения: основная и дополнительная. Причины погрешности средства измерения. Нормирование погрешности средства измерений. Предел допускаемой погрешности средства измерений. Нормирующее значение средства измерений. Стабильность средства измерения. Градуировочная характеристика средства измерений. Чувствительность средства измерения. Вариация средства измерения. Класс точности средства измерения: определение и обозначение.

Метрологический, неметрологический, внезапный, постепенный отказ средства измерения. Безотказность, долговечность средства измерения. Линейная и экспоненциальная модели изменения погрешности в процессе старения средства измерения.

#### **Тема 9 Обеспечение единства измерения. Государственный метрологический контроль.**

Единство измерений. Правовые основы обеспечения единства измерений; основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений. Поверка, калибровка средств измерений. Метрологическая аттестация средств измерений и испытательного оборудования.

Понятие метрологического обеспечения; организационные, научные и

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

методические основы метрологического обеспечения. Структура и функции метрологической службы предприятия, организации

### **Тема 10. Методические и правовые основы стандартизации**

Понятие стандартизации. Цели и задачи стандартизации в РФ. Состояние и основные направления развития стандартизации. Объекты и субъекты стандартизации. Конструкторская, электрическая, программная, информационная и другие виды совместимости. Уровни стандартизации: международный, региональный, национальный, административно-территориальный. Подуровни национальной стандартизации. Функции, права и обязанности субъектов национальной стандартизации разных уровней, их взаимосвязь. Правовые акты, регламентирующие их функции.

Правовые основы стандартизации: закон РФ «О стандартизации». Контроль за соблюдением стандартов. Средства стандартизации – нормативные документы. Виды нормативных документов, их определение. Правовая и нормативная база нормативных документов.

Цели и задачи международного и регионального сотрудничества в области стандартизации, формы сотрудничества. Международные организации по стандартизации: ИСО, МЭК. Их правовой статус, цели, задачи, состав участников, структура. Региональные организации по стандартизации: ЕОК, СЕН, СЕНЕЛЭК: цели, задачи, состав участников, структура.

### **Тема 11. Системы стандартизации.**

Государственная система стандартизации России: понятие, объекты и структура. Назначение и применение. Порядок разработки, принятия, регистрации правил и рекомендаций по стандартизации.

Межгосударственная система стандартизации: понятие, цели, задачи, основные принципы, организация работ по межгосударственной стандартизации, объекты. Основные виды межгосударственных стандартов, их назначение. Порядок разработки и применения межгосударственных стандартов (ГОСТ 1.8-95). Правила их применения.

Межотраслевые системы стандартизации: назначение, виды. Единые системы: конструкторской документации, технической документации, в области охраны окружающей среды.

### **Тема 12. Научно-технические принципы стандартизации.**

Научно-технические принципы стандартизации: принцип системности, принцип обеспечения функциональной взаимозаменяемости стандартизируемых изделий. Научно-исследовательский принцип разработки стандартов, принцип предпочтительности, принцип прогрессивности и оптимизации стандартов, взаимоувязка стандартов, принцип минимального удельного расхода материалов.


Методы стандартизации: комплексная стандартизация, унификация.

### **Тема 13. Введение в сертификацию.**

Основные понятия сертификации: сертификация, испытания, испытательные лаборатории, соответствие, оценка соответствия, сертификация соответствия, система сертификации. Структурные элементы сертификации: цели и задачи, виды, объекты, средства, методы. Субъекты-участники сертификации: национальный, центральные и территориальные органы, испытательные лаборатории, эксперты. Обязательная и добровольная сертификация.

Виды сертификатов и их характеристика. Сертификаты и знаки соответствия. Порядок маркирования продукции и услуг знаком соответствия. Виды сертификатов:



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

гигиенический, качества, безопасности, ветеринарный, происхождения, карантинный.

#### **Тема 14. Нормативно-методическое обеспечение сертификации.**

Основные принципы сертификации. Формы и порядок проведения сертификации. Основания для выдачи сертификатов. Схемы сертификации. Стандарты на объекты сертификации: на продукцию, на процессы, на предприятия, на услуги.

#### **Тема 15. Деятельность органов по сертификации и испытательных лабораторий.**

Типовая структура построения системы сертификации. Органы по сертификации: испытательные лаборатории, институт экспертов-аудиторов. Аккредитация испытательных лабораторий. классификация видов испытаний. Программы и методы сертификационных испытаний. метрологическое обеспечение испытания.

#### **Тема 16. Применение сертификации.**


Сертификация продукции и услуг: отбор продукции для испытаний, нормативная документация, процедура сертификации, оформление сертификата, форма и содержание сертификата соответствия, особенности сертификации услуг. Сертификация производства и систем управления качеством: мотивация к сертификации, порядок взаимоотношений предприятия с органом по сертификации, этапы сертификации, проверка документации и ее применения на соответствие международным и государственным стандартам на системы качества, сроки действия сертификатов и инспекционные проверки.

### **6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

#### **Тема 2. Понятие физической величины в метрологии (практическое занятие, мозговой штурм)**

1. Найти уравнение перевода одной шкалы интервалов в другую.
2. Шкала Фаренгейта является шкалой интервалов. На ней  $Q_0$  - температура смеси льда, поваренной соли и нашатыря,  $Q_1$  - температура человеческого тела. Единица измерения – градус Фаренгейта  $[Q_F] = \frac{Q_1 - Q_0}{96} = 1^\circ\text{F}$ . Температура таяния смеси льда, поваренной соли и нашатыря оказалась равной  $32^\circ\text{F}$ , а температура кипения воды –  $212^\circ\text{F}$ . По шкале Цельсия  $Q_0$  - температура таяния льда,  $Q_1$  - температура кипения воды. Градус Цельсия  $[Q_C] = \frac{Q_1 - Q_0}{100} = 1^\circ\text{C}$ . Требуется получить формулу для перехода от одной шкалы к другой.
3. Рассмотрим понятия: вкус, длина, масса, запах, эстетичность, скорость, давление. Какие из этих понятий должны быть отнесены к свойствам веществ, а какие к физическим величинам, характеризующим свойства?
4. Сформулируйте отличие между рядами величин: 1; 3; 0,5 и 10 и 1 кг; 3 мин; 0,5 л; 10 см.
5. Объясните понятие «действительное значение физической величины», «истинное значение физической величины» и «погрешность результата измерения», исходя из основных постулатов метрологии:
  - А) Существует истинное значение физической величины, которую мы измеряем.
  - Б) Истинное значение физической величины определить невозможно.
  - В) Истинное значение физической величины постоянно.


#### **Тема 3. Системы физических величин и их единицы (практическое занятие)**

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Производится опрос студентов о системных и внесистемных относительно системы СИ единиц физических систем, согласно индивидуальному заданию.

№ студента в списке группы	Содержание индивидуального задания
1	Системные и внесистемные единицы измерения массы
2	Системные и внесистемные единицы измерения длины
3	Системные и внесистемные единицы измерения времени
4	Системные и внесистемные единицы измерения температуры
5	Системные и внесистемные единицы измерения энергии
6	Системные и внесистемные единицы измерения силы
7	Системные и внесистемные единицы измерения давления
8	Системные и внесистемные единицы измерения скорости
9	Системные и внесистемные единицы измерения мощности
10	Системные и внесистемные единицы измерения напряжения
11	Системные и внесистемные единицы измерения радиоактивности
12	Системные и внесистемные единицы измерения угла
13	Системные и внесистемные единицы измерения площади
14	Системные и внесистемные единицы измерения объема
15	Кратные и дольные единицы измерения

1. С какими единицами физических величин осуществлялось сравнение объектов, если в результате измерения были получены следующие значения: 1г; 10 Н; 3 Тл; 20 кг; 5 А, 0,1 В?
2. Примените другие единицы для выражения результатов измерений, приведенных в предыдущей задаче. Как при этом изменится физический размер величины и ее числовое значение?
3. Напишите формулы размерности, выразите через основные и дополнительные единицы СИ и приведите наименования единиц следующих электрических величин: частоты, энергии, работы, количества теплоты, мощности, заряда, электрического сопротивления, электрической проводимости, электрической емкости.
4. По размерности и выражению через основные и дополнительные единицы определите какие это единицы физических величин: 1) LMT<sup>-2</sup>, мкгс<sup>-2</sup>; 2) LT<sup>-2</sup>, мс<sup>-2</sup>; 3) LT<sup>-1</sup>, мс<sup>-1</sup>.
5. Автомобиль движется по городу со скоростью 60 км/ч. После выключения двигателя и торможения автомобиль останавливается через 2 с. Определить силу торможения, если масса автомобиля 1,2 т.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		


6. Определить мощность электродвигателя, если от насоса, подающего воду из скважины глубиной 3 км, требуется подача  $45 \cdot 10^3$  л воды в 1 час. КПД насоса 74,5%.
7. Определите количество теплоты для нагревания медного паяльника массой 200 г от 20 до 300 °C. Удельная теплоемкость меди 0,091 кал/г °C.
8. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Определить КПД цикла, если за один цикл была произведена работа, равная 300 кгс\*м, и холодильнику передано количество тепло, равное 3,2 ккал.
9. Найти расход бензина в двигателе автомобиля на 100 км пути при средней скорости 30 км/ч, если средняя мощность двигателя 15 лс, а его КПД 22%. Теплота сгорания бензина  $11 \cdot 10^3$  ккал/кг.
10. Найти падение напряжения на медном проводе длиной 1 км, диаметром 4 мм, если сила тока в нем 5 А. удельное сопротивление меди  $1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом мм<sup>2</sup>/м.

### Тема 5. Погрешности измерений (практическое занятие)

Данная тема включает следующие разделы изучаемого курса: классификация погрешностей измерений; виды погрешностей и их определения (в том числе погрешности систематические и случайные; объективные, субъективные и грубые; инструментальные, методические, считывания, вычислений, коммутационные и от влияющих факторов).

Здесь же изучаются количественные характеристики погрешностей (погрешности относительные и абсолютные), а также рассматриваются понятия о погрешностях средств и результатов измерения.

1. Элемент, у которого ЭДС  $E=1,5$  В, а внутреннее сопротивление 0,2 Ом, замкнут на внешнее сопротивление 14,8 Ом. Определить, чему равна относительная погрешность при расчете тока в цепи, если внутренним сопротивлением элемента пренебречь. Как изменится относительная погрешность, если при прочих равных условиях внешнее сопротивление вместо 14,8 Ом станет равным 0,3 Ом?
2. Какова относительная погрешность измерения ЭДС генератора при измерении ее вольтметром с сопротивлением 10 кОм? Внутреннее сопротивление генератора 0,2 Ом.
3. Определить абсолютную и относительную погрешность и представить результат измерения тока, если амперметр показал: 54,2; 54,0; 53,8; 54,3; 54,1; 54,9; 54,4; 54,0; 53,6; 54,0 А.
4. Показание амперметра 20 А, а его верхний предел 50 А, показания образцового прибора, включенного последовательно, 20,5 А. определить относительную и приведенную погрешности амперметра.
5. Значение сопротивления, полученное при измерениях, оказалось равным 202 Ом. действительная его величина 200 Ом. Определить абсолютную и относительную погрешности измерения сопротивления.
6. При измерении сопротивления величиной 7,5 Ом по цепи протекал ток в 16 А, а вольтметр показал напряжение 121 В. Определить абсолютную и относительную погрешность определения сопротивления.
7. При измерении напряжения на нагрузке сопротивлением 7 Ом вольтметр показал 13,5 В. ЭДС источника 14,2 В, а его внутреннее сопротивление 0,1 Ом. Определить абсолютную и относительную погрешность измерений.
8. Для определения ЭДС генератора к его зажимам присоединен вольтметр сопротивлением 1200 Ом. Внутреннее сопротивление генератора 0,6 Ом. Какую

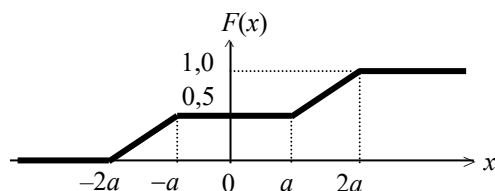
Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

ошибку мы допускаем, считая показатели генератора равными показателям вольтметра.

9. Десять одинаковых светильных ламп соединены параллельно. Ток в каждой лампе равен 0,3 А. определить абсолютную и относительную погрешность амперметра, включенного в неразветвленную часть цепи, если его показания 3,3 А.
10. Показания образцового амперметра 20,4 А, определить абсолютную и относительную погрешность, поправку для поверяемых приборов, если показания прибора в одном случае 20 А, а в другом – 15 А.
11. Измеренное значение сопротивления 100 Ом. Предел допускаемой относительной погрешности измерения 1%. Найти интервал, в котором должно находиться истинное значение сопротивления.
12. Вольтметром с диапазоном показаний (0...30) В и пределом допускаемой приведенной погрешности 0,5% выполнено измерение напряжения. Полученное значение равно 9,5 В. после определения более точным вольтметром действительного значения напряжения выяснилось, что относительная погрешность первого вольтметра составила 1,5 %. Не противоречит ли это заявленной для первого вольтметра точности?


### Тема 6. Математическое описание случайных погрешностей (практическое занятие)

1. Случайная погрешность  $\Delta$  распределена по закону равномерной плотности. Известны значения вероятностей двух событий —  $P_1$  и  $P_2$ .  $P_1 = P(\Delta < -5 \text{ мкВ}) = 0,3$ ;  $P_2 = P(\Delta > 5 \text{ мкВ}) = 0,2$ . Определите значения дисперсии  $D(\Delta)$  и вероятности  $P_3 = P(\Delta > 0)$ .
2. Дан график функции распределения  $F(x)$  случайной величины  $X$ :



Определите вероятности следующих событий:  $P_1 = P(X \leq a)$ ,  $P_2 = P(0 \leq X \leq a)$ ,  $P_3 = P(X > 0)$ ,  $P_4 = P(X < 0)$ ,  $P_5 = P(X = 2a)$ . Найдите аналитическое выражение функции плотности вероятности  $f(x)$ . Определите значения математического ожидания  $M(X)$  и среднеквадратического отклонения  $\sigma$ .

3. Случайная погрешность измерения напряжения распределена по закону равномерной плотности и имеет математическое ожидание, равное нулю. Вероятность того, что значение погрешности превысит 1,8 мкВ, равна 0,2. Определите дисперсию погрешности.
4. Случайная погрешность измерения напряжения распределена по закону равномерной плотности. Значения математического ожидания и дисперсии погрешности равны соответственно 9 мВ и  $27 \text{ мВ}^2$ . Определите вероятность того, что погрешность не превысит по модулю 6 мВ.
5. Случайная погрешность измерения напряжения распределена по закону равномерной плотности. Известны вероятности того, что значение погрешности не превысит 200 и 300 мкВ. Они соответственно равны 0,25 и 0,5. Определите дисперсию погрешности.
6. Случайная погрешность измерения напряжения распределена по закону равномерной плотности. Вероятность того, что значение погрешности не превысит 100 мкВ, равна 0,1. Вероятность того, что значение погрешности превысит 500 мкВ, тоже равна 0,1. Определите математическое ожидание погрешности.
7. Случайная погрешность измерения напряжения распределена по закону равномерной плотности. Известны значения плотности вероятности и математического


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

ожидания: соответственно  $2\text{мВ}^{-1}$  и  $-100\text{ мкВ}$ . Определите вероятность того, что значение погрешности по модулю превысит  $100\text{ мкВ}$ .

## Тема 7. Методы обработки результатов прямых измерений (практическое занятие)

При изучении этой темы требуется изучить оценки погрешностей результатов прямых однократных измерений и методы оценки погрешностей результатов прямых многократных измерений. В этом же разделе курса рассматриваются понятия равноточных и неравноточных прямых измерений и методы оценки погрешностей при проведении тех и других измерений.


1. При исследовании мерного прибора было произведено 12 измерение одной и той же линии:  $160,07\text{ м}$ ;  $160,15\text{ м}$ ;  $160,11\text{ м}$ ;  $160,03\text{ м}$ ;  $160,12\text{ м}$ ;  $160,04\text{ м}$ ;  $160,14\text{ м}$ ;  $160,07\text{ м}$ ;  $160,13\text{ м}$ ;  $160,09\text{ м}$ ;  $160,15\text{ м}$ ;  $160,00$ . Определить среднее значение и среднеквадратичное отклонение результата измерений.
2. При проверке точности показаний амперметра было получено действительное значение силы тока  $8,0\text{ А}$ . Показания поверяемого прибора –  $7,98$ ;  $7,96$ ;  $8,03$ ;  $7,95$ ;  $8,04$ ;  $8,06$ ;  $7,92$ ;  $8,05$ ;  $8,01$  и  $7,94\text{ А}$ . Определить среднеквадратичное отклонение в ряду измерений.
3. Десятикратное измерение сопротивления резистора дали следующие результаты:  $406,25$ ;  $408,30$ ;  $407,45$ ;  $407,00$ ;  $407,60$ ;  $406,07$ ;  $408,25$ ;  $407,15$ ;  $406,84$ ;  $407,40$ . Вычислите среднее сопротивление резистора и доверительный интервал погрешности при доверительной погрешности  $P=98\%$ .
4. Измерения индуктивности катушки при высоких частотах дали следующие результаты:  $162$ ;  $160$ ;  $156$ ;  $166$ ;  $158$ ;  $164$ ;  $145$ ;  $162$ ;  $160$ ;  $154$ ;  $158\text{ мГн}$ . Проверить полученный ряд результатов на наличие грубых промахов, используя критерий  $3\sigma$ .
5. При измерении напряженности электрического поля радиостанции получены следующие значения:  $230$ ;  $260$ ;  $240$ ;  $170$ ;  $250$ ;  $200$ ;  $220$ ;  $280$ ;  $360$ ;  $310\text{ мВ/м}$ . Проверить ряд на отсутствие промахов, вычислить наиболее вероятное значение напряженности электрического поля и предельную погрешность ряда измерений.
6. Необходимое электрическое сопротивление цепи в ряде случаев приходится создавать тем или иным соединением двух и более стандартных резисторов. Пусть имеются два резистора,  $R_1$  и  $R_2$ , со следующими номинальными значениями сопротивления и пределами допускаемого относительного отклонения реального сопротивления от номинального:  $R_1 = 1\text{ кОм}$ ,  $R_2 = 3\text{ кОм}$ ,  $\delta_{R1н} = 0,2\%$ ,  $\delta_{R2н} = 1,0\%$ . Определите номинальные значения эквивалентных сопротивлений  $R_{\text{пос}}$  и  $R_{\text{пар}}$ , соответствующих последовательному и параллельному соединениям резисторов  $R_1$  и  $R_2$ , и пределы допускаемых относительных отклонений реальных эквивалентных сопротивлений от  $R_{\text{пос}}$  и  $R_{\text{пар}}$ .
7. Номинальное значение сопротивления резистора и предел допускаемого отклонения от него равны соответственно  $5,1\text{ кОм}$  и  $0,2\%$ . Определите аналогичные параметры второго резистора, который, будучи подключен параллельно первому, обеспечит получение эквивалентного сопротивления с номинальным значением  $5\text{ кОм}$  и пределом допускаемого отклонения от него не более  $0,25\%$ .
8. Определить полное сопротивление резистора на частоте  $50 \pm 0,5\text{ Гц}$ , если его индуктивность составляет  $0,1\text{ Гн}$ , и активное сопротивление  $50\text{ Ом}$ . Вычислить погрешность результата, если индуктивность определена с погрешностью  $\pm 2\%$ , а сопротивление  $\pm 1,5\%$ .
9. Вычислить погрешность, с которой определено сопротивление проводника, если его длина измерена с погрешностью  $0,1\%$ , диаметр -  $\pm 1\%$ , а удельное сопротивление материала -  $0,5\%$ .

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

10. Найти индуктивность катушки и погрешность, с которой она определена, если полное сопротивление катушки  $(120 \pm 2)$  Ом, на частоте  $(50 \pm 0,2)$  Гц, а активное сопротивление -  $(5 \pm 0,05)$  Ом.
11. Путем измерения сопротивления проводника при разных температурах необходимо экспериментально определить его сопротивление  $R_0$  при  $0^\circ\text{C}$  и температурный коэффициент  $\alpha$ , если при  $T_1 = 10^\circ\text{C}$   $R_1 = 10.1$  Ом и при  $T_2 = 50^\circ\text{C}$   $R_2 = 11.3$  Ом. Какова ошибка в определении  $R_0$  и  $\alpha$ , если сопротивление определялось с точностью  $\pm 0.05$  Ом, а температура с точностью до  $\pm 0.5^\circ\text{C}$ .
12. Необходимое электрическое сопротивление цепи в ряде случаев приходится создавать тем или иным соединением двух и более стандартных резисторов. Пусть имеются два резистора,  $R_1$  и  $R_2$ , со следующими номинальными значениями сопротивления и пределами допускаемого относительного отклонения реального сопротивления от номинального:  $R_1 = 1$  кОм,  $R_2 = 3$  кОм,  $\delta_{R1н} = 0,2\%$ ,  $\delta_{R2н} = 1,0\%$ . Определите номинальные значения эквивалентных сопротивлений  $R_{\text{пос}}$  и  $R_{\text{пар}}$ , соответствующих последовательному и параллельному соединениям резисторов  $R_1$  и  $R_2$ , и пределы допускаемых относительных отклонений реальных эквивалентных сопротивлений от  $R_{\text{пос}}$  и  $R_{\text{пар}}$ .
13. Номинальное значение сопротивления резистора и предел допускаемого отклонения от него равны соответственно 5.1 кОм и 0,2%. Определите аналогичные параметры второго резистора, который, будучи подключен параллельно первому, обеспечит получение эквивалентного сопротивления с номинальным значением 5 кОм и пределом допускаемого отклонения от него не более 0,25%.
14. Определить полное сопротивление резистора на частоте  $50 \pm 0,5$  Гц, если его индуктивность составляет 0,1 Гн, и активное сопротивление 50 Ом. Вычислить погрешность результата, если индуктивность определена с погрешностью  $\pm 2\%$ , а сопротивление  $\pm 1,5\%$ .
15. Вычислить погрешность, с которой определено сопротивление проводника, если его длина измерена с погрешностью 0,1%, диаметр -  $\pm 1\%$ , а удельное сопротивление материала - 0,5%.
16. Найти индуктивность катушки и погрешность, с которой она определена, если полное сопротивление катушки  $(120 \pm 2)$  Ом, на частоте  $(50 \pm 0,2)$  Гц, а активное сопротивление -  $(5 \pm 0,05)$  Ом.
17. Путем измерения сопротивления проводника при разных температурах необходимо экспериментально определить его сопротивление  $R_0$  при  $0^\circ\text{C}$  и температурный коэффициент  $\alpha$ , если при  $T_1 = 10^\circ\text{C}$   $R_1 = 10.1$  Ом и при  $T_2 = 50^\circ\text{C}$   $R_2 = 11.3$  Ом. Какова ошибка в определении  $R_0$  и  $\alpha$ , если сопротивление определялось с точностью  $\pm 0.05$  Ом, а температура с точностью до  $\pm 0.5^\circ\text{C}$ .

### Тема 8. Средства измерений. Метрологические характеристики средств измерений (практическое занятие)


1. Вольтметром с диапазоном измерений (0.. 30) В и пределом допускаемой приведенной погрешности 0,5% выполнено измерение напряжения. Получено значение 9,5 В. После определения более точным вольтметром действительного значения напряжения выяснилось, что относительная погрешность первого вольтметра составила 1,5%. Не противоречит ли это заявленной для первого вольтметра точности?

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

2. Шкала амперметра класса точности 0,5 разбита на 150 делений. Чувствительность прибора 0,2 дел/мА. Определить абсолютную и относительную погрешности, если прибор показал 32 деления.
3. Класс точности магазина сопротивлений 0,02/0,01, верхний предел 120 Ом. Допустимо ли использовать это устройство для воспроизведения сопротивления в интервале от 20 до 40 Ом с максимально допустимой абсолютной погрешностью 0,1 Ом.
4. Для проверки работоспособности омметра класса точности (0,5) провели измерение эталонного сопротивления  $(300 \pm 0,1)$  Ом. В результате измерения получено значение 298,3 Ом. Необходимо ли отправить омметр на внеочередную поверку (ответ подтвердите математическим неравенством)?
5. Вольтметром с цифровым отсчетом измерено напряжение постоянного тока 20 В на пределе 30 В. Основная относительная погрешность прибора  $\delta_0 = \pm \left[ 0,25 + 0,1 \left( \frac{U_{\max}}{U} - 1 \right) \right]$ . Измерение производится при нормальных условиях. Вычислить инструментальную абсолютную погрешность и записать класс точности средства измерения.
6. Стрелочный вольтметр имеет два диапазона показаний с верхним пределом 90 В и 240 В. Чему равна цена деления на втором диапазоне, если на первом она равна 3 В.
7. Отсчет по шкале прибора с пределами измерений от 0 до 100 В и равномерной шкалой составил 75 В. Не учитывая другие виды погрешностей измерения, оценить пределы допускаемой абсолютной погрешности при использовании различных СИ с классами точности: 0,02/0,01; 0,5 и (0,5)

## Тема 12. Научно-технические принципы и методы стандартизации (практическое занятие)

1. По какой прогрессии (арифметической или геометрической) следует наладить производство двигателей внутреннего сгорания, чтобы обеспечить равномерное наращивание их мощностей? Диапазон изменения мощностей двигателей от 10 до 160 л.с. Промежуточные градации выбраны по арифметической прогрессии с разностью 25 л.с. и геометрической со знаменателем  $g=1.6$ . Общее количество градаций равно 7.
2. Возьмём 2 ряда предпочтительных чисел R 10 и R 20. Какому из них следует отдать предпочтение при первоначальном установлении ряда параметров в стандарте, если при этом в первую очередь решается задача максимальной экономии средств вместе со специализацией производства?
3. Можно ли на базе предпочтительных чисел стандартизовать параметр, определяемый числом 33,5?
4. Может ли стандартное значение параметра иметь на основе предпочтительных чисел величину 32?
5. Определите номер предпочтительного числа 375.
6. Определите номер предпочтительного числа 0,15.
7. Определите номер предпочтительного числа 0,0095.
8. Пользуясь номерами предпочтительных чисел, определите длину окружности, если диаметр равен 5,3 см.
9. Может ли стандартная длина окружности равняться 63 см?
10. Будут ли являться членами какого-либо ряда предпочтительных чисел числа, выражающие:
  - а) периметр и площадь квадрата, площадь поверхности и объем куба со стороной  $a=2$  см; 3 см;

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

- б) периметр и площадь прямоугольника, площадь поверхности и объем параллелепипеда со стороной  $a=2$  см,  $b=2a$ , высотой параллелепипеда  $h=2,5a$ ;  $2,7a$ ;  
 в) периметр и площадь круга, объем шара при  $r=20$  мм;  
 г) работу и мощность силы  $P=80$  Н, передвигающей тело со скоростью  $3,2$  м/с (векторы силы и скорости направлены в одну сторону по одной прямой);  
 д) момент силы  $P=31$  Н, приложенной на плече  $L=2,5$  м?

11. Сколько членов содержит ряд  $R_5 (6,3...40)$ ?

12. Запишите 5 членов ряда  $R_{10/3} (...80...)$ .

13. Сколько членов содержит ряд  $R_{20/3} (0,25...4,0)$ ?

14. Напишите обозначения ряда предпочтительных чисел, по которому построен ряд мощностей электрических машин (ГОСТ 12139-74): 100 - 125 - 160 - 200 - 250 - 320 - 400 - 500 - 630 - 800 - 1000 - 1250 - 1600 - 2000 - 2500 - 3200 - 4000 - 5000 - 6300 - 8000 - 10000 Вт?

15. В какой из основных рядов предпочтительных чисел (ГОСТ 8032-84) нельзя включить число 125?

16. Рассчитайте, пользуясь номерами предпочтительных чисел, объем цилиндра, имеющего диаметр  $47,5$  мм и высоту  $13,2$  см. Ответ дать в см.

17. Укажите, как называется ряд предпочтительных чисел, по которому составлен следующий параметрический ряд: 15 - 18 - 21,2 - 25 - 30 - 35,5 - 42,5 - 50 - 60 - 71.

18. Выбрать ряды предпочтительных чисел для величин, связанных между собой определённой математической зависимостью. Так, объём резервуара ( $V, \text{м}^3$ ) связан с диаметром резервуара ( $D, \text{м}$ ) и высотой резервуара ( $H, \text{м}$ ) зависимостью  $V = (\pi D^2/4) \cdot H$ . Необходимо выбрать ряды  $R$  предпочтительных чисел параметров  $V$  и  $D$  резервуаров и определить порядковые номера членов этих рядов на основе следующих данных: параметр  $V$  задан рядом  $R_{5/2} (100...4000)$  параметр  $H = 4,0$  м.

19. Выбрать ряды предпочтительных чисел для величин, связанных между собой определённой математической зависимостью. Так, объём резервуара ( $V, \text{м}^2$ ) связан с диаметром резервуара ( $D, \text{м}$ ) и высотой резервуара ( $H, \text{м}$ ) зависимостью  $V = (\pi D^2/4) \cdot H$ . Необходимо выбрать ряды  $R$  предпочтительных чисел параметров  $V$  и  $D$  резервуаров и определить порядковые номера членов этих рядов на основе следующих данных: параметр  $V$  задан рядом  $R_{10/3} (125...2000)$  параметр  $H = 4,5$  м.

20. Выбрать ряды предпочтительных чисел для величин, связанных между собой определённой математической зависимостью. Так, объём резервуара ( $V, \text{м}^3$ ) связан с диаметром резервуара ( $D, \text{м}$ ) и высотой резервуара ( $H, \text{м}$ ) зависимостью  $V = (\pi D^2/4) \cdot H$ . Необходимо выбрать ряды  $R$  предпочтительных чисел параметров  $V$  и  $D$  резервуаров и определить порядковые номера членов этих рядов на основе следующих данных: параметр  $V$  задан рядом  $R_{20/4} (180...710)$  параметр  $H = 6$  м.


21. Выбрать ряды предпочтительных чисел для величин, связанных между собой определённой математической зависимостью. Так, объём резервуара ( $V, \text{м}^3$ ) связан с диаметром резервуара ( $D, \text{м}$ ) и высотой резервуара ( $H, \text{м}$ ) зависимостью  $V = (\pi D^2/4) \cdot H$ . Необходимо выбрать ряды  $R$  предпочтительных чисел параметров  $V$  и  $D$  резервуаров и определить порядковые номера членов этих рядов на основе следующих данных: параметр  $V$  задан рядом  $R_{10/2} (160...630)$  параметр  $H = 5,5$  м.

## Тема 16 Применение сертификации (практическое занятие)

Производится опрос студентов о способах применения сертификации, согласно индивидуальному заданию.

№ студента в списке группы	Содержание индивидуального задания
1	Система добровольной сертификации "Всероссийский Регистр"



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

2	Система добровольной сертификации "Центр оценки качества"
3	Система добровольной сертификации «Система оценки деловой репутации»
4	Система добровольной сертификации «Стандарт управления рисками, организации системы внутреннего контроля и внутреннего аудита публичного акционерного общества»
5	Система добровольной сертификации продукции, работ (услуг) и систем менеджмента "РУССКОЕ КАЧЕСТВО"
6	Система добровольной сертификации продукции «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ»
7	Система добровольной сертификации систем менеджмента «МЕНДЕЛЕЕВ ТЕСТ»
8	Система добровольной сертификации персонала «ЭКСПЕРТИЗА КОНТРОЛЬ СЕРТИФИКАЦИЯ»
9	Система добровольной сертификации продукции и услуг на соответствие Канонам Ислама – Система Халяль (Halal)
10	Система добровольной сертификации «РусЕвроСтандарт»
11	Система добровольной сертификации «Сделано в России»
12	Система добровольной сертификации натуральной и биологически чистой продукции и услуг «БИО-СЕРТИФИКАЦИЯ»
13	Система добровольной сертификации систем менеджмента «Леан Серт»
14	Система добровольной сертификации «Эко Лайн»
15	Система добровольной сертификации «Росконтроль»

## 7.ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

### Тема 6. Математическое описание случайных погрешностей

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 ИЗМЕРЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ВЕЛИЧИН И ОБЪЕМОВ ТЕЛ ПРАВИЛЬНОЙ ГЕМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Цель работы: научиться измерять линейные размеры тел и оценивать результаты прямых и косвенных измерений.

Принадлежности: линейка обычная, штангенциркуль, микрометр.

Результатами выполнения работы являются навыки обработки прямых и косвенных измерений при наличии случайной погрешности.


#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7 ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВОГО РАЗМЕРА С ПОМОЩЬЮ УГЛОМЕРА ТРАНСПОРТИРНОГО

Цель работы: изучение методики и техники измерения угловых размеров угломером транспортным.

Принадлежности: угловые меры 4 – 1; угломер транспортный; объект измерения и его чертеж (выдает преподаватель).

Результатами выполнения работы являются навыки проведения поверки транспортных инструментов, представление результатов измерений в форме чертежа согласно системе ЕСКД, навыки обработки прямых и косвенных измерений при наличии случайной погрешности.

### Тема 7. Методы обработки результатов измерений

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 ИЗМЕРЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ВЕЛИЧИН И ОБЪЕМОВ ТЕЛ ПРАВИЛЬНОЙ ГЕМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ**

Цель работы: научиться измерять линейные размеры тел и оценивать результаты прямых и косвенных измерений.

Принадлежности: линейка обычная, штангенциркуль, микрометр.

Результатами выполнения работы являются навыки обработки прямых и косвенных измерений при наличии случайной погрешности.

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 ИЗМЕРЕНИЕ ОТКЛОНЕНИЯ УГЛА НАРУЖНОГО КОНУСА**

Цель работы: изучение тригонометрического метода и техники измерения отклонения угла наружного конуса.

Принадлежности: поверочная плита, синусная линейка ЛС 100 × 60, индикатор часового типа ИЧ10, штатив Ш-ПН, концевые меры, объект измерения (выдает преподаватель).

Результатами выполнения работы являются навыки измерения параметров конусов с помощью синусной линейки, представление результатов измерений в форме чертежа согласно системе ЕСКД, обработки косвенных измерений

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 ОЗНАКОМЛЕНИЕ С РЫЧАЖНЫМИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ**

Цель работы: освоить методику измерения параллельности поверхности пластин индикатором часового тока.

Принадлежности: штатив, поворотный кронштейн, индикатор часового типа, поверочная плита, набор концевых мер, объект измерения, выдаваемый преподавателем.

Результатами выполнения работы являются навыки измерения наружного размера методами установки на размер и измерения отклонения от плоскопараллельности с помощью индикатора часового типа, проведения измерений дифференциальным методом.

### **Тема 8. Средства измерения. Метрологические характеристики средств измерения**

#### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 ИЗМЕРЕНИЕ НАРУЖНЫХ И ВНУТРЕННИХ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ ШТАНГЕНИНСТРУМЕНТАМИ**

Цель работы: изучение методики и техники определения погрешности показаний штангенинструментов и измерения линейных размеров с их помощью.

Принадлежности: штангенциркуль, штангенглубиномер, объект измерения и его чертеж, выданный преподавателем.


Результатами выполнения работы являются навыки определения метрологических характеристик штангенинструментов, представление результатов измерений в форме чертежа согласно системе ЕСКД

### **Тема 9. Обеспечение единства измерений. Государственный метрологический контроль**

#### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 ПОВЕРКА МИКРОМЕТРА**

Цель работы: изучение методики и техники определения погрешности показаний микрометра и измерения линейных размеров с его помощью.

Принадлежности: микрометр, набор концевых мер, объект измерения и его чертеж,

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

выданный преподавателем.

Результатами выполнения работы являются навыки проведения поверки микрометрических инструментов, представление результатов измерений в форме чертежа согласно системе ЕСКД

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 ПОВЕРКА ГЛУБИНОМЕРА ИНДИКАТОРНОГО**

Цель работы: изучение методики и техники определения погрешности показаний глубиномера индикаторного типа и измерения глубины отверстий с его помощью.

Принадлежности: глубиномер индикаторного типа, набор концевых мер, объект измерения и его чертеж, выданный преподавателем

Результатами выполнения работы являются навыки проведения поверки индикаторных инструментов, представление результатов измерений в форме чертежа согласно системе ЕСКД

### **Тема 10. Методические и правовые основы стандартизации**

#### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 ПОВЕРКА ШТАНГЕНЦИРКУЛЯ**

Цель работы: изучение методики и техники определения погрешности показаний штангенциркуля

Принадлежности: штангенциркуль, набор концевых мер, металлическая линейка.


Результатами выполнения работы являются навыки проведения поверки штангенциркуля, умение работать и находить поверочные схемы приборов.

### **8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ**


Данный вид работы не предусмотрен УП.

#### **9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ**

1. Понятие метрологии как науки. Основные понятия, которыми оперирует метрология.
2. Составляющие науки метрологии.
3. Нефизические и физические величины. Понятие физической величины.
4. Классификация физических величин.
5. Размер и размерность физической величины. Истинное и действительное значение. Основная и производная физическая величина.
6. Системы физических величин
7. Шкалы физических величин
8. Единицы физических величин: системные и внесистемные, основные и производные, когерентные, кратные и дольные.
9. Система СИ. Определение основных единиц системы СИ.
10. Понятие измерения. Основное уравнение измерений.
11. Виды измерений. Классификация измерений.
12. Принцип измерений. Методы прямых измерений.
13. Погрешность результата измерений. Модели объекта и погрешности измерений. Источники погрешности измерений.
14. Классификация погрешности измерений
15. Грубая погрешность. Критерии выявления грубой погрешности.
16. Систематическая погрешность.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

17. Виды систематической погрешности: субъективная, методическая и инструментальная.
18. Приемы проведения измерений, исключаяющие систематическую погрешность: сравнение с образцом, способ замещения.
19. Приемы проведения измерений, исключаяющие систематическую погрешность. Границы неисключенной систематической погрешности
20. Систематическая и случайная погрешности измерений. Методика выявления характера погрешности.
21. Понятие случайной погрешности.
22. Свойства распределения случайной погрешности. Среднее значение, среднеквадратичное отклонение, дисперсия.
23. Доверительный интервал. Доверительная вероятность.
24. Обработка результатов прямых измерений с многократными наблюдениями.
25. Обработка результатов неравноточных измерений.
26. Обработка результатов однократных измерений.
27. Обработка результатов косвенных измерений.
28. Запись погрешности и правила округления
29. Суммирование погрешностей
30. Средства измерений. Классификация средств измерений
31. Метрологические характеристики средств измерений
32. Погрешности средств измерений
33. Нормирование погрешности средств измерений
34. Класс точности средства измерений
35. Метрологическая надежность средств измерений
36. Погрешность цифровых измерительных приборов
37. Понятие стандартизации. Цели и задачи стандартизации в РФ. Объекты и субъекты стандартизации
38. Уровни и подуровни стандартизации. Функции, права и обязанности субъектов национальной стандартизации разных уровней.
39. Правовые основы стандартизации (закон РФ «О стандартизации»)
40. нормативные документы: понятие, виды
41. Государственная система стандартизации: понятие, объекты, структура
42. Межгосударственная система стандартизации: понятие, объекты, структура, назначение.
43. Межотраслевые системы стандартизации: виды, назначение.
44. Категории и виды стандартов. Классификационные признаки.
45. Порядок разработки, принятия и применения стандартов различных категорий. Требования к структуре, изложению, оформлению и содержанию стандартов различных категорий.
46. Технические условия: определение, назначение, порядок разработки, принятия, учета и применения
47. Стандарты на системы управления качеством продукции.
48. Стандарты на системы обеспечения качества окружающей среды
49. Научные и организационные принципы стандартизации
50. Методы стандартизации, их характеристика, взаимосвязь с принципами
51. Международное сотрудничество в области стандартизации. Ведущие международные организации
52. Региональные организации по сертификации: ЕОК, СЕН, СЕНЕЛЭК.
53. Понятие соответствия и сертификации. Основные понятия сертификации.
54. Цели, задачи и принципы сертификации

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		


55. Объекты и субъекты сертификации
56. Обязательная и добровольная сертификация
57. Правовые основы сертификации
58. Основные принципы сертификации
59. Правила проведения сертификации в РФ.
60. Формы и схемы сертификации продукции
61. Системы обязательной и добровольной сертификации
62. Органы по сертификации: испытательные лаборатории, институт экспертов-аудиторов.
63. Сертификаты и знаки соответствия
64. Правила оформления сертификатов соответствия
65. Сертификация продукции и услуг
66. Сертификация производств и систем управления качеством.
67. ФЗ «О техническом регулировании». Сфера применения, основные параметры.

## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ


Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019г.).

Форма обучения очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
1. Метрология как наука об измерениях (основные понятия). Законодательная база метрологии в РФ	Проработка учебного материала, изучение ФЗ N 102 от 26.06.2008 г «Об обеспечении единства измерений»	2	опрос
2. Понятие физической величины в метрологии	Проработка учебного материала, подготовка доклада по темам практического задания к теме 2	2	Заслушивание доклада и его обсуждение
3. Системы физических величин и их единиц	Проработка учебного материала, решение задач из Метрология: методические указания к выполнению лабораторных работ/Амброзевич А.С., Учебное пособие, Ульяновск: Издательство Ульяновского государственного университета, 2017, 85 с., тема 1 №2, 4, 6	2	Проверка домашнего задания
4. Измерение – основа метрологической деятельности	Выполняется расчетно-графическая работа №3 «Характеристика распределения случайной величины» (Учебно-	2	Проверка расчетной работы

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

	<b>методическое пособие Булярского С.В., Амброзевича А.С., Вострецова Д.Я., Вострецовой Л.Н., Шалина А.С. «Метрология»)</b>		
5. Погрешности измерений	Выполняется расчетно-графическая работа №1 «Характеристика распределения случайной величины» (Учебно-методическое пособие Булярского С.В., Амброзевича А.С., Вострецова Д.Я., Вострецовой Л.Н., Шалина А.С. «Метрология»)	4	Проверка расчетной работы
6. Математическое описание случайных погрешностей	Выполняется расчетно-графическая работа №2 «Характеристика распределения случайной величины» (Учебно-методическое пособие Булярского С.В., Амброзевича А.С., Вострецова Д.Я., Вострецовой Л.Н., Шалина А.С. «Метрология»)	4	Проверка расчетной работы
7. Методы обработки результатов измерений	Выполняется расчетно-графическая работа №4. 5 «Характеристика распределения случайной величины» (Учебно-методическое пособие Булярского С.В., Амброзевича А.С., Вострецова Д.Я., Вострецовой Л.Н., Шалина А.С. «Метрология»)	4	Проверка расчетной работы
8. Средства измерений. Метрологические характеристики средств измерений.	Выполняется расчетно-графическая работа №6, 7 «Характеристика распределения случайной величины» (Учебно-методическое пособие Булярского С.В., Амброзевича А.С., Вострецова Д.Я., Вострецовой Л.Н., Шалина А.С. «Метрология»)	4	Проверка расчетной работы
9. Обеспечение единства измерений. государственный метрологический контроль	Изучение механизмов обеспечения единства измерений, их применения в производственной и бытовой деятельности	4	опрос
10. Методические и правовые основы стандартизации	Выполняется практическая работа №1 Метрология: методические указания к выполнению лабораторных работ/Амброзевич А.С., Учебное пособие, Ульяновск: Издательство Ульяновского государственного университета, 2017, 85 с.,	4	Проверка практической работы
11. Системы стандартизации	Выполняется практическая работа №2 Метрология: методические указания к выполнению лабораторных работ/Амброзевич А.С., Учебное пособие, Ульяновск: Издательство Ульяновского государственного университета, 2017, 85 с.	2	Проверка практической работы
12. Научно-	Выполняется практическая работа №3	2	Проверка

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		


технические принципы и методы стандартизации	Метрология: методические указания к выполнению лабораторных работ/Амброзевич А.С., Учебное пособие, Ульяновск: Издательство Ульяновского государственного университета, 2017, 85 с., тема 1 №2, 4, 6		практической работы
13. Введение в сертификацию	Проработка учебного материала, изучение ФЗ №184 «О техническом регулировании»	2	опрос
14. Нормативно-методическое обеспечение сертификации	Проработка учебного материала, изучение ГОСТ Р 51740-2001. Технические условия на пищевые продукты. Общие требования к разработке и оформлению.	2	опрос
15. Деятельность органов по сертификации и испытательных лабораторий	Проработка учебного материала, изучение ФЗ №412 "Об аккредитации в национальной системе аккредитации" от 28.12.2013	2	опрос
16. Применение сертификации	Проработка учебного материала, изучение ГОСТ Р 57120-2016. Национальный стандарт Российской Федерации. Оценка соответствия. Применение схемы сертификации, основанной на анализе технической документации, в целях подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов Таможенного союза" (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 06.10.2016 N 1321-ст)	2	опрос

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### ОСНОВНАЯ

1. Жуков, В. К. Метрология. Теория измерений : учебное пособие для вузов / В. К. Жуков. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03865-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490336>
2. Метрология. Теория измерений : учебник для вузов / В. А. Мещеряков, Е. А. Бадеева, Е. В. Шалобаев ; под общей редакцией Т. И. Мурашкиной. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 167 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07295-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490977>
3. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация в 3 ч. Часть 2. Стандартизация : учебник для вузов / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 481 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01929-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490716>  
Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация в 3 ч. Часть 3. Сертификация : учебник для вузов / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 132 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

08499-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490717>

**дополнительная:**

1. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть 1. Метрология : учебник и практикум для вузов / А. Г. Сергеев. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 324 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03643-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490836>
2. Райкова, Е. Ю. Стандартизация, подтверждение соответствия, метрология : учебник и практикум для вузов / Е. Ю. Райкова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 382 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14247-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489105>
3. Атрошенко, Ю. К. Метрология, стандартизация и сертификация. Сборник лабораторных и практических работ : учебное пособие для вузов / Ю. К. Атрошенко, Е. В. Кравченко. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 176 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01312-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490389>

**учебно-методическая:**

1. Вострецова Л. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для всех направлений бакалавриата и специалитета / Л. Н. Вострецова; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2022. - 81 с. - Неопубликованный ресурс. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/13087>
2. Вострецова Л. Н. Метрология : методические указания к выполнению расчетно-графических работ для студентов инженерных специальностей высших учебных заведений / Л. Н. Вострецова; УлГУ, ИФФВТ, Каф. инж. физики. - Ульяновск : УлГУ, 2019. — URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/6489>
3. Метрология : метод. указания к выполнению лабор. работ / А. С. Амброзевич, А. В. Иго, Л. Н. Вострецова, Д. А. Богданова; УлГУ, ИФФВТ, Каф. инж. физики. - Ульяновск : УлГУ, 2017. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/936>
4. Метрология : методические указания к выполнению лабораторных работ / А. С. Амброзевич, А. В. Иго, Л. Н. Вострецова, Д. А. Богданова; УлГУ, ИФФВТ, Каф. инж. физики. - 2-е изд. - Ульяновск : УлГУ, 2018. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/1367>

**Согласовано:**

Вед. специалист ООП НБ УлГУ Чамеева А.Ф.  / 16.09.2023г.


**в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

**1. Электронно-библиотечные системы:**

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2023]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru>. — Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство «ЮРАЙТ». — Москва, [2023]. - URL:



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

<https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Политехресурс». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО «Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». – Томск, [2023]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС «Лань». – Санкт-Петербург, [2023]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС **Znanium.com** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». – Москва, [2023]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2023].

### **3. Базы данных периодических изданий:**

3.1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2023]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.2. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД «Гребенников». – Москва, [2023]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.


**4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»** : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2023]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

**5. Российское образование** : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

**6. Электронная библиотечная система УлГУ** : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

Инженер ведущий / Щуренко Ю.В. /  / 16.05.2023  
Должность сотрудника УИГТ ФИО подпись дата

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Для проведения лабораторных работ используется следующее оборудование:

- Лабораторный комплекс «Методы измерения линейных величин» МСИ – 1
- Набор концевых мер
- Штангенциркуль
- Штангенглубиномер
- Микрометр
- Глубиномер индикаторного типа
- Поверочная плита (2 шт.)
- Индикатор часового типа (2 шт.)
- Угломер-транспортир
- Синусная линейка

## 13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик



подпись

доцент кафедры ИФ, к.ф.-м.н. Вострецова Л.Н.

должность

ФИО