

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 11 » апреля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Метрология, стандартизация и сертификация  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** специалитет  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 10.05.03 Информационная безопасность  
автоматизированных систем  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Безопасность открытых информационных систем (СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование комплекса знаний, умений и навыков в области измерений, применения средств измерений и обработки результатов измерений

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Классификация измерений и погрешностей, методы уменьшения влияния погрешностей, виды средств измерения и их метрологические характеристики, приборы измерения электрических величин, измерительные преобразователи неэлектрических величин, формы и методы стандартизации и сертификации

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-9	ИД-1ОПК-9	Знает теоретические основы метрологии и теории погрешностей; причины возникновения и методы уменьшения погрешностей; методы обработки результатов измерений; принцип действия, структурные схемы и особенности применения измерительных приборов электрических величин и измерительных преобразователей; цели, задачи стандартизации и сертификации и методы их осуществления	Знает основные характеристики сигналов электросвязи, спектры и виды модуляции; способы кодирования информации; основные задачи и понятия криптографии; модели шифров и математические методы их исследования; технические средства защиты информации	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-9	ИД-2ОПК-9	Умеет выбирать и использовать технические средства измерений физических величин и параметров сигналов исходя из требований измерительной задачи, выделять и исключать систематические погрешности измерений применять методы обработки результатов измерений с целью уменьшения влияния случайных погрешностей	Умеет анализировать основные характеристики и возможности телекоммуникационных систем; применять математические методы исследования моделей шифров; использовать типовые криптографические алгоритмы и технические средства защиты информации;	Отчёт по практическом у занятию
ОПК-9	ИД-3ОПК-9	Владеет навыками практического использования различных средств измерения физических величин, методами определения погрешностей прямых, косвенных и совместных измерений	Владеет методами и средствами технической защиты информации	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

#### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
6-й семестр				
Основы метрологии	6	0	10	16
Введение. Задачи метрологии. Основные понятия Виды и методы измерений Средства измерений. Классификация погрешностей Характеристики систематических и случайных погрешностей измерений Обработка результатов измерений				
Измерение электрических величин	6	12	4	18
Параметры электрических величин Средства измерений напряжения и тока Цифровые вольтметры Электронно-лучевой осциллограф Измерение частоты и интервалов времени Измерение фазового сдвига. Анализ спектра сигналов. Измерение параметров электрических цепей Измерение параметров сигналов в системах связи. Измерение параметров линий связи				
Измерение неэлектрических величин	4	4	2	16
Параметрические измерительные преобразователи. Генераторные, частотные и цифровые датчики. Измерение температуры Измерение давления и геометрических размеров. Автоматизация измерений				
Основы стандартизации и сертификации	0	0	2	4
Стандартизация. Основные системы стандартов. Основы сертификации продукции.				
<b>ИТОГО по 6-му семестру</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>54</b>
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>54</b>

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Определение систематических погрешностей измерений и поправок
2	Классы точности средств измерений
3	Прямые измерения с однократными наблюдениями
4	Обработка результатов измерений с многократными наблюдениями
5	Оценка погрешностей косвенных измерений

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
6	Обработка результатов совместных измерений
7	Измерение электрического напряжения и тока
8	Расчет параметров измерительных преобразователей
9	Стандартизация и сертификация

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование сигналов при помощи осциллографа
2	Измерение частоты и фазового сдвига
3	Измерение параметров цепей (R, L, C)
4	Исследование измерительных преобразователей
5	Обнаружение неоднородностей в линиях связи

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / М. С. Волковой [и др.]. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	163
2	Сергеев А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - Москва: Юрайт, 2011.	25
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Атамаян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин : учебное пособие для вузов / Э.Г.Атамаян. - Москва: Дрофа, 2005.	116
2	Дворяшин Б.В. Метрология и радиоизмерения : учебное пособие для вузов / Б.В.Дворяшин. - М.: Academia, 2005.	38
3	Раннев Г. Г. Методы и средства измерений : учебник для вузов / Г. Г. Раннев, А. П. Тарасенко. - Москва: Академия, 2010.	3
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Волковой М.С., Суханов Е.Е., Хижняков Ю.Н., Южаков А.А. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие, Перм. гос. техн. у-нт. Пермь, 2008, 344 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=463">https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=463</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
База данных компании EBSCO	<a href="https://www.ebsco.com/">https://www.ebsco.com/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Генератор GFG-8217A	12
Лабораторная работа	Мультиметр GDM-8245	6

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Осциллограф GOS-620	6
Лабораторная работа	Рефлектометр P5-13	6
Лабораторная работа	Стенд учебный ИПДРТ-01 «Измерительные приборы давления, расхода, температуры»	1
Лабораторная работа	Типовой комплект учебного оборудования «Электрические измерения»	1
Лабораторная работа	Типовой комплект учебного оборудования «Электрические измерения»	1
Лабораторная работа	Учебно-лабораторный стенд «Датчики технологических параметров»	1
Лабораторная работа	Частотомер GFC-8010H	6
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Проектор	1

## 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Метрология, стандартизация и сертификация»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

## 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (6-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВЫ)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1</b> знать теоретические основы функционирования измерительных и управляющих средств и комплексов		ТО1		Т/КР		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> уметь выполнять наладку измерительных и управляющих средств и комплексов			ОЛР1 ОЛР2	КР		
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> владеть навыками оценки результатов работы измерительных и управляющих средств и комплексов			ОЛР3 ОЛР4	КР		ПЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа, курсовая работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины) и индивидуальных заданий по темам практических занятий (после изучения всех модулей учебной дисциплины).

Всего запланировано 4 лабораторные работы. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Темы практических занятий приведены в РПД. Индивидуальные задания включают практические расчеты, связанные с оценкой погрешностей измерений для различных условий и видов измерений.

Защита индивидуальных заданий проводится каждым студентом путем собеседования по расчетной части и представления выводов по полученным результатам. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний и практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Метрология как наука об измерениях. Физические величины и объекты измерений.
2. Единицы измерений. Методы и средства обеспечения единства и точности измерений.
3. Прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения.
4. Классификация методов измерений физических величин.
5. Классификация средств измерений.
6. Метрологические характеристики средств измерений.
7. Истинное и действительное значение физической величины. Численное представление погрешностей измерения.
8. Систематические и случайные погрешности измерений.
9. Аддитивные и мультипликативные погрешности.
10. Статические и динамические погрешности измерений.
11. Классы точности средств измерений. Оценка основной погрешности.
12. Законы распределения погрешностей. Доверительные границы погрешностей.
13. Обработка результатов прямых измерений с многократными наблюдениями.
14. Обработка результатов прямых однократных измерений.
15. Обработка результатов косвенных измерений.
16. Обработка результатов совместных измерений.
17. Методы уменьшения систематических погрешностей измерения.

18. Параметры напряжения и тока: амплитудные, среднеквадратические, средние значения.
19. Магнитоэлектрические, электромагнитные и электродинамические приборы измерения электрических величин.
20. Термоэлектрические и выпрямительные амперметры и вольтметры.
21. Аналоговые электронные вольтметры. Амплитудные вольтметры.
22. Дискретизация и квантование измерительного сигнала. Погрешности цифровых измерительных приборов.
23. Цифровой частотно-импульсный вольтметр с интегрированием.
24. Цифровой вольтметр с двойным интегрированием.
25. Цифровой времяимпульсный вольтметр с ГЛИН.
26. Цифровой вольтметр поразрядного уравнивания.
27. Электронно-лучевой осциллограф. Измерение напряжений и временных интервалов с помощью осциллографа.
28. Измерение частоты: осциллографический, генераторный и резонансный методы.
29. Измерение фазового сдвига с помощью электронно-лучевого осциллографа.
30. Аналоговый и цифровой фазометры. Анализ спектра сигналов.
31. Измерение уровней сигналов. Измерение затуханий.
32. Измерение сопротивлений. Омметры. Мосты постоянного тока.
33. Мост переменного тока. Измерение ёмкости и индуктивности.
34. Тензометрические датчики измерений давлений и деформаций.
35. Параметрические измерительные преобразователи: резистивные, индуктивные, ёмкостные.
36. Индукционные, пьезоэлектрические и магнитомодуляционные преобразователи.
37. Измерение углов поворота и частоты вращения. Вращающиеся трансформаторы. Энкодеры. Тахогенераторы.
38. Измерение температуры. Термосопротивления. Термопары, компенсация температуры холодного спая.
39. Измерение давления и разрежения. Типы манометров.
40. Измерение расхода жидкостей и газов. Типы расходомеров.
41. Цели и задачи стандартизации. Формы стандартизации.
42. Основные системы стандартов. Органы и службы стандартизации.
43. Цели и задачи сертификации. Виды сертификации продукции и услуг.
44. Организация и проведение испытаний и сертификации продукции.

**Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Оценка абсолютной и относительной погрешности прямого измерения на основании класса точности средства измерений.
2. Оценка погрешности прямого измерения в случае нормирования аддитивной и мультипликативной составляющей погрешности средства измерения.
3. Определение среднеквадратического отклонения и оценка доверительной вероятности случайной погрешности измерения с многократными наблюдениями.

4. Оценка погрешности косвенного измерения на основе известных погрешностей результатов прямых измерений аргументов функциональной зависимости.

5. Определение параметров напряжения (тока) по показаниям средств измерений с известными типами преобразования.

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.