

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: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

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

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах
(код и наименование направления)

Направленность: Управление в технических системах (общий профиль, 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-10	ИД-1опк-10	Знает действующие стандарты для разработки технической документации в области обработки результатов измерений при обслуживании систем контроля, автоматизации и управления	Знает действующие стандарты для разработки технической документации по регламентному обслуживанию систем и средств контроля, автоматизации и управления.	Экзамен
ОПК-10	ИД-2опк-10	Умеет осуществлять разработку технической документации с учетом выбора технических средств измерений физических величин и параметров сигналов для регламентного обслуживания систем и средств контроля, автоматизации и управления	Умеет осуществлять разработку технической документацию для регламентного обслуживания систем и средств контроля, автоматизации и управления.	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-10	ИД-3опк-10	Владеет навыками разработки технической документации с целью практического использования различных средств измерения физических величин для регламентного обслуживания систем и средств контроля, автоматизации и управления	Владеет навыками разработки технической документацию для регламентного обслуживания систем и средств контроля, автоматизации и управления в рамках должностных обязанностей.	Защита лабораторной работы
ОПК-4	ИД-1опк-4	Знает типовые критерии эффективности применения измерительных приборов электрических величин и измерительных преобразователей в системах управления, оценки погрешностей измерений, методы их уменьшения.	Знает типовые критерии оценки эффективности полученных результатов разработки систем управления.	Экзамен
ОПК-4	ИД-2опк-4	Умеет применять типовые критерии оценки систематических и случайных погрешностей измерений	Умеет применять типовые критерии оценки эффективности полученных результатов разработки систем управления.	Отчёт по практическому занятию
ОПК-4	ИД-3опк-4	Владеет навыками определения критериев оценки погрешностей прямых, косвенных и совместных измерений в системах управления и контроля.	Владеет навыками определения критериев оценки эффективности полученных результатов разработки систем управления.	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				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
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.				
ИТОГО по 6-му семестру	16	16	18	54
ИТОГО по дисциплине	16	16	18	54

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
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
1. Основная литература		
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
2. Дополнительная литература		

2.1. Учебные и научные издания		
1	Атамалян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин : учебное пособие для вузов / Э.Г.Атамалян. - 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
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	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.	https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=463	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

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

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
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
Усвоенные знания						
З.1 знать теоретические основы функционирования измерительных и управляющих средств и комплексов		ТО1		Т/КР		ТВ
Освоенные умения						
У.1 уметь выполнять наладку измерительных и управляющих средств и комплексов			ОЛР1 ОЛР2	КР		
Приобретенные владения						
В.1 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 бланочного 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.