

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор обеспечивающей Инженерной
школы

Информационных технологий и
робототехники

Д.М. Сонькин Д.М. Сонькин

«26» 06 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИЕМ 2020 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Теория измерений и метрология

Направление подготовки/ специальность	27.04.01 «Стандартизация и метрология»	
Образовательная программа (профиль)	Метрологический анализ и экспертиза технических систем	
Уровень образования	высшее образование – магистратура	
Специализация	Метрологический анализ и экспертиза технических систем	
Курс	1	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8
	Практические занятия	32
	Лабораторные занятия	40
	ВСЕГО	80
Самостоятельная работа, ч		136
в т.ч отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		Курсовая работа
ИТОГО, ч		216

Вид промежуточной
аттестации

Экзамен, ДЗ, КР

Обеспечивающее
подразделение

Отделение
автоматизации и
робототехники

Руководитель
отделения
Руководитель ООП
Преподаватель

А.А.Филипас

С.В. Муравьев

С.В. Муравьев

2020 г

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-1	Способен к разработке и практической реализации систем стандартизации, сертификации и обеспечения единства измерений	ПК(У)-1.B1	Владеет опытом разработки и практической реализации систем обеспечения единства измерений
		ПК(У)-1.U1	Умеет разрабатывать и практически реализовывать системы обеспечения единства измерений на предприятии
		ПК(У)-1.31	Знает методы разработки и практической реализации систем обеспечения единства измерений
		ПК(У)- 1.B2	Владеет навыками обоснованного выбора средств измерений для обеспечения единства измерений
		ПК(У)- 1.U2	Умеет работать с технической документацией для выбора подходящего метрологического обеспечения измерений
ПК(У)-4	Способен обеспечить выполнение заданий по разработке новых, пересмотру и гармонизации действующих технических регламентов, стандартов и других документов по техническому регулированию, стандартизации, сертификации, метрологическому обеспечению и управлению качеством	ПК(У)-4.B1	Владеет навыками метрологического анализа технических решений и разработки нормативно-технических документов в различных областях профессиональной деятельности
		ПК(У)-4.U1	Умеет разрабатывать, пересматривать (актуализировать) и гармонизировать нормативно-техническую документацию
		ПК(У)-4.32	Знает требования, необходимые для разработки нормативно-технической документации

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД1	Применять знания разработки и практической реализации систем обеспечения единства измерений и технического контроля на предприятии	ПК(У)-1
РД2	Выполнять анализ состояния и динамики метрологического и нормативного обеспечения производства, производить оценку качества измерений, контроля и испытаний	ПК(У)-1
РД3	Выполнять задания по разработке новых, пересмотру и гармонизации действующих технических регламентов, стандартов и других документов по метрологическому обеспечению	ПК(У)-4
РД4	Владеть метрологическим анализом технических решений и производственных процессов	ПК(У)-4
РД5	Выполнять исследования вариантов решения проблем обеспечения единства измерений, анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождению компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности	ПК(У)-4

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Множества, отношения, отображения	РД1	Лекции	4
	РД2	Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	18
Раздел 2. Величины	РД1	Практические занятия	6
	РД2	Самостоятельная работа	18
Раздел 3. Измерительные шкалы	РД1	Практические занятия	6
	РД2	Самостоятельная работа	18
Раздел 4. Погрешности и неопределенности измерений	РД3	Лекции	4
	РД4	Практические занятия	4
	РД5	Лабораторные занятия	12
		Самостоятельная работа	58
Раздел 5. Средства измерений	РД3	Практические занятия	6
	РД4	Лабораторные занятия	12
	РД5	Самостоятельная работа	26
Раздел 6. Обработка результатов измерений	РД3	Практические занятия	6
	РД4	Лабораторные занятия	16
	РД5	Самостоятельная работа	56

Раздел 1. Множества, отношения, отображения

Темы лекций:

1. Множества. Операции над множествами. Комбинаторные конфигурации и числа. Размещения, перестановки, сочетания. Множество всех подмножеств.
2. Разбиения. Число разбиений множества. Декартово произведение множеств. Бинарные отношения. Число бинарных отношений. Представления отношений.

Темы практических занятий:

1. Операции над отношениями. Основные свойства бинарных отношений. Отношения эквивалентности. Связь эквивалентности и разбиения множества. Отношения порядка. Диаграммы Хассе.
2. Соответствия. Отображения. Представления отображений. Классы отображений. Монотонные отображения.

Раздел 2. Величины

Темы практических занятий:

3. Понятие величины. Эмпирическая и числовая системы. Объект и его свойства. Аксиомы физической величины. Виды величин. Определение и проблемы измерения. Уравнение измерения.
4. Размерность физической величины и ее свойства. Степенной характер формулы размерности. Метод (анализ) размерностей. Структура функциональных связей между величинами. Примеры.
5. Число основных единиц. Системы единиц. Международная система единиц СИ. Принципы формирования системы единиц. Единство измерений. Эталоны единиц физических величин

Раздел 3. Измерительные шкалы

Темы практических занятий:

6. Понятие шкалы. Основные типы шкал. Сравнительная характеристика шкал.
7. Шкалы и адекватность математических операций. Инвариантность допустимых преобразований шкалы.
8. Стандартизованные практические шкалы. Шкалы времени и частоты. Шкалы пространственных свойств. Акустические шкалы. Физико-химические шкалы. Шкалы измерения цвета. Температурные шкалы.

Раздел 4. Погрешности и неопределенности измерений

Темы лекций:

3. Классификация измерений.
4. Понятие погрешности результата измерения. Составляющие и источники погрешности. Понятие неопределенности.

Темы практических занятий:

9. Точечные оценки погрешности измерения. Свойства (состоятельность, несмещенность и эффективность) точечных оценок.
10. Интервальные оценки погрешности измерения. Грубая погрешность и методы ее устранения.

Названия лабораторных работ:

1. Классификация измерений.
2. Измерение механических величин на примере штангенциркуля и микрометра.
3. Измерение электрических величин на примере мультиметра.

Раздел 5. Средства измерений

Темы практических занятий:

11. Средство измерений (СИ) и его метрологические характеристики.
12. Характеристики инструментальной погрешности СИ. Классы точности.
13. Принципы нормирования МХ СИ. Регулировка и градуировка СИ. Устранение систематических погрешностей СИ.

Названия лабораторных работ:

4. Исследование динамических характеристик средств измерений
5. Исследование нормируемых метрологических характеристик средств измерений в соответствии с ГОСТ 8.009.
6. Метрологический контроль и надзор. Метрологическая экспертиза.

Раздел 6. Обработка результатов измерений

Темы практических занятий:

14. Введение поправок в результаты измерений. Порядок обработки прямых многократных измерений. Построение гистограммы эмпирического распределения результатов многократных наблюдений. Проверка гипотезы о нормальности распределения результатов наблюдения
15. Порядок обработки прямых однократных измерений. Практические правила расчета результирующей погрешности.
16. Обработка косвенных измерений. Упрощенный расчет погрешности косвенных измерений. Рекомендации Руководства по выражению неопределенности измерения.

Названия лабораторных работ:

7. Выбор СИ и рабочих эталонов для проведения калибровки.
8. Разработка методики калибровки СИ.
9. Построение калибровочной зависимости.
10. Поверочная схема. Поверка и калибровка. Методики поверки.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса
- Выполнение домашних заданий
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме
- Подготовка к контрольной работе, экзамену.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Сергеев, А.Г. Метрология: история, современность, перспективы: учебное пособие для вузов / А.Г. Сергеев. – 2-е изд. – Москва: Логос, 2011. – 384 с.: ил. – Текст: непосредственный.

2. Шишкин, И.Ф. Теоретическая метрология: учебник для вузов: / И. Ф. Шишкин. – 4-е изд. – Санкт-Петербург: Питер, 2010-2012. – Ч. 1: Общая теория измерений. – 2010. – 192 с.: ил. – Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM3), JCGM 200:2012, (Международный словарь основных и общих терминов по метрологии. 3-е издание, 2012). – URL: https://www.bipm.org/utls/common/documents/jcgm/JCGM_200_2012.pdf (дата обращения: 04.05.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

2. РМГ 29-2013 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения: приняты Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14 ноября 2013 г. N 44). – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200115154> (дата обращения: 04.05.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Международная палата по мерам и весам – www.bipm.org
2. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (РОССТАНДАРТ) – www.gost.ru
3. Национальный институт стандартов и технологий (США) – www.nist.gov
4. Национальная физическая лаборатория (Великобритания) – www.npl.co.uk

Информационно-справочные системы:

1. Информационно-справочная система Кодекс – <http://kodeks.lib.tpu.ru/>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**): Adobe Acrobat Reader DC, Google Chrome, Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic, WinDjView, 7-Zip, Cisco Webex Meetings, Zoom Zoom, 7-Zip

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория): 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, учебный корпус 10, учебная аудитория 206	Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 2 шт.; Стол лабораторный - 6 шт.; Цифровой мультиметр АКТАКОМ АМ-1097 - 1 шт.; Генератор Г 3-111 - 1 шт.; Блок питания Б 5-47 - 1 шт.; Мультиметр цифровой MASTECH MY68 - 5 шт.; Вольтметр В 3-33 - 1 шт.; Селект вольтметр MVSA - 1 шт.; Осциллограф С 8-17 - 2 шт.; Аналог. источник питания с цифр. индикацией АКТАКОМ - 5 шт.; Прибор WM8-2A - 1 шт.; Вольтметр В 7-22А - 1 шт.; Источник питания Б5-47 - 6 шт.; Источник питания Б 5-49 - 1 шт.; Усилитель У 5-9 - 3 шт.; Вольтметр Ф 5053 - 1 шт.; Вольтметр ВМС-2А - 1 шт.; Генератор сигналов актаком AWG-4110 - 4 шт.; Мера сопротивления 3045 - 1 шт.; Мультиметр стрелочный - 5 шт.; Источник питания Б 5-48 - 1 шт.; Измеритель С 6-11 - 1 шт.; Вольтметр В 3-49 - 2 шт.; Генератор Г 3-118 - 1 шт.; Дефектоскоп ПМД-70 - 1 шт.; Вольтметр В 7-46/1 - 1 шт.; Вольтметр В 7-30 - 1 шт.; Измерительная установка - 1 шт.; Ваттметр-счетчик ЦЭ7008 - 1 шт.; Вольтметр В 3-57 - 2 шт.; Источник питания Б5-46 - 3 шт.; Генератор сигналов актаком AWG-4105 - 3 шт.; Гигрометр Волна - 1 шт.; Измеритель расстояния MEET MS-98 - 7 шт.; Вольтметр универсальный профкип В7-38М - 8 шт.; Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, учебный корпус 10, учебная аудитория 220	Комплект учебной мебели на 56 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 27.04.01 «Стандартизация и метрология» / Метрологический анализ и экспертиза технических систем (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ученая степень, ученое звание	ФИО
Профессор ОАР	д.т.н., профессор	С.В. Муравьев

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения автоматизации и робототехники (протокол № 3а от « 25 » 06 2020 г.).

Руководитель выпускающего отделения
к.т.н, доцент

 /А.А. Филипас/

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения (протокол)