

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
«26» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Физические основы измерений и эталоны

Направление подготовки/специальность	27.04.01 Стандартизация и метрология		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Метрологический анализ и экспертиза технических систем		
Специализация	Метрологический анализ и экспертиза технических систем		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		60	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	зачет	Обеспечивающее подразделение	ОАР
------------------------------	--------------	------------------------------	------------

Заведующий кафедрой - руководитель отделения	к.т.н., доцент	А.А. Филипас
Руководитель ООП	д.т.н., профессор	С.В. Муравьев
Преподаватель	к.ф.-м.н., доцент	В.Ю. Казаков

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
ОПК(У)-4	Способен анализировать полученные результаты измерений на основе их физической природы и принимать обоснованные решения в области профессиональной деятельности	ОПК(У)-4.В1	Владеет навыками работы с измерительным оборудованием, проведения необходимых расчетов метрологических характеристик средств измерений и обработкой полученных результатов
		ОПК(У)-4.У1	Умеет работать с различными по своей природе средствами измерений
		ОПК(У)-4.31	Знает физическое содержание процесса измерений, физические законы, лежащие в основе средств измерений и эталонов

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой 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	
РД-1	Знать физическое содержание процесса измерений, физические законы, лежащие в основе измерительных преобразований; знать базовые понятия метрологии, связанные с процессом измерений; знать основы обеспечения единства измерений; знать принципы построения системы единиц физических величин; знать состав, структуру и принципы работы эталонов основных единиц системы СИ.	ОПК(У)-4
РД-2	Владеть навыками проведения расчетов метрологических характеристик измерительных преобразователей, владеть навыками анализа структуры измерительного тракта приборов и измерительных систем.	ОПК(У)-4
РД-3	Уметь работать с источниками питания, генераторами, осциллографами и другими приборами; уметь проводить градуировку измерительных преобразователей, определять их чувствительность; уметь проводить измерения с помощью термопары, датчика Холла, оптопары и других измерительных преобразователей.	ОПК(У)-4
РД-4	Владеть навыками работы с измерительными приборами и измерительными преобразователями; владеть навыками обработки данных измерений, построения графиков;	ОПК(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 (модуль) 1. Базовые понятия метрологии	РД-1	Лекции	8
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 2. Эталоны основных единиц физических величин системы SI	РД-1, РД-2	Лекции	-
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 3. Физические основы измерительных преобразователей	РД-3, РД-4	Лекции	-
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	24
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Базовые понятия метрологии

Введение, системы физических величин, измерение физических величин, средства измерений, понятие обеспечения единства измерений

Темы лекций:

1. **Введение.** Свойства физического объекта. Шкалы – наименований, порядка, интервалов, отношений.
2. **Системы единиц физических величин** Физическая величина. Единицы физических величин. Система физических величин. Система СИ (SI).
3. **Средства измерения.** Средство измерения. Измерительные приборы, системы, измерительные преобразователи, меры.
4. **Единство измерений.** Условия необходимые для обеспечения единства измерений. Эталон. Поверочная схема. Эталонная база России.

Темы практических занятий:

1. **Размерность физических величин.** Размерность физических величин. Перевод физических величин из одной системы единиц в другую.
2. **Измерение физических величин** Измерение физических величин. Блок-схема процесса измерения.

Раздел 2. Эталоны основных единиц физических величин системы SI

Эталон единицы времени. Эталон единицы длины. Единица массы в системе SI. Единица количества вещества в SI. Единица температуры в системе SI. Единица силы света в SI. Единица силы тока в системе SI.

Темы практических занятий:

1. **Измерение времени.** Эталон единицы времени. Единица времени в системе СИ, шкала времени, интервал, хранение времени. Структурная схема часов – осциллятор, интегратор, система отображения времени. Виды осцилляторов: механические, кварцевые, атомные. Цезиевый стандарт частоты. Структура государственного эталона времени РФ. Временные шкалы – международное атомное время (TAI), универсальное время (UT1).

2. **Измерение длины.** Эталон единицы длины. Единица длины в системе СИ, первоначальное определение метра. Средства измерения длины. Оптические методы измерения длины, интерферометры, лазеры (He-Ne). Структура государственного первичного эталона длины.
3. **Измерение массы и количества вещества.** Единица массы в системе СИ, понятие инертной и гравитационной массы. Государственный первичный эталон массы. Весы и взвешивание. Единица количества вещества в СИ. Измерение числа Авагадро.
4. **Измерение температуры.** Связь температуры с внутренней энергией тела. Понятие термодинамической шкалы температур. Тройная точка воды. Шкала Кельвина. Единица температуры в системе СИ. Классификация термометров по физическим принципам. Газовые термометры, термометры сопротивления, международная практическая шкала температур. Государственный первичный эталон температуры. Термоэлектрические преобразователи. Эффекты Зеебека, Пельтье. Принцип действия термопары
5. **Измерение фотометрических величин.** Кривая видимости человеческого глаза. Единица силы света в СИ. Связь между энергетическими и фотометрическими величинами. Состав и метрологические характеристики государственного эталона силы света
6. **Измерение электрических и магнитных величин.** Единица силы тока в системе СИ. Принцип действия токовых весов. Назначение, принцип действия нормального элемента Вестона. Стационарный эффект Джозефсона. Джозефсонский контакт как стандарт напряжения. Квантовый эффект Холла, как стандарт сопротивления. Состав и метрологические характеристики государственного эталона силы тока

Раздел 3. Физические основы измерительных преобразователей.

Темы лабораторных работ:

1. Изучение приборов и основ работы с ними: генератор сигналов, осциллограф, мультиметр, вольтметр.
2. Измерение малых перемещений с помощью индуктивного датчика.
3. Градуировка термопары.
4. Измерение тока с помощью токовых весов.
5. Измерение угловой скорости с помощью цифрового датчика Холла.
6. Измерение угловой скорости с помощью оптопары.
7. Использование аналогового датчика Холла для измерения величины магнитной индукции

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим (семинарским) занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Воробьева, Г. Н. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / Г. Н. Воробьева, И. В. Муравьева. — Москва : МИСИС, 2019. — 278 с. — ISBN 978-5-906953-60-

5. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129000>

2. Соломахо, В. Л. Нормирование точности и технические измерения: учебное пособие / В. Л. Соломахо, Б. В. Цитович, С. С. Соколовский. — Минск : Вышэйшая школа, 2015. — 367 с. — ISBN 978-985-06-2597-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75138>

3. Гольдштейн А.Е. Физические основы получения информации. Томский политехнический университет: Изд-во ТПУ, 2010 – 292 с.

Дополнительная литература:

1. МИ 2635-96. ГСИ. Шкалы измерений. Основные положения. Термины и определения. Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>

2. РМГ 29-2013. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>

3. ГОСТ 8.417-2002 ГСИ. Единицы величин. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003
Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>

4. ФЗ РФ. Об исчислении времени. Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>

6.2 Информационное и программное обеспечение:

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>

2. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>

Интернет ресурсы:

1. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии Росстандарт - www.gost.ru

2. ВНИИКИ Госстандарта России - Всероссийский научно-исследовательский институт классификации, терминологии и информации по стандартизации и качеству - <http://www.vniiki.ru/>

3. Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации - www.vniis.ru

4. Международная организация по стандартизации ИСО - <https://www.iso.org/ru/home.html>

Информационно-справочные системы:

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

Профессиональные Базы данных:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

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, MatLab (сетевой ресурс var.tpu.ru)

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 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, учебный корпус 10, учебная аудитория 208Б	Комплект учебной мебели на 11 посадочных мест; Шкаф для документов - 2 шт.; Компьютер - 11 шт.; Проектор - 1 шт.

2.	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 AM-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 - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	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 образовательной программы по направлению 27.04.01 Стандартизация и метрология, профиль подготовки «Метрологический анализ и экспертиза технических систем» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Ученая степень, ученое звание	ФИО
Доцент ИШИТР ОАР	к.ф.-м.н., с.н.с.	Казаков В.Ю.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделение автоматизации и робототехники (протокол от 25.06. 2020 г. № 3а).

Руководитель выпускающего отделения
к.т.н, доцент

 /А.А.Филипас/

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

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