

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШНКБ

Д.А. Седнев

«30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ПРИЕМ 2017 г.**

**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**Измерение неэлектрических величин**

Направление подготовки	12.03.01 Приборостроение		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Приборостроение		
Специализация	Информационно-измерительная техника и технологии		
Уровень образования	высшее образование – бакалавриат		
Курс	4	семестр	7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия		
	Лабораторные занятия	64	
	ВСЕГО	80	
Самостоятельная работа, ч		136	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		<b>курсовая работа</b>	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации

**Экзамен, диф. зачет (КР)**

Обеспечивающее подразделение

**ОКД**

Заведующий кафедрой -  
 руководитель отделения на  
 правах кафедры отделения  
 контроля и диагностики  
 Руководитель ООП  
 Преподаватель

	Суржиков А.П.
	Мойзес Б.Б.
	Фёдоров Е.М.

2020 г.

### 1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
			Код	Наименование
ПК(У)-5	Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях	Р7	ПК(У)-5.В1	Владеет навыками проектирования и конструирования в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов
			ПК(У)-5.У1	Умеет проектировать и конструировать в соответствии с техническим заданием типовые системы, приборы, детали и узлы
			ПК(У)-5.31	Знает основы проектирования и конструирования в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов
			ПК(У)-5.В2	Владеет опытом определения конструктивных особенностей разрабатываемых контрольно-измерительных приборов и систем
			ПК(У)-5.У2	Умеет определять условия и режимы эксплуатации разрабатываемых контрольно-измерительных приборов и систем
			ПК(У)-5.32	Знает возможные конструктивные особенности разрабатываемых контрольно-измерительных приборов и систем
ПК(У)-11	Способность к организации входного контроля материалов и комплектующих изделий	Р8	ПК(У)-11.В2	Владеет навыками практического применения средств измерений для проведения входного контроля
			ПК(У)-11.У2	Умеет разбираться в конструкциях приборов для проведения входного контроля
			ПК(У)-11.32	Знает физические явления, положенные в основу работы приборов для проведения входного контроля

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы (элективная дисциплина).

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД 1	Наличие знаний основ измерения неэлектрических величин. Назначение и классификация основных характеристик преобразователей, датчиков	ПК(У)-5
РД 2	Приобретение теоретических знаний в области физических основ, внутреннего устройства, типовых конструкций, практического применения преобразователей и датчиков для измерения неэлектрических величин.	ПК(У)-5 ПК(У)-11
РД 3	Способность самостоятельного применения полученных теоретических знаний на практике при практической реализации приборов и устройств, решающих задачи контроля неэлектрических величин.	ПК(У)-5

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. Введение в теорию измерения неэлектрических величин.	РД1,2	Лекции	1
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	8
Раздел 2. Интерфейсные электронные схемы измерительных преобразователей и датчиков.	РД1,2	Лекции	1
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	10
Раздел 3. Измерение тепловых величин.	РД2,3	Лекции	3
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	8
Раздел 4. Методы и средства измерения давления	РД2,3	Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	8
Раздел 5. Уровнеметрия.	РД2,3	Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	8
Раздел 6. Измерение световых величин.	РД2,3	Лекции	3
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10
Раздел 7. Расходометрия	РД2,3	Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	8
Раздел 8. Измерение параметров движения.	РД2,3	Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	8

#### Раздел 1. Введение в теорию измерения неэлектрических величин.

*Преобразователи, датчики: назначение, классификация и основные характеристики. Понятия датчика и преобразователя. Роль и виды датчиков в системе сбора данных. Понятие передаточной функции (функции преобразования). Виды, физический смысл. Диапазон выходных значений. Точность (погрешность). Классификация погрешностей по причинам возникновения. Разрешающая способность. Входной импеданс, напряжение смещения, ток смещения, ток утечки.*

**Тема лекций:** Введение в теорию измерения неэлектрических величин.

## **Раздел 2. Интерфейсные электронные схемы измерительных преобразователей и датчиков.**

*Операционные усилители – классификация, характерные признаки. Понятия коэффициента усиления и полосы пропускания (ОУ). Простейшие схемы включения (ОУ). Измерительный усилитель. Усилители заряда и тока: понятие, области применения, схемы реализации. Шумы в датчиках и интерфейсных схемах: виды и способы борьбы. Преобразователи напряжения в частоту (ПНЧ). Прямая дискретизация и обработка сигналов применение и реализация. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Мультиплексирование.*

**Тема лекций:** Интерфейсные электронные схемы измерительных преобразователей и датчиков.

## **Раздел 3. Измерение тепловых величин.**

*Резистивные температурные датчики – термосопротивления. Резистивные температурные датчики на основе полупроводников – термисторы. Термопары, эффект Зеебека. Полупроводниковые датчики температуры на основе р–п-перехода. Интегральные полупроводниковые датчики температуры. Измерение температуры пирометрическим методом. Измерение расхода тепловой энергии. Измерение теплопроводности.*

**Тема лекций:** Датчики температуры.

**Названия лабораторных работ:**

1. Исследование свойств тепловых измерительных преобразователей.
2. Исследование датчиков усилия.

## **Раздел 4. Методы и средства измерения давления**

*Виды измеряемых давлений: абсолютное, избыточное и дифференциальное. Преобразователи давления (сильфоны, мембраны и тонкие пластины). Тензорезистивные сенсоры и датчики давления. Кремниевые датчики давления на основе пьезорезистивного эффекта. Емкостные датчики давления. Датчики давления на основе пьезоэлектрического эффекта. Резонансный принцип измерения давления. Магнитные (индуктивные) датчики давления.*

**Тема лекций:** Методы и средства измерения давления.

**Названия лабораторных работ:**

3. Измерение динамических магнитных характеристик ферромагнитных материалов.

## **Раздел 5. Уровнеметрия.**

*Поплавковые магнитные уровнемеры. Буйковые уровнемеры и плотномеры. Поплавковые герконовые уровнемеры. Поплавковые магнитострикционные уровнемеры. Гидростатические уровнемеры. Емкостные уровнемеры. Акустические уровнемеры. Оптические уровнемеры и сигнализаторы уровня. Оптические локационные (лазерные) уровнемеры. Тепловые уровнемеры.*

**Тема лекций:** Датчики уровня.

**Названия лабораторных работ:**

4. Исследование резистивных измерительных преобразователей.

## **Раздел 6. Измерение световых величин.**

*Оптоэлектронные датчики и преобразователи. Классификация приёмников излучения. Основные параметры ф-точувствительных элементов: электрические*

параметры, спектральная чувствительность, динамические характеристики фотоприёмников. Внутренний фотоэффект. Приёмники излучения, основанные на внутреннем фотоэффекте. Фотосопротивление. Фотодиод. Солнечные батареи. Фототранзистор. Датчики освещенности. Датчики приближения. Инфракрасные интегральные фотоприёмники. PIR сенсоры. ПЗС (CCD) прибор с зарядовой связью. КМОП (CMOS) многоэлементные приёмники. Тепловые приёмники излучения, болометры. Матричные детекторы для тепловизионной техники. Внешний фотоэффект. Фотоэлектронные умножители (ФЭУ).

**Тема лекций:** Измерение световых величин.

**Названия лабораторных работ:**

5. Исследование фотоэлектрических преобразователей.
6. Работа с лазерным измерителем диаметра

### **Раздел 7. Расходомерия**

Расходомеры постоянного перепада давлений (ротаметры). Расходомеры переменного уровня (целевые расходомеры). Расходомеры переменного перепада давления. Тахометрические расходомеры. Электромагнитные (магнитоиндукционные) расходомеры. Тепловые расходомеры. Ультразвуковые расходомеры.

**Тема лекций:** Расходомерия.

**Названия лабораторных работ:**

7. Исследование тензометрических измерительных преобразователей.

### **Раздел 8. Измерение параметров движения.**

Положение, перемещение скорость и ускорение. Датчики скорости и ускорения. Оптические доплеровские измерители скорости, ускорения и пути. Магнитные акселерометры. Механические акселерометры. Емкостные акселерометры. Пьезоэлектрические акселерометры. Гироскопы. Датчики угла поворота (энкодеры).

**Тема лекций:** Измерение параметров движения.

**Названия лабораторных работ:**

8. Исследование свойств емкостных измерительных преобразователей.
9. Работа с измерителем длины.

## **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;
- выполнение домашних заданий;
- подготовка к лабораторным работам;
- подготовка к оценивающим мероприятиям.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

## **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

Основная литература:

1. Винокуров, Б. Б. Измерение неэлектрических величин : учебное пособие / Б. Б. Винокуров, Г. В. Вавилова, И. А. Клубович; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — 290 с.: ил.- Текст: непосредственный.
2. Винокуров, Б. Б. Современная уровнеметрия жидких сред: учебное пособие / Б. Б. Винокуров. — Томск: ТПУ, 2014. — 188 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/62919> (дата обращения: 16.03.2017). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
4. Калиниченко, А. В. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике : учебное пособие / А. В. Калиниченко, Н. В. Уваров, В. В. Дойников. — 2-е изд. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. — 564 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/80332> (дата обращения: 16.03.2017). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

**Дополнительная литература:**

1. Богомолова, С. А. Метрология и измерительная техника. Технические требования к средствам измерений: учебник / С. А. Богомолова, И. В. Муравьева. — Москва: МИСИС, 2019. — 172 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/128992> (дата обращения: 16.03.2017). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
2. Коминов, С. В. Метрология: Технические измерения и приборы: учебное пособие / С. В. Коминов. — Москва: МИСИС, 2009. — 113 с. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116809> (дата обращения: 16.03.2017). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
3. Рег, Д. Промышленная электроника: учебник / Д. Рег. — Москва: ДМК Пресс, 2011. — 1136 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/891> (дата обращения: 16.03.2017). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
4. Топильский, В. Б. Схемотехника аналого-цифровых преобразователей: учебное пособие / В. Б. Топильский. — Москва: Техносфера, 2014. — 288 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73542> (дата обращения: 16.03.2017). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

## **7.2 Информационное обеспечение**

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

Информационно-справочные системы:

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**):

WinDjView; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Design Science MathType 6.9 Lite; Document Foundation LibreOffice; Far Manager; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; NI LabVIEW 2009 ASL; Tracker Software

**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, Савиных улица, д. 7 605	Лабораторный комплекс - 1 шт.; Измеритель расстояния DUS-20+ - 1 шт.; Осциллограф LeCroy WR 6030A - 1 шт.; Генератор Г 3-56/1 - 1 шт.; Плата для ПЗС линеек DLIS-4K(P/N ADC-DLIS4KA) с набор оптических линейных многоэлементных ПЗС и фотодиодных датчиков и лазерных - 1 шт.; Телевизор ThermoCamP65HC - 1 шт.; Цифровой мультиметр MY 65 - 2 шт.; Измеритель BE-метр-АТ-002 - 1 шт.; Паяльная станция Quick704ESD - 1 шт.; Оптический стол 7T273-10 - 1 шт.; Термоанемометр Тесто 425 - 1 шт.; Генератор WWW2571 - 2 шт.; Мультимедийный проектор Acer P1206 - 1 шт.; Лазерный триангуляционный 2-D датчик - 1 шт.; Высоковольтный испытатель изоляции Корона-ЗАСИ-М - 1 шт.; Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-56 - 1 шт.; Измеритель длины кабеля "Дельта-2.4" - 1 шт.; Лабораторный стенд для изучения коэффициента теплового излучения твердого тела - 2 шт.; Источник питания GPS-1850D - 4 шт.; Паяльная станция SL 916 - 1 шт.; Прибор GFG-8216A - 2 шт.; Лазер полупроводниковый - 1 шт.; Осциллограф WS 64XS - 1 шт.; Измеритель параметров микроклимата "МЕТЕОСКОП-М" в комплексе с Зондом для измерения индекса ТНС - 1 шт.; Осциллограф С8-13 - 1 шт.; Ноутбук hp ProBook 4510s - 2 шт.; Проектор Toshiba X3000 - 1 шт.; Микроинтерферометр МИИ-4 - 1 шт.; Приборы Метран 502-ПКД-10П-М1-Н2,5-RS232 - 1 шт.; Измеритель плотности теплового потока ИТП-МГ4.03 - 1 шт.; Измеритель расстояния DLE-50 - 1 шт.; Двухкоординатный измеритель диаметра кабеля Цикада-272 - 1 шт.; Пирометр Raunger ST 20 Pro переносной - 1 шт.; Осциллограф GDS-806S - 1 шт.; Контроллер двигателя Stepper - 1 шт.; Компьютер Intel Core 2 Duo 4300+Монитор 19" LCD LG Flatron - 4 шт.; Компьютерная сеть - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест; Компьютер - 5 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, Савиных улица, д. 7, 506	Проектор Panasonic PT-VX400E - 1 шт.; Настенный моторизированный экран для проектора Projecta Cjmpact Electrol 183*240 - 1 шт.; Осциллограф АСК-2067 - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 12.03.01 Приборостроение, специализация «Информационно-измерительная техника и технологии» (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Ученая степень ученое звание	ФИО
Доцент ОКД	К.т.н.	Фёдоров Е.М.

Программа одобрена на заседании кафедры ФМПК ИНК (протокол от «25» 05 2017 г. №13).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения

на правах кафедры отделения контроля и диагностики, \_\_\_\_\_ /А.П. Суржиков/  
д.ф.-м.н., профессор

подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОКД ИШНКБ (протокол)
2018/2019	1. Обновлено программное обеспечение 2. Актуализировано учебно-методическое обеспечение в рабочей программе дисциплины с учетом развития науки, техники и технологий 3. Актуализировано материально-техническое обеспечение дисциплины с учетом развития науки, техники и технологий	Протокол №7 от 26.06.2018
2018/2019	1. Изменены фонды оценочных средств в соответствии с приказами ТПУ от 25.07.2018 г. № 58/од «Об утверждении и введении в действие «Системы оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете» и от 25.07.2018 г. № 59/од «Об утверждении и введении в действие иной редакции «Положения о проведении текущего контроля и промежуточной аттестации в ТПУ»	Протокол №8 от 27.08.2018
2019/2020	1. Обновлено программное обеспечение 2. Актуализировано учебно-методическое обеспечение в рабочей программе дисциплины с учетом развития науки, техники и технологий 3. Актуализировано материально-техническое обеспечение дисциплины с учетом развития науки, техники и технологий	Протокол №27 от 24.06.2019
2020/2021	1. Обновлено программное обеспечение 2. Актуализировано учебно-методическое обеспечение в рабочей программе дисциплины с учетом развития науки, техники и технологий 3. Актуализировано материально-техническое обеспечение дисциплины с учетом развития науки, техники и технологий	Протокол №6-1 от 01.09.2020