

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИНКБ
Д.А. Седнев
« 14 » 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Междисциплинарный проект			
Направление подготовки Образовательная программа (направленность (профиль)) Специализация Уровень образования Курс Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах) Виды учебной деятельности	12.03.01 Приборостроение		
	Информационные системы контроля и диагностики		
	Информационные системы контроля и диагностики		
	высшее образование – бакалавриат		
	4	семестр	7,8
	5		
	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		16
	Практические занятия		54
	Лабораторные занятия		
	ВСЕГО		70
Самостоятельная работа, ч		110	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		курсовой проект	
ИТОГО, ч		180	

Вид промежуточной аттестации	Зачет, диф. зачет (КП)	Обеспечивающее подразделение	ОКД
------------------------------	------------------------	------------------------------	-----

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

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

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

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

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций			Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-1	Способен к организации и проведению работ по техническому контролю и диагностированию объектов	И.ПК(У)-1.1	Организует работы по техническому контролю и диагностированию объектов	ПК(У)-1.1В1	Владеет навыками выбора методов и оборудования неразрушающего контроля для технического контроля и диагностирования объектов методами неразрушающего контроля
				ПК(У)-1.1У1	Умеет анализировать условия проведения технического контроля и диагностирования объектов
				ПК(У)-1.1З1	Знает методы неразрушающего контроля
		И.ПК(У)-1.1	Проводит работы по техническому контролю и диагностированию объектов	ПК(У)-1.2В1	Владеет навыками проведения технического контроля и диагностирования объектов методами неразрушающего контроля
				ПК(У)-1.2У1	Умеет эксплуатировать оборудование для проведения неразрушающего контроля
				ПК(У)-1.2З1	Знает оборудование для проведения неразрушающего контроля
		И.ПК(У)-1.3	Обрабатывает результаты и оформляет заключения по результатам технического контроля и диагностирования объектов	ПК(У)-1.3В1	Владеет навыками анализа и оформления результатов технического контроля и диагностирования объектов методами неразрушающего контроля
				ПК(У)-1.3У1	Умеет разрабатывать рекомендации по устранению выявленных недопустимых дефектов
				ПК(У)-1.3З1	Знает методы оформления результатов технического контроля и диагностирования объектов

2. Место дисциплины 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		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД1	Наличие знаний основ измерения неэлектрических величин. Назначение и классификация основных характеристик преобразователей, датчиков.	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2 И.ПК(У)-1.3
РД2	Приобретение теоретических знаний в области физических основ, внутреннего устройства, типовых конструкций, практического применения преобразователей и датчиков для измерения неэлектрических величин.	
РД3	Способность самостоятельного применения полученных теоретических знаний на практике при практической реализации приборов и устройств, решающих задачи контроля неэлектрических величин.	
РД4	Способен к организации и проведению работ по техническому контролю и диагностированию объектов	

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	РД1-3	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Интерфейсные электронные схемы измерительных преобразователей и датчиков	РД1-3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	10
Раздел 3. Измерение тепловых величин	РД1-3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	10
Раздел 4. Методы и средства измерения давления	РД1-3	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	10
Раздел 5. Уровнеметрия	РД1-3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	10
Раздел 6. Измерение световых величин	РД1-3	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	10
Раздел 7. Основные положения ВКР	РД1-4	Лекции	
		Практические занятия	22
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	50

Содержание разделов дисциплины:

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.

Темы лекций: Введение в теорию измерения неэлектрических величин.

Темы практических занятий:

1. Измерение динамических магнитных характеристик ферромагнитных материалов.
2. Исследование полезадающих систем
3. Исследование гальваномагнитных преобразователей холла

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.

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

Темы практических занятий:

1. Исследование свойств преобразователей температуры.
2. Знакомство с приборами для измерения температуры.

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.

Темы лекций: *Измерение тепловых величин.*

Темы практических занятий:

1. Исследование резистивных измерительных преобразователей.
2. Исследование свойств емкостных измерительных преобразователей.

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.

Темы лекций: *Методы и средства измерения давления*

Темы практических занятий:

3. Исследование тензометрических измерительных преобразователей.
4. Макетирование весов на основе датчика усилия
5. Знакомство с приборами для измерения давления

Раздел 5. Уровнеметрия.

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

Темы лекций: *Уровнеметрия.*

Темы практических занятий:

1. Исследование емкостных 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 освещённости. 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. Фотозлектронные умножители (ФЭУ).

Темы лекций: Измерение световых величин.**Темы практических занятий:**

1. Исследование фотоэлектрических преобразователей.
2. Измерение косвенных параметров оптическими методами.

Раздел 7. Основные положения ВКР.

Положение о ВКР, принципы и методы работы над ВКР. Теоретические и экспериментальные исследования в рамках ВКР по индивидуальной теме. Принципы успешной защиты.

Темы практических занятий:

1. Основные положения ВКР
2. Анализ источников информации: цель и правила проведения
3. Анализ источников информации: правила представления информации, выводы.
4. Постановка целей и задач исследования. Объект и предмет исследований.
5. Проведение научных исследований по индивидуальной теме.
6. Проведение научных исследований по индивидуальной теме.
7. Проведение научных исследований по индивидуальной теме.
8. Проведение научных исследований по индивидуальной теме.
9. Представление положений, выносимых на защиту, выводы.
10. Принципы представления материалов.
11. Принципы успешной защиты.

Темы курсового проекта:

1. Электромагнитный датчик расхода жидкости.
2. Ультразвуковой датчик расхода жидкости.
3. Датчик температуры воздуха на основе терморезистора.
4. Датчик температуры антифриза на основе термопары.
5. Полупроводниковый (диод) датчик температуры для системы кондиционирования воздуха.
6. Уличный датчик освещённости на основе фоторезистора.
7. Оптический датчик движения для системы безопасности.
8. Индуктивный датчик толщины лакокрасочного покрытия.
9. Оптический, импульсный, реверсивный энкодер вращения.

10. Емкостный датчик давления газа.
11. Ультразвуковой датчик уровня жидкости.
12. Датчик массового расхода воздуха на основе термистора.
13. Герконовый датчик уровня.
14. Электронный оптический микрометр.
15. Датчик движения на основе пироэлектрического сенсора.
16. Лазерный триангуляционный датчик перемещения.
17. Магнитострикционный датчик уровня.
18. Датчик для измерения погонной ёмкости кабеля.
19. Пьезоэлектрический акселерометр.
20. Тензоелектрический датчик усилия.
21. Вакууметр Пирани.
22. Оптический гигрометр.
23. Электронный термостат на основе термистора.
24. Инфракрасный пирометр.
25. Измеритель расхода тепловой энергии.
26. Измеритель теплопроводности материалов.
27. Пьезорезистивный датчик давления для агрессивных сред.
28. Емкостной уровнемер для диэлектрических жидкостей.
29. Емкостной уровнемер для электролитов.
30. Электромеханический реверсивный измеритель скорости и длины протяжённых изделий.
31. Разработка цифрового люксметра на основе фотосопротивления.
32. Разработка цифрового люксметра на основе фотодиода.
33. Разработка цифрового люксметра на основе интегрального датчика освещённости.
34. Разработка сканера штрих-кодов на основе ПЗС линейного сенсора.
35. Разработка оптического датчика дыма.
36. Разработка системы автоматического открывания дверей на основе пироэлектрического сенсора.
37. Датчик для измерителя момента затяжки резьбовых соединений.
38. Индуктивный дифференциальный датчик давления газа.

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, курсовой работы;
- подготовка к практическим 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: 16.03.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
3. Методы измерения неэлектрических величин: учебное пособие / И. Г. Лещенко, Б. Б. Винокуров, В. И. Горбунов, Д. В. Миляев - Томск: Изд-во ТПИ, 1984 - 93 с. — Текст: непосредственный.
 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: 16.03.2020). — 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: 16.03.2020). — 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: 16.03.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
3. Муханин, Л. Г. Схемотехника измерительных устройств: учебное пособие / Л. Г. Муханин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 284 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111201> (дата обращения: 16.03.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
4. 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: 16.03.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
5. 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: 16.03.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

6.2 Информационное обеспечение

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

1. Школа для электриков [сайт]. — URL: <http://electricalschool.info/spravochnik/izmeren/877-jelektricheskie-izmerenija.html> (дата обращения: 16.03.2020). — Текст: электронный.
2. Сайт для начинающих электриков и профессионалов [сайт]. — URL: http://www.elektrospets.ru/ektrotehnika_elektrotekhnicheskie_pribory_izmerenie_neelektricheskikh_velichin.php (дата обращения: 16.03.2020). — Текст: электронный.

Информационно-справочные системы:

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

Используемое 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 PDF-XChange Viewer

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.; Тепловизор 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 C8-13 - 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 Raynger 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.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 12.03.01 Приборостроение, специализация «Информационные системы контроля и диагностики» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчики:

Должность	Ученое звание, ученая степень	ФИО
доцент ОКД ИШНКБ	К.т.н.	Фёдоров Е.М.
доцент ОКД ИШНКБ	К.т.н., доцент	Мойзес Б.Б.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения контроля и диагностики Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности (протокол от «01» 09 2020 г. №6-1).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения

на правах кафедры отделения контроля и диагностики, _____ / А.П. Суржиков /
д.ф.-м.н. подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОКД ИШНКБ (протокол)