

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИШНКБ
 _____ Седнев Д.А.
 «30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ, РАДИОВОЛНОВАЯ И ОПТИЧЕСКАЯ
 ТОМОГРАФИИ**

Направление подготовки	12.04.01 Приборостроение		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Промышленная томография сложных систем		
Специализация	Промышленная томография сложных систем		
Уровень образования	высшее образование – магистр		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	8	
	Лабораторные занятия	32	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		168	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОКД
------------------------------	----------------	------------------------------	------------

Заведующий кафедрой – руководитель отделения на правах кафедры отделения контроля и диагностики Руководитель ООП Преподаватель Преподаватель		А.П. Суржиков
		Г.В. Вавилова
		А.Е. Гольдштейн
		Е.М. Федоров

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	Индикаторы достижения компетенций	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения
ПК(У)-1	Способен осуществлять контроль качества на всех этапах жизненного цикла изделия применением приборов и систем измерения и контроля	И. ПК(У)-1.1	Демонстрирует способность к эксплуатации, своевременной диагностике и ремонту приборов и систем измерения и контроля
		И. ПК(У)-1.2	Демонстрирует способность к разработке, внедрению и реализации контроля качества на всех этапах жизненного цикла изделия
ПК(У)-3	Способен к организации и выполнению работ по техническому контролю и диагностированию изделий, объектов и сооружений методами неразрушающего контроля	И. ПК(У)-3	Демонстрирует способность к организации и выполнению работ по применению различных методов неразрушающего контроля для технического контроля и диагностирования изделий, объектов и сооружений
ПК(У)-7	Способен к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования	И. ПК(У)-7	Демонстрирует способности к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода моделирования

2. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части вариативного междисциплинарного профессионального модуля учебного плана образовательной программы по направлению 12.04.01 «Приборостроение».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Знание физических эффектов и законов, лежащих в основе взаимодействия физического поля со средой, характеристики материалов и объектов в физическом поле, методов получения томографических проекций.	И. ПК(У)-1.1 И. ПК(У)-1.2 И. ПК(У)-3
РД 2	Умение расчетным путем находить результаты измерительных преобразований, экспериментально исследовать отдельные измерительные преобразования, моделировать пространственное и временное распределение характеристик физических полей.	И. ПК(У)-7
РД 3	Приобретение теоретических знаний в области физических основ, внутреннего устройства, типовых конструкций, практического применения томографов	И. ПК(У)-1.1 И. ПК(У)-1.2
РД 4	Способность самостоятельного применения полученных теоретических знаний на практике при практической реализации приборов и устройств, решающих задачи томографии.	И. ПК(У)-3

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности ¹	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Магнитно-резонансная томография	РД1	Лекции	2
	РД2	Практические занятия	2
	РД3	Лабораторные занятия	6
	РД4	Самостоятельная работа	28
Раздел (модуль) 2. Радиоволновая томография	РД1	Лекции	1
	РД2	Практические занятия	1
	РД3	Лабораторные занятия	6
	РД4	Самостоятельная работа	28
Раздел (модуль) 3. Вихретоковая томография	РД1	Лекции	1
	РД2	Практические занятия	1
	РД3	Лабораторные занятия	4
	РД4	Самостоятельная работа	28
Раздел (модуль) 4. Взаимодействие излучения со средой. Физические основы интерференции световых волн.	РД1	Лекции	2
	РД2	Практические занятия	2
	РД3	Лабораторные занятия	6
	РД4	Самостоятельная работа	28
Раздел (модуль) 5. Измерение микроструктуры поверхности.	РД1	Лекции	2
	РД2	Практические занятия	2
	РД3	Лабораторные занятия	6
	РД4	Самостоятельная работа	28
Раздел (модуль) 6. Томография в оптических исследованиях. Оптическая профилометрия.	РД1	Лекции	2
	РД2	Практические занятия	2
	РД3	Лабораторные занятия	6
	РД4	Самостоятельная работа	28

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ

Темы лекций:

1. Магнитно-резонансная томография.

Темы практических занятий:

1. Физические основы магнитно-резонансной томографии

Названия лабораторных работ:

1. Исследование магнитного поля МР томографа, создаваемого катушками Гельмгольца
2. Исследование магнитного поля МР томографа, создаваемого катушками Максвелла
3. Исследование магнитного поля МР томографа, создаваемого соленоидом
4. Исследование магнитного поля МР томографа, создаваемого постоянными магнитами
5. Исследование магнитного поля градиентных обмоток МР томографа
6. Обеспечение однородности магнитного поля МР томографа с использованием шиммирующих обмоток

Раздел 2. РАДИОВОЛНОВАЯ ТОМОГРАФИЯ

¹ Общая трудоёмкость контактной работы и виды контактной работы в соответствии учебным планом

Темы лекций:

1. Метод обратной фокусировки для восстановления распределения источников радиоизлучения.

Темы практических занятий:

1. Физические основы магнитно-резонансной томографии

Названия лабораторных работ:

1. Использование преобразования Фурье для анализа широкополосных сигналов
2. Метод Фурье-синтеза в радиоволновой томографии
3. Метод обратных проекций в радиоволновой томографии
4. Метод миграции в пространственно-временной области при использовании импульсных сигналов в радиоволновой томографии

Раздел 3. ВИХРЕТОКОВАЯ ТОМОГРАФИЯ

Темы лекций:

1. Вихретоковая томография.

Темы практических занятий:

1. Способы повышения информативности вихретокового контроля.

Названия лабораторных работ:

1. Использование метода вихревых токов для определения характеристик электропроводящего объекта за диэлектрической стенкой
2. Использование метода вихревых токов для определения характеристик электропроводящего объекта за электропроводящим экраном
3. Исследование зависимости сигнала вихретокового преобразователя от геометрических и электромагнитных параметров локальных электропроводящих объектов

Раздел 4. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ СО СРЕДОЙ. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ СВЕТОВЫХ ВОЛН.
--

Темы лекций:

1. Взаимодействие излучения со средой. Физические основы интерференции световых волн

Темы практических занятий:

1. Пространственная и временная когерентность оптического поля

Названия лабораторных работ:

1. Поглощение света.
2. Рассеяние света.
3. Дифракция света.

Раздел 5. ИЗМЕРЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ.

Темы лекций:

1. Измерение микроструктуры поверхности.

Темы практических занятий:

1. Математическое описание процессов формирования интерференционной картины в микроинтерферометре.

Названия лабораторных работ:

1. Измерение толщины тонких пленок.
2. Закон Малюса

Темы лекций:

1. Томография в оптических исследованиях. Оптическая профилометрия.

Темы практических занятий:

1. Анализ изображений в оптической когерентной томографии
2. Лазерная триангуляционная профилометрия.

Названия лабораторных работ:

1. Оптический контроль поверхностей и построения 3-D моделей.
2. Вращение плоскости поляризации.

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.
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролируемых мероприятий и др.).
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку.
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации.
- Перевод текстов с иностранных языков.
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ.
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям
- Выполнение курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом.
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. Гольдштейн, А. Е. Физические основы измерительных преобразований. Моделирование измерительных преобразований и решение практических задач: учебное пособие / А. Е. Гольдштейн, И. А. Абрашкина; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт неразрушающего контроля (ИНК), Кафедра информационно-измерительной техники (ИИТ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m305.pdf> (дата обращения: 17.03.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.
2. Гольдштейн, А. Е. Физические основы получения информации : учебник / А. Е. Гольдштейн; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Москва: Юрайт, 2016. — 292 с.: ил. — Текст: непосредственный
3. Кульчин, Ю. Н. Современная оптика и фотоника нано- и микросистем / Ю. Н. Кульчин. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2015. — 488 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/72018> (дата обращения: 17.03.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
4. Ландсберг, Г. С. Оптика: учебное пособие / Г. С. Ландсберг. — 7-е изд. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2017. — 852 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-

библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105019> (дата обращения: 17.03.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

Дополнительная литература

5. Ахманов, С. А. Статистическая радиофизика и оптика: учебное пособие / С. А. Ахманов, Ю. Е. Дьяков, А. С. Чиркин. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 423 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/48263> (дата обращения: 17.03.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
6. Терещенко, С. А. Методы вычислительной томографии: монография / С. А. Терещенко. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2004. — 320 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59381> (дата обращения: 16.03.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
7. Илясов, Л. В. Физические основы и технические средства медицинской визуализации: учебное пособие / Л. В. Илясов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 324 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/95140> (дата обращения: 16.03.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
8. Оптическая низкокогерентная интерферометрия и томография /А. Л. Кальянов, В.В. Лычагов, Д.В. Лякин [и др.], Саратовский государственный университет. – Саратов, 2009. – Т. 86. – URL: http://optics.sgu.ru/_media/library/education/lowcoh.pdf (дата обращения: 17.03.2020). – Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. - Текст: электронный
9. Салех, Б. Оптика и фотоника. Принципы и применения. Учебное пособие. В 2 томах. Том 1 / Б. Салех, М. Тейх. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 760 с. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/408129> (дата обращения: 17.03.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
10. Салех, Б. Оптика и фотоника. Принципы и применения. Учебное пособие. В 2 томах. Том 2 / Б. Салех, М. Тейх. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 784 с. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/408131> (дата обращения: 17.03.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

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

2. Электронно-библиотечные системы (ЭБС) доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/ebs>

3. Базы научного цитирования доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/scientific-citation-bases>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

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; PTC Mathcad 15 Academic Floating; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Visual Studio 2019 Community; NI LabVIEW 2009 ASL

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 аудитория) 634028, Томская область, г. Томск, Савиных улица, д. 7, 506	Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; Проектор Panasonic PT-VX400E - 1 шт.; Настенный моторизованный экран для проектора Projecta Cjnpact Electrol 183*240 - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 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, Савиных улица, д. 7, 410	Комплект учебной мебели на 8 посадочных мест; Система контроля соосности сварных соединений - 1 шт.; Ультразвуковой толщиномер ТТ120 - 1 шт.; Ноутбук Asus K72F - 3 шт.; Миллитесламетр портативный универсальный ТПУ-06 - 1 шт.; Осциллограф WJ 314 - 1 шт.; Генератор сигналов специальной формы SFG-2110 - 1 шт.; Блок намагничивания "Блок намагничивающего тока БНТ-09" - 1 шт.; Вольтметр В 7-35 - 1 шт.; Модуль АЦП/ЦАП USB3000 - 2 шт.; Преобразователь ФП-34 (феррозондовый) - 1 шт.; Устройство сбора данных NI USB-6363 - 2 шт.; Источник питания GPC-3060D - 2 шт.; Блок намагничивающего тока БНТ-ЭД-206М - 1 шт.; Генератор сигналов специальной формы SFG-2104 - 1 шт.; Вихретоковый дефектоскоп ВДЗ-71 - 2 шт.; Кабельный прибор ИРК-ПРО v7.4 - 2 шт.; Вольтметр В 7-38 - 1 шт.; Магнитометр универсальный МФ-34ФМ - 2 шт.; Усилитель мощности FeeITech FYA2010S - 2 шт.; Цифровой осциллограф АСК-2067 - 1 шт.; Цифровой измеритель изоляции ВМ-25 - 1 шт.; Осциллограф цифровой GDS-71102A - 1 шт.; Коэрцитиметр КИМ-2М - 2 шт.; Источник питания GPS-4251 - 1 шт.; Осциллограф С1-137 - 1 шт.; Ноутбук DELL D430 - 1 шт.; Пробойная установка MI-2094 - 1 шт.; Магнитный вихретономер МТ 2003 - 4 шт.; Генератор WW2571 - 1 шт.; Дефектоскоп толстолистов ВД-12НФМ - 1 шт.; Компьютер Intel Core i3 540 - 1 шт.; Плата сбора данных NI 6221 USB 779808-04 - 1 шт.; Трещиномер электропотенциальный 281М с образцом в комплекте. - 1 шт.; Фотоэлектроколориметр КФК-2 - 1 шт.; Генератор сигналов произвольной формы WonderWave WW5061 - 1 шт.; USB-6002 многофункциональное устройство ввода/вывода - 2 шт.; Магнитный толщиномер МТ-201 - 1 шт.; Преобразователь П-1С (датчик Холла для соленоидов) - 1 шт.; Модуль цифрового усилителя IRAUDAMP7S - 2 шт.; Толщиномер МТ-2003 - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Савиных улица, д. 7, 605	Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; Измеритель расстояния DUS-20+ - 1 шт.; Осциллограф LeCroy WR 6030A - 1 шт.; Генератор Г 3-56/1 - 1 шт.; Плата для ПЗС линеск DLIS-4K(P/N ADC-DLIS4KA) с набор оптических линейных многоэлементных ПЗС и фотодиодных датчиков Saviyev, ул. Цитд. Тепловизор ThermoCamP65HC - 1 шт.; Цифровой мультиметр MY 65 - 2 шт.; Измеритель ВЕ-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.;

		Пируметр 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.;
--	--	---

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 12.04.01 – «Приборостроение», образовательная программа «Промышленная томография сложных систем»/ «Информационные системы и технологии в неразрушающем контроле» (Специализация «Промышленная томография сложных систем») приёма 2020 г., очная форма обучения.

Разработчики:

Должность	Подпись	ФИО
Профессор ОКД ИШНКБ		А.Е. Гольдштейн
доцент ОКД ИШНКБ		Е.М. Федоров

Программа одобрена на заседании выпускающего отделения контроля и диагностики (протокол от «26» июня 2020 г. №5).

Заведующий кафедрой – руководитель отделения
на правах кафедры
отделения контроля и диагностики,
д.ф.-м.н., профессор

_____ / А.П. Суржиков /
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

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