

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИИМКБ

Д.А. Седнев

«30» 06 2020 г.

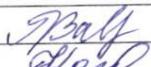
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

РЕНТГЕНОВСКАЯ ТОМОГРАФИЯ

Направление подготовки Образовательная программа (направленность (профиль))	12.04.01 Приборостроение	
	Промышленная томография сложных систем	
Специализация	Приборы и методы контроля качества и диагностики	
Уровень образования	высшее образование - магистратура	
Курс	2	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16
	Практические занятия	16
	Лабораторные занятия	32
	ВСЕГО	64
	Самостоятельная работа, ч	152
	в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)	курсовая работа
	ИТОГО, ч	216

Вид промежуточной аттестации	Экзамен, диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	ОКД
---------------------------------	------------------------	---------------------------------	-----

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

	А.П. Суржигов
	Г.В. Вавилова
	Б.И. Капранов

2020г.

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	
		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

2. Место 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	
РД1	Способность применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки, производства, отладки, настройки и аттестации средств приборостроения с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения.	И. ПК(У)-1.1 И. ПК(У)-1.2
РД2	Способность участвовать в технологической подготовке производства, подбирать и внедрять необходимые средства приборостроения в производство, предварительно оценив экономическую эффективность техпроцессов, кроме того, уметь принимать организационно-управленческие решения на основе.	И. ПК(У)-1.1 И. ПК(У)-1.2 И. ПК(У)-3
РД3	Способность применять этические принципы в научной и инженерной деятельности.	И. ПК(У)-3

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Понятие о рентгеновской томографии	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Постановка задачи рентгеновской компьютерной томографии	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	20

Раздел 3. Прохождение рентгеновского излучения через вещество	РД1,	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	20
Раздел 4. Источники рентгеновского излучения, требования к источникам для их применения в рентгеновской томографии	РД1,	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	20
Раздел 5. Детекторы рентгеновского излучения	РД2,	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	20
Раздел 6. Реконструкция проекционных данных	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	20
Раздел 7. Принципы построения систем ПРВТ	РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел 8. Применение рентгеновских томографов в промышленности. Перспективы развития	РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	22

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Понятие о рентгеновской томографии

Темы лекций:

История возникновения и развития рентгеновских методов неразрушающего контроля и диагностики. Основные понятия рентгеновской томографии. Современное состояние промышленной рентгеновской вычислительной томографии (ПРВТ).

Темы практических занятий:

-

Названия лабораторных работ:

-

Раздел 2. Постановка задачи рентгеновской компьютерной томографии

Темы лекций:

Физико-математическая постановка задачи рентгеновской компьютерной томографии. Преобразование Радона в проходящих пучках рентгеновского излучения. Проекционные данные.

Темы практических занятий:

Моделирование преобразования Радона в узких параллельных пучках рентгеновского излучения

Названия лабораторных работ:

-

Раздел 3. Прохождение рентгеновского излучения через вещество

Темы лекций:

Процессы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом. Массовые и линейные коэффициенты ослабления рентгеновского излучения. Ослабление рентгеновского излучения сложными веществами.

Темы практических занятий:

Преобразование Радона для монохроматического рентгеновского излучения в

параллельных пучках

Названия лабораторных работ:

Лаб. раб. №1 «Изучение работы механизма сканирования рентгеновского томографа 1-го поколения в параллельных пучках». – 2 ч.

Лаб. раб. №2 «Сбор массива проекционных данных для тест-объекта в геометрии параллельных пучков». – 4 ч.

Раздел 4. Источники рентгеновского излучения, требования к источникам для их применения в рентгеновской томографии

Темы лекций:

Изотопные источники рентгеновского излучения. Циклические ускорители. Линейные ускорители. Особенности источников рентгеновского излучения для томографии.

Темы практических занятий:

Расчёт радоновских образов для точечных, линейных, плоских тест-объектов

Названия лабораторных работ:

Лаб. раб. №3 «Фокусировка источника рентгеновского излучения». - 2 ч.

Лаб. раб. №4 «Сбор массива проекционных данных в вейерной геометрии (второе поколение)». – 2 ч.

Лаб. раб. №5 «Сбор массива проекционных данных в конических пучках (четвёртое поколение). -2 ч.

Раздел 5. Детекторы рентгеновского излучения

Темы лекций:

Газовые и пропорциональные счётчики. Сцинтилляционные детекторы. Детекторы на ПЗС матрицах.

Темы практических занятий:

Обработка проекционных данных свёрткой

Названия лабораторных работ:

Лаб. раб. №6 «Исследование сенситометрической характеристики двухкоординатной детекторной матрицы». – 2 ч.

Лаб. раб. №7 «Сбор массива проекционных данных для тест-объекта с помощью пакета программ “uCT” . – 4 ч.

Лаб. раб. №8 «Пространственное и цифровое форматирование проекций». – 2 ч.

Раздел 6. Реконструкция проекционных данных

Темы лекций:

Алгебраические алгоритмы реконструкции. Реконструкция с использованием преобразования Фурье. Реконструкция с помощью обратных проекций.

Темы практических занятий:

Геометрический расчёт квазипараллельных проекций для конической геометрии – 4 ч.

Названия лабораторных работ:

Лаб. раб. №9 «Реконструкция тест-объекта с помощью программного пакета “Nrecon”». – 4 ч.

Лаб. раб. №10 «Анализ двухмерных параметров тест-объекта с помощью программного пакета “CTAnaliser”». – 2 ч.

Лаб. раб. №11 «Анализ трёхмерных параметров тест-объекта с помощью программного пакета “CTAnaliser”». – 2 ч.

Раздел 7. Принципы построения систем ПРВТ

Темы лекций:

Типовые схемы промышленных рентгеновских томографов. Типы основных конструктивных элементов и механизмов ПРВТ.

Темы практических занятий:

Расчёт характеристик пространственного разрешения рентгеновского томографа – 4 ч.

Названия лабораторных работ:

Лаб. раб. №12 «3D визуализация результатов томографического контроля с помощью программного пакета “СТvolume”». – 2 ч.

Лаб. раб. №13 «Ознакомление и работа на бетатронном томографическом комплексе». – 2 ч.

Раздел 8. Применение рентгеновских томографов в промышленности. Перспективы развития

Темы лекций:

Аппаратура промышленного томографического контроля SkyScan. Аппаратура промышленного томографического контроля GeneralElectric. Отечественная аппаратура промышленного томографического контроля. Вопросы метрологии в рентгеновской томографии.

Темы практических занятий:

-

Названия лабораторных работ:

-

Тематика курсовых работ:

1. Программа формирования и обработки проекций в компьютерной томографии
2. Моделирование систем компьютерной томографии
3. Томография объектов с осевой симметрией. Шар танталовый
4. Моделирование цифровых радиографических изображений

Выбор варианта для расчетного раздела курсовой работы осуществляется в соответствии с номером в списке группы или по согласованию с преподавателем (допускается самостоятельный выбор темы).

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 проблеме курса;
- Поиск, анализ, структурирование информации;
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. Физические основы методов неразрушающего контроля качества изделий: учебное пособие / под редакцией В. Ф. Новикова. — 2-е изд. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2012. — 106 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/28333> (дата обращения: 02.03.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
2. Коннова, Л. А. Основы радиационной безопасности: учебное пособие / Л.А. Коннова, М.Н. Акимов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 164 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

- <https://e.lanbook.com/book/123473> (дата обращения: 02.03.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
3. Алешин, Н. П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: учебник / Н.П. Алешин. — 2-е изд. — Москва: Машиностроение, 2013. — 576 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/63211> (дата обращения: 02.03.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
 4. Физические основы методов неразрушающего контроля качества изделий: учебное пособие / под редакцией В. Ф. Новикова. — 2-е изд. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2012. — 106 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/28333> (дата обращения: 02.03.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
 5. Числов, Н. Н. Введение в радиационный контроль: учебное пособие / Н.Н. Числов, Д.Н. Числов. — Томск: ТПУ, 2014. — 199 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/62914> (дата обращения: 02.03.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

Дополнительная литература

6. Беспалов, В. И. Лекции по радиационной защите: учебное пособие / В. И. Беспалов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m194.pdf> (дата обращения: 02.03.2019) . — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.
7. Практика радиографического контроля: учебное пособие / В. К. Кулешов, Ю. И. Сертаков, П. В. Ефимов, В. Ф. Шумихин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) - Томск: Изд-во ТПУ, 2009. - URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m140.pdf> (дата обращения: 02.03.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.

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 моторизированный экран для проектора Projecta Compact 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 (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Савиных улица, д. 7, 020	Комплект учебной мебели на 6 посадочных мест; Измеритель скорости счета импульсов двухкан.УИМ 2-20 - 1 шт.; Переносной гамма-спектрометр Прогресс Г(П) - 1 шт.; Дозиметр-радиометр ДКС-96 - 1 шт.; Устройство пересчетное УС-6 - 3 шт.; Комплект образцовых источников гамма-излучения типа ОСГИ (комплект из 7 шт. 4 в хранилище) - 1 шт.; Принтер струйный Epson Stylus Photo R270 - 1 шт.; Программно-аппаратный комплекс для компьютерной радиологии со сканером HD-CR35 - 1 шт.; Радиометр-спектрометр универсальный портативный РСУ-01 "Сигнал-М" - 4 шт.; Ноутбук Sony Vaio VGN-CR31SR/L - 1 шт.; Компьютер UNIVERSAL Intel Core i3 2100 - 1 шт.; Компьютер INTANT i7025 - 1 шт.; Гаммарид 192/120 пульт управлен и имит.источника б/уран.бл.защит. Макет дефектоскопа - 1 шт.; Эталон чувствительности проволочный EN 462-W10 Ti=25 мм мм с серт. изготовителя - 1 шт.; Дозиметр ДКГ-01 Д Гарант - 1 шт.; Комплект образцовых источников гамма-излучения типа ОСГИ (7 источников) - 1 шт.; Комплекс цифровой радиологии ФОСФОМАТИК-21 - 1 шт.; Аппарат рентгеновский импульсный переносный с микропроцессорным управлением РАП 160-5 - 2 шт.; Дозиметр ДКС-04 - 1 шт.; Эталон чувствительности проволочный EN 462-W13 Ti=25 мм мм с серт. изготовителя - 1 шт.; Эталон чувствительности проволочный EN 462-W6 Ti=25мм мм с серт. изготовителя - 1 шт.; Стол рентгенлаборанта - 1 шт.; Измеритель скорости счета импульсов двухканальный УИМ2-2Д - 2 шт.; Компьютер INTANT i5005 - 2 шт.; Негатоскоп НГС-2 - 1 шт.; Денситометр DD - 5005 - 2 шт.
3.	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, 409	Комплект учебной мебели на 20 посадочных мест; АЭ система серии DiSP - 1 шт.;Дефектоскоп ультразвуковой MasterScan 380М - 2 шт.;Дефектоскоп электромагнитный ЭД-206М - 1 шт.;Модуль АЦП/ЦАП USB3000 - 1 шт.;Измеритель RLS стационарный AM 3001 - 1 шт.;Дефектоскоп ультразвуковой УД4-94-ОКО-01 - 1 шт.;Дефектоскоп импедансный акустический ИД-91М - 3 шт.;Ультразвуковая система Autuscan 2400 - 1 шт.;Проектор Mitsubishi SL6U + Доска SMART Board - 1 шт.;Генератор АЕСАЛ-2 - 2 шт.;15-ти канальная система акустич.эмиссии типа AMSY-4 - 2 шт.;Принтер Epson STYLUS - 1 шт.;Акустический тракт ТРАК - 1 шт.;Дефектоскоп ультразвуковой портативный USM 35 XS - 1 шт.;Дефектоскоп ультразвуковой TUD 310 - 1 шт.;Сетевой коммутатор 3Com - 2 шт.;Дефектоскоп вихретоковый ВДЗ-81 - 1 шт.;Маршрутизатор 2821 Securite Bundle - 1 шт.;Дефектоскоп модульный портативный OmniScan PA - 1 шт.;Комплект стандартных образцов "Кусот-180" - 1 шт.;Ультразвуковой дефектоскоп УД4-Т - 1 шт.

		шт.;Дефектоскоп УД2-70 - 1 шт.;Компьютер Core 2 Duo - 1 шт.;Компьютер INTANT i5005 - 1 шт.;Набор образцов для поверки дефектоскопов КМД-4 - 4 шт.;Тестер ультразвуковой МХ01-УЗТ-1 - 1 шт.;Ультрозвук.дефектоскоп УСД-60 - 1 шт.;Ультрозвук.дефектоскоп УД-2-70 - 2 шт.;Коммутатор SS 3 Switch4250T - 1 шт.;Дефектоскоп ультразвуковой УДЗ-21 - 2 шт.;Толщиномер ультразвуковой УТ-93П/1 - 1 шт.
--	--	--

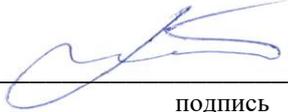
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 12.04.01 – «Приборостроение», образовательная программа «Промышленная томография сложных систем» (специализация: «Приборы и методы контроля качества и диагностики»), приёма 2019 г., очная форма обучения.

Разработчик:

Должность		ФИО
Профессор ОКД ИШНКБ	Д.т.н., с.н.с	Капранов Б.И.

Программа одобрена на заседании выпускающего отделения контроля и диагностики ИШНКБ (протокол от «24» июня 2019 г. №27).

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

 / А.П. Суржилов /
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОКД ИШНКБ (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	№ 5 от 26.06.2020г.