

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

«30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**РЕНТГЕНОВСКАЯ ТОМОГРАФИЯ**

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

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. Суржиков

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 двумерных 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 моторизованный экран для проектора Projecta Cjmpact 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 проволоочный 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 переносной с микропроцессорным управлением РАП 160-5 - 2 шт.; Дозиметр ДКС-04 - 1 шт.; Эталон чувствительности проволоочный EN 462-W13 Ti=25 мм мм с серт. изготовителя - 1 шт.; Эталон чувствительности проволоочный 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 - 220 - 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 АМ 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 АЕСAL-2 - 2 шт.;15-ти канальная ситема акустич.эмиссии типа AMSY-4 - 2 шт.;Принтер Epson STYLUS - 1 шт.;Аккустический 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.;Ультрозвуковой дефектоскоп УД4-Т - 1

		шт.;Дефектоскоп УД2-70 - 1 шт.;Компьютер Core 2 Duo - 1 шт.;Компьютер INSTANT 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 - 11 шт.
--	--	--

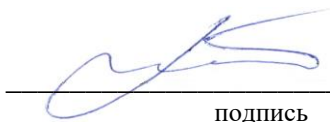
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 12.04.01 – «Приборостроение», образовательная программа «Промышленная томография сложных систем» (специализация: «Приборы и методы контроля качества и диагностики»), приёма 2019 г., очная форма обучения.

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. Суржиков /  
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.