

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 26.04.2023 10:56:25
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Электронные приборы и устрой-
ства»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»**
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«ФИЗИКА РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ»

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

по профилю

«Электронные приборы и устройства»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

профессор, д.т.н., профессор Грязнов А.Ю.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭПУ
21.03.2022, протокол № 4

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФЭЛ, 24.03.2022, протокол № 1

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭЛ
Обеспечивающая кафедра	ЭПУ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	3
Семестр	5
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	34
Лабораторные занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	75
Всего (академ. часов)	144
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	3

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ФИЗИКА РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ»

В курсе приведены необходимые данные по физике рентгеновского излучения, рассмотрены вопросы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом, в том числе – его влияние на биологические ткани. Описаны особенности явлений, возникающих в дефектоскопия, рентгеноструктурном и рентгеноспектральном анализе. Даны основные знания о рентгеновских трубках и излучателях на их основе.

SUBJECT SUMMARY

«X-RAY PHYSICS»

The course provides the necessary data on the physics of X-rays, addresses the interaction of X-rays with matter, including its influence on biological tissues. The features of the phenomena arising in flaw detection, X-ray diffraction and X-ray spectral analysis are described. Basic knowledge about X-ray tubes and emitters based on them are given.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целью дисциплины:

- формирование у студента системного представления о физических основах рентгеновской техники -вопросов, связанных с генерацией рентгеновского излучения, а также методов исследования вещества с его использованием;
- закрепление и углубление полученных теоретических знаний в области устройства и принципа работы рентгеновской трубки, ознакомление с методикой регистрации дифрактограмм поликристаллических веществ, с факторами, определяющими качество теневого рентгеновского изображения, с принципами построения аппаратуры и методикой проведения рентгеноструктурного и флуоресцентного рентгеноспектрального анализа;
- формирование умений и навыков методик расчета спектрального состава тормозного рентгеновского излучения при его прохождении через различные среды; контраста теневого рентгеновского изображения, полученного при просвечивании тормозным рентгеновским излучением объекта с дефектом (иностраным включением или воздушной полостью).

2. Задачи дисциплины:

- изучение теоретических вопросов, связанных с генерацией рентгеновского излучения, методов исследования вещества с его использованием,
- знакомство с тремя основными направлениями использования рентгеновского излучения в научных и прикладных целях: рентгеновской дефектоскопии, рентгеновской дифрактометрии и рентгеноспектральным анализом,
- формирование основополагающих знаний в области устройства и принципа работы рентгеновской трубки, ознакомление с методикой регистрации дифрактограмм поликристаллических веществ,

-знакомство с принципами построения аппаратуры и методикой проведения рентгеноструктурного и флуоресцентного рентгеноспектрального анализа,
-приобретение навыков методик расчета спектрального состава тормозного рентгеновского излучения при его прохождении через различные среды; контраста теневого рентгеновского изображения, полученного при просвечивании тормозным рентгеновским излучением объекта с дефектом (инородным включением или воздушной полостью).

3. Знания физических основ рентгеновской техники -вопросов, связанных с генерацией рентгеновского излучения, а также методов исследования вещества с его использованием.

4. Умения рассчитывать спектральный состав тормозного рентгеновского излучения при его прохождении через различные среды; контраст теневого рентгеновского изображения, полученного при просвечивании тормозным рентгеновским излучением объекта с дефектом (инородным включением или воздушной полостью).

5. Владеть навыками применения физики рентгеновского излучения, методиками обработки результатов рентгенологических исследований.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Физика»
2. «Материалы электронной техники»
3. «Квантовая механика и статистическая физика»
4. «Компоненты электронной техники»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Рентгеновские приборы»

2. «Системы сбора, обработки и отображения информации»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-7	Способен осуществлять технологическое сопровождение производства изделий электроники и нанoeлектроники
<i>ПК-7.1</i>	<i>Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования изделий электроники и нанoeлектроники</i>
<i>ПК-7.3</i>	<i>Владеет навыками метрологического сопровождения производства изделий электроники и нанoeлектроники</i>
СПК-2	Готов участвовать в разработке узлов и блоков вакуумной и плазменной электроники и рентгеновских приборов
<i>СПК-2.1</i>	<i>Знает принципы разработки узлов и блоков вакуумной и плазменной электроники и рентгеновских приборов</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	2			
2	Рентгеновское излучение и его свойства	5	8		12
3	Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом	5	4		12
4	Рентгеновские трубки	5	4		12
5	Рентгеновское просвечивание	5	8		12
6	Рентгеноструктурный анализ	5	2		12
7	Рентгеноспектральный анализ	5	8		15
8	Заключение	2		1	
	Итого, ач	34	34	1	75
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Содержание, цель и значение дисциплины для подготовки специалистов в области электронной техники; связь дисциплины с другими дисциплинами специальности. Основные этапы в развитии рентгеновской техники. Применение рентгеновских приборов для решения прикладных задач в промышленности, сельском хозяйстве, медицине и биологии; их роль в решении проблем охраны окружающей среды.
2	Рентгеновское излучение и его свойства	Тормозное и характеристическое излучение. Спектры рентгеновского излучения. Интенсивность. Угловое распределение. Элементарные акты взаимодействия. Рентгеновский фотоэффект. Монохроматизация рентгеновского излучения.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом	Спектральный состав излучения. Ослабление слоев вещества. Рентгеновский фотоэффект. Кинетическая энергия фотоэлектронов. Энергетический спектр фотоэлектронов, энергия связи и влияние конечных состояний. Сдвиги энергии связи, химические сдвиги. Скачки поглощения. Когерентное и некогерентное рассеяние. Влияние рентгенооптической схемы съемки на спектральный состав излучения.
4	Рентгеновские трубки	Классификация рентгеновских трубок. Катоды рентгеновских приборов. Фокусное пятно. Конструкция анодов. Расчет номинальной мощности трубок. Системы охлаждения. Применение теории подобия к расчету систем охлаждения анодов. Вакуумная оболочка. Выпускные окна. Расчет выпускных окон. Стандартизация элементов рентгеновских приборов. Секционированные трубки. Мощные генераторы излучения с вращающимися анодами.
5	Рентгеновское просвечивание	Рентгеновская дефектоскопия. Особенности формирования рентгеновского изображения. Рентгенооптические схемы съемки. Способы регистрации теневого рентгеновского изображения. Особенности микрофокусной рентгенодиагностики. Съемка с прямым увеличением изображения. Контрастно-частотная характеристика теневого рентгеновского изображения.
6	Рентгеноструктурный анализ	Физические основы рентгеновской дифрактометрии. Методы рентгеноструктурного анализа. Современные дифрактометры – особенности конструкции и эксплуатации. Методы анализа изделий электронной техники с помощью дифракции рентгеновского излучения на монокристаллах. Топография монокристаллов. Исследование с помощью рентгеновской дифрактометрии поликристаллических тел. Перспективы и развитие дифрактометрии.
7	Рентгеноспектральный анализ	Особенности и возможности рентгеноспектрального анализа. Особенности пробоподготовки и влияния элементного состава на результаты анализа.
8	Заключение	Основные тенденции и направления развития физики рентгеновского излучения. Новые области применения ионизирующих излучений.

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование физических основ формирования теневого рентгеновского изображения.	8
2. Исследование импульсного источника рентгеновского излучения.	4

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
3. Кристалл-дифракционный рентгеноспектральный анализ.	2
4. Дефектоскопия с использованием рентгенотелевизионной системы.	8
5. Исследование основных принципов обработки изображений.	4
6. Количественный рентгеноспектральный флуоресцентный анализ.	8
Итого	34

4.3 Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	16
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	12
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	12
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
ИТОГО СРС	75

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Потрахов, Николай Николаевич. Микрофокусная рентгенография в медицинской диагностике [Текст] : [монография] / Н. Н. Потрахов, А. Ю. Грязнов, 2012. -102, [1] с.	10
2	Рентгеновские методы контроля и диагностики [Текст] : метод. указания к лаб. работам / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2015. -38 с.	20
Дополнительная литература		
1	Хараджа, Феофан Николаевич. Общий курс рентгенотехники [Текст] / Ф.Н. Хараджа, 1966. -567, [1] с.	91
2	Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий [Текст] : справ. : в 2 кн. / под ред. В. В. Ключева. Кн. 2 / [В. Г. Герасимов [и др.], 1986. -351 с.	10
3	Быстров, Юрий Александрович. Ускорительная техника и рентгеновские приборы [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Электронные приборы" / Ю. А. Быстров, С.А. Иванов, 1983. -288 с.	153

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Сайт практического рентгенолога -Рентгенология, рентген, лучевая диагностика tps://www.zhuravlev.info/
2	Открытое образование -Рентгенотехника https://openedu.ru/program/eltech/XRAY_DPO/
3	Курсы LETIteach https://open.eltech.ru/courses
4	Каталог ГОСТ, ГОСТ Р — национальные стандарты РФ -ФГБУ «Институт стандартизации» https://www.gostinfo.ru/catalog/gostlist/
5	Каталог национальных стандартов https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=12542>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Физика рентгеновского излучения» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины.
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, на вопросы даны частично правильные ответы, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы.
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно.
Отлично	Студент овладел курсом, на все вопросы даны развернутые ответы, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы.

Особенности допуска

Допуск к зачету с оценкой -выполнение всех мероприятий текущего контроля. Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, а также выполнение 2 контрольных работ, оценка за которые выставляется по четырехбалльной шкале.

Совокупность оценок, полученных студентом в результате контрольных мероприятий учитывается преподавателем при проведении промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета. При этом оценка по результатам контрольных работ составляет 60% от общей итоговой оценки, оценка за защиту лабораторных работ -40%.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Заряд и масса электрона.
2	Определение тормозного и характеристического рентгеновского излучения.
3	Чему равен 1 электронвольт?
4	Определение интенсивности излучения.
5	Связь длины волны излучения и энергии кванта этого излучения.
6	Вид спектра тормозного рентгеновского излучения. Изменение границы ТРИ с ростом тока трубки, подаваемого напряжения.
7	КПД рентгеновской трубки.
8	Ослабление слоев вещества.
9	Скачки поглощения. Когерентное и некогерентное рассеяние.
10	Классификация рентгеновских трубок.
11	Катоды и аноды рентгеновских приборов.
12	Системы охлаждения. Вакуумная оболочка. Выпускные окна.
13	Рентгенооптические схемы съемки. Особенности формирования рентгеновского изображения.
14	Особенности микрофокусной рентгенодиагностики.
15	Методы рентгеноструктурного анализа.
16	Современные дифрактометры – особенности конструкции и эксплуатации.
17	Особенности и возможности рентгеноспектрального анализа.
18	Влияние элементного состава на результаты анализа. Особенности пробоподготовки.

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ**Примерный вариант первой контрольной работы**

1 Чему равен заряд электрона?

2 Дайте определение характеристического рентгеновского излучения.

3 Чему равен 1 электронвольт?

4 Дайте определение понятию "интенсивность излучения".

5 Какова масса электрона?

6 Дайте определение тормозного рентгеновского излучения.

7 Как связаны длина волны излучения и энергия кванта этого излучения?

8 Как изменяется коротковолновая граница тормозного спектра РИ с ростом тока трубки?

9 Какой вид имеет спектр тормозного РИ?

10 Каков порядок величины КПД рентгеновской трубки?

Примерный вариант второй контрольной работы

Что из перечисленного является положительным качеством изотопного источника?	<input type="checkbox"/> Легкость варьирования спектра
	<input type="checkbox"/> Высокая интенсивность РИ
	<input checked="" type="checkbox"/> Стабильность излучения
	<input type="checkbox"/> Легкость формирования пучка РИ
Основным преимуществом рентгеновской трубки перед изотопным источником рентгеновского излучения является ...	<input type="checkbox"/> Высокая стабильность
	<input type="checkbox"/> Монохроматичность спектра
	<input type="checkbox"/> Небольшие габариты
	<input checked="" type="checkbox"/> Возможность ее выключить
Какая величина в уравнении Вульфа-Брэгга является неизвестной при проведении спектрального анализа на кристалл-дифракционном рентгеноспектральном анализаторе?	<input type="checkbox"/> Расстояние между атомными плоскостями кристалла
	<input type="checkbox"/> Угол падения РИ на кристалл-анализатор
	<input checked="" type="checkbox"/> Длина волны РИ
	<input type="checkbox"/> Угол падения РИ на исследуемый объект
Какое преимущество дает вакуумирование исследуемого объекта и всей рентгенооптической схемы при рентгеноспектральном анализе?	<input type="checkbox"/> Повышение энергетического разрешения детектора
	<input checked="" type="checkbox"/> Уменьшение ослабления РИ в длинноволновой области
	<input type="checkbox"/> Уменьшение ослабления РИ в коротковолновой области
	<input type="checkbox"/> Позволяет исследовать материалы с высоким Z
Почему в схеме Кошуа невозможно регистрировать излучение легкоатомных элементов?	<input checked="" type="checkbox"/> В ней поглощается длинноволновое излучение
	<input type="checkbox"/> В ней поглощается коротковолновое излучение
	<input type="checkbox"/> Она обладает недостаточным энергетическим разрешением
	<input type="checkbox"/> Она просто плохо работает
В чем отличие схем Иоганна и Иогансона?	<input type="checkbox"/> Они одинаковы
	<input type="checkbox"/> В первой энергетическое разрешение выше
	<input checked="" type="checkbox"/> Во второй выше светосила
	<input type="checkbox"/> Во второй больше диапазон регистрируемых энергий
В методе селективных фильтров фильтр срезает...	<input checked="" type="checkbox"/> Мешающую линию с БОльшей энергией
	<input type="checkbox"/> Мешающую линию с меньшей энергией
	<input type="checkbox"/> Низкоэнергетичное тормозное излучение
	<input type="checkbox"/> Рассеянное излучение трубки
Первичные фильтры в энергодисперсионных спектрометрах в основном применяются для...	<input type="checkbox"/> Красоты
	<input type="checkbox"/> Повышения КПД рентгеновской трубки
	<input type="checkbox"/> Увеличения времени анализа
	<input checked="" type="checkbox"/> Снижения влияния рассеянного излучения трубки
Каково основное преимущество кристалл-дифракционного спектрометра перед энергодисперсионным?	<input type="checkbox"/> Большая скорость работы
	<input type="checkbox"/> Более высокое напряжение трубки
	<input checked="" type="checkbox"/> Более высокое энергетическое разрешение
	<input type="checkbox"/> Большой диапазон регистрируемых элементов
Для анализа точно известных нескольких элементов из сканирующего кристалл-дифракционного спектрометра делают...	<input type="checkbox"/> Энергодисперсионный
	<input type="checkbox"/> Монохроматичный
	<input checked="" type="checkbox"/> Многоканальный
	<input type="checkbox"/> Поликристаллический

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
5	Рентгеновское излучение и его свойства Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом	Коллоквиум
7	Рентгеновские трубки	Коллоквиум
9	Рентгеновское излучение и его свойства Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом Рентгеновские трубки Рентгеновское просвечивание	Контрольная работа
10	Рентгеновское просвечивание	Коллоквиум
12	Рентгеноструктурный анализ	Коллоквиум
15	Рентгеноспектральный анализ	Коллоквиум
16	Рентгеноструктурный анализ Рентгеноспектральный анализ	Контрольная работа
17	Заключение	Коллоквиум

6.4 Методика текущего контроля

Методика текущего контроля на лекционных занятиях.

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80% занятий), по результатам которого студент получает допуск на итоговый коллоквиум.

Методика текущего контроля на лабораторных занятиях.

В процессе обучения по дисциплине «Физика рентгеновского излучения» студент обязан выполнить 6 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждых 2 лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиумов, на которых осуществляется защита лабораторных работ.

Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется индивидуально (или в бригадах по два человека). Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально или в количестве одного отчета на бригаду в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих ра-

бот. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной. Примеры контрольных вопросов приведены в методических указаниях по выполнению лабораторных работ.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы. Примеры контрольных вопросов приведены в методических указаниях по выполнению лабораторных работ. Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, с оценкой:

- «отлично» - на заданные вопросы даны исчерпывающие ответы
- «хорошо» - вопросы раскрыты не полностью
- «удовлетворительно» - ответы в принципе правильны, но в формулировках имеются существенные ошибки
- «неудовлетворительно» - отсутствуют ответы на вопросы или содержание ответа не совпадает с поставленным вопросом

- выполнение 2 контрольных работ, оценка за которые по четырехбалльной

шкале выставляется по следующим критериям:

- «отлично» - 9-10 правильных ответов из 10
- «хорошо» 7-8 правильных ответов из 10
- «удовлетворительно» - 6 правильных ответов из 10
- «неудовлетворительно» - 5 и менее правильных ответов из 10

Совокупность оценок, полученных студентом в результате контрольных мероприятий учитывается преподавателем при проведении промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета. При этом оценка по результатам контрольных (тестовых) работ составляет 60% от общей итоговой оценки, оценка за защиту лабораторных работ - 40%.

Методика текущего контроля самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и лабораторных занятиях студентов по методикам, описанным выше.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, компьютер, проектор, экран, маркерная доска	Windows 7 и выше; Microsoft Office 2007 и выше; Adobe Acrobat Reader; 7-Zip
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, лабораторный стенд для исследования импульсного источника рентгеновского излучения, установка для исследования дефектоскопии с использованием рентгентелевизионной системы, компьютерный стенд для моделирования процессов взаимодействия рентгеновского излучения с веществом, универсальная рентгенодиагностическая установка на основе комплекса «Орел», рабочее место преподавателя	Windows 7 и выше; Microsoft Office 2007 и выше; Adobe Acrobat Reader; Mathcad 15 и выше; Matlab; 7-Zip
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА