

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Димитровградский инженерно-технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ДИТИ НИЯУ МИФИ)

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель руководителя

_____ Т.И. Романовская
« _____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.10 «Рентгеновская компьютерная томография»

Направление подготовки _____ *03.04.02*

Квалификация выпускника _____ *магистр*

Магистерская программа _____ *Медицинская физика*

Форма обучения _____ *очная*

Выпускающая кафедра _____ *общей и медицинской физики*

Кафедра-разработчик рабочей программы _____ *общей и медицинской физики*

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточ- ного контроля (экз./зачет/кр)
4	72 (2)	22	22	-	28	зачет
Итого	72 (2)	22	22	-	28	зачет

Димитровград
2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	3
3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	8
5 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)	10
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ....	16
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	19
9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	19

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Рентгеновская компьютерная томография» является формирование у студентов специальных знаний, умений, а также компетенций в области рентгеновской компьютерной томографии.

Задачи освоения дисциплины:

усвоение основных терминов, определений и единиц системы измерений в области рентгенологии;

изучение источников рентгеновского излучения;

ознакомление с рентгенодиагностическими системами получения изображений

2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Рентгеновская компьютерная томография» направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ и ООП ВО по направлению.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) / Обобщенные трудовые функции
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	объекты использования источников нейонизирующих и ионизирующих излучений	ПК-1 Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	З-ПК-1 знать методы проведения научных исследований и выполнения опытно-конструкторских работ в области физики У-ПК-1 уметь самостоятельно формулировать цели, ставить задачи научных исследований в своей профессиональной сфере; решать физические задачи с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта В-ПК-1 владеть навыками работы на современной аппаратуре, оборудовании; навыками использования информационных технологий в своей профессиональной области	Профессиональный стандарт «40.008. Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами» D.7. Осуществление руководства разработкой комплексных проектов на всех стадиях и этапах выполнения работ
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области	объекты использования источников нейонизи-	ПК-1.1 Способен планировать и организовывать мероприятия по осуществлению науч-	З-ПК-1.1 знать свойства и структуру физических процессов, происходящих в различных средах; теоретические основы и базо-	Профессиональный стандарт «40.008. Специалист по организации и управлению научно-

<p>физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта</p>	<p>рующих и ионизирующих излучений</p>	<p>ных исследований в избранной области экспериментальной и (или) теоретической физики с помощью современной приборной базы</p>	<p>вые представления научного исследования в выбранной области фундаментальной и(или) экспериментальной физики; основные современные методы расчета объекта научного исследования, использующие передовые инфокоммуникационные технологии У-ПК-1.1 уметь определять цели научной работы и способы их достижения, грамотно распределять рабочее время на достижение поставленных целей; управлять трудовыми ресурсами и работой персонала в малой научно-исследовательской группе В-ПК-1.1 владеть навыками организации эффективной совместной работы при проведении теоретических и экспериментальных исследований; прикладными программами для изучения различных физических процессов в электронных устройствах и биологических объектах</p>	<p>исследовательскими и опытно-конструкторскими работами»</p> <p>Обобщенная трудовая функция D.7. Осуществление руководства разработкой комплексных проектов на всех стадиях и этапах выполнения работ</p>
--	--	---	--	--

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

физические основы метода рентгеновской компьютерной томографии, функционирования рентгенодиагностических системы получения изображен, методы обработки, анализа и синтеза физической информации

оборудование для рентгеновской компьютерной томографии, устройство и принципы работы, диапазоны измерений, погрешности приборов

выбор оптимальных параметров и режимов работы регистрирующей аппаратуры, проведение определенных процедур, указанных в программах качества

воздействие ионизирующих излучений на человека, основные принципы и нормы радиационной безопасности пациентов и персонала, нормативные документы по РБ

аппаратное обеспечение рентгеновских компьютерных томографов и назначение их основных блоков. Принципы кодирования информации в томографии. Физические факторы, обеспечивающие контраст и соотношение сигнал/шум изображения. Факторы, влияющие на точность измерений. Возникающие опасные и вредные факторы.

уметь:

использовать основные законы общей и теоретической физики для решения профессиональных задач в области компьютерной медицинской томографии

использовать основные законы естественнонаучных и профильных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

владеть:

способностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследований, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в области медицинской физики

навыками составления и оформления документов в соответствии с требованиями стандартов

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Рентгеновская компьютерная томография» относится к Части, формируемой участниками образовательных отношений Профессионального модуля учебного плана по направлению 03.04.02 Физика.

Дисциплина реализуется кафедрой *общей и медицинской физики* ДИТИ НИЯУ МИФИ.

3.1 Объем дисциплины

Общая трудоемкость (объем) «Рентгеновская компьютерная томография» составляет **2** зачетных единиц (ЗЕТ), **72** академических часа.

Таблица 3.1 – Объем дисциплины по видам учебных занятий

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр
		4
Контактная работа с преподавателем в том числе:		
– аудиторная по видам учебных занятий	44	44
– лекции	22	22
– практические занятия	22	22
– лабораторные работы	0	0
Самостоятельная работа обучающихся в том числе:	28	28
Проработка конспекта лекции	8	8
Подготовка к практическому занятию и его последующая доработка	8	8
Составление глоссария	2	2
Подготовка доклада	4	4
Подготовка реферата (или статьи: аналитической, обзорной; научно-исследовательской работы)	6	6
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	зачет	зачет
Итого по дисциплине	72	72
в том числе в форме практической подготовки	0	0

Таблица 3.2 – Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, включая самостоятельную работу студентов, акад. часы								Формируемые индикаторы освоения компетенций
		Лекции	Практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	Лабораторные работы	в том числе в форме практической подготовки	Самостоятельная работа	в том числе в форме практической подготовки	Всего часов	
1	Физико-технические основы лучевой диагностики	12	10	-	0	-	9	-	31	3-ПК1 У-ПК1 В-ПК1 3-ПК1.1 У-ПК1.1 В-ПК1.1
2	Рентгеновская компьютерная томография	6	10	-	0	-	9	-	25	
3	Специальные рентгенологические методы исследования	4	2	-	0	-	10	-	16	
	ИТОГО	22	22	-	0	-	28	-	72	

3.2 Содержание дисциплины

Таблица 3.3 – Лекционный курс

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции	Трудоемкость, акад. часов
1	1	Рентгенологический метод исследования <i>История открытия рентгеновских лучей: Вильгельм Конрад Рентген и его X-лучи. Основные свойства рентгеновского излучения. Рентгеновская аппаратура. Управление рентгеновскими лучами. Рентгенология, рентгенография и рентгенодиагностика.</i>	4
2	1	Источники рентгеновского излучения. <i>Виды взаимодействия. Взаимодействие квантов рентгеновского излучения с биологическими тканями. Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом. Фотоэлектрический эффект. Проблемы, связанные с полихроматичностью рентгеновского излучения. Физические проблемы, связанные с получением данных в реконструктивной томографии. Основные принципы и нормы радиационной безопасности пациентов и персонала</i>	4
3	1	Рентгеновское изображение и его свойства <i>Рентгенодиагностические системы получения изображения. Формирование рентгеновского изображения. Особенности рентгеновского изображения. Основные свойства рентгеновского изображения. Основы формирования изображения. Факторы, определяющие информативность рентгеновского изображения. Факторы, влияющие на качество изображения. Факторы, влияющие на геометрическое искажение объекта. Экраны и плёнка. Артефакты рентгенографии, причины и их устранение. Критерии оценки рентгенограммы. Цифровые технологии получения рентгеновского изображения.</i>	4
4	2	Рентгеновская компьютерная томография. <i>История возникновения и развития. Типы рентгеновских компьютерных томографов. Термины и понятия, используемые в рентгенодиагностике. Конфигурация компьютерного томографа. Устройство и принцип работы R-геновской трубки. Современные рентгеновские трубки. Послойная рентгенография (томография). Реконструкция изображений в компьютерной томографии. Режимы сканирования. Качество изображения. Артефакты изображений в компьютерной томографии. Моделирование процесса реконструкции. Методы сравнения изображений. Характеристики качества изображения.</i>	6
5	3	Специальные рентгенологические методы исследования <i>Методы искусственного контрастирования (прямое и непрямое контрастирование). Методы, регулирующие размеры получаемого изображения (телерентгенография и прямое увеличение рентгеновского изображения). Методы пространственного исследования (линейная и компьютерная томография, панорамная томография, панорамная зонография). Методы регистрации движений.</i>	4
Итого:			22
в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий			-

Таблица 3.4 – Практические занятия

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия	Трудоемкость, акад. часов
1	1	Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом <i>Рассеяние рентгеновских лучей. Классическая теория рассеяния рентгеновских лучей. Коэффициент рассеяния. Зависимость интенсивности рассеянного излучения от направления. Квантовая теория рассеяния рентгеновских лучей (эффект Комптона). Вторичные процессы при взаимодействии рентгеновских лучей с веществом. Ослабление интенсивности пучка однородных рентгеновских лучей вследствие поглощения и рассеяния.</i>	4
2	1	Основные принципы и нормы радиационной безопасности пациентов и персонала <i>Радиочувствительность органов и тканей. Современные принципы и подходы к фракционированию дозы облучения. Санитарно-гигиенические требования к устройству и оборудованию отделения компьютерной томографии. Меры защиты медицинского персонала, пациентов и населения. Лучевая безопасность на рабочих местах.</i>	2
3	1	Контраст и нерезкость изображений <i>Понятие артефакта и основные артефакты, препятствующие чтению и анализу томограмм. Способы устранения артефактов. Контраст и нерезкость изображений. Шум и доза. Получение данных в реконструктивной томографии. Элементы объема, изображения и числа Хаунсфилда.</i>	2
4	1	Полихроматический артефакт. Другие источники погрешностей. Статистика фотонов. Изменение энергетического спектра рентгеновского излучения.	2
5	2	Компьютерная обработка изображений. <i>Физические и технические основы компьютерной томографии. Цифровая обработка сигналов. Понятие реконструкции изображения. Электронная обработка компьютерных томограмм. Общие принципы оценки диагностической информации, содержащейся в компьютерных томографах.</i>	4
6	2	Типы рентгеновских компьютерных томографов. <i>Физика компьютерной томографии. Пять типов РКТ. Основы устройства рентгеновского компьютерного томографа. Устройство рентгеновской части аппарата. Устройство вычислительной части аппарата. Наиболее частые неисправности и способы их устранения.</i>	4
7	2	Моделирование процесса реконструкции. <i>Методы сравнения изображений. Характеристики качества изображения.</i>	2
8	3	Современные принципы и методики компьютерно-томографической диагностики. <i>Определение показаний к применению специальных методик исследования. Рациональные приемы проведения дифференциальной диагностики. Проведение исследования с применением контрастных веществ.</i>	2
Итого:			22
в том числе в форме практической подготовки			

Таблица 3.5 – Лабораторные работы

№ за- нятия	Номер раздела	Наименование лабораторной работы и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, акад. часов
учебным планом не предусмотрены			
Итого:			
в том числе в форме практической подготовки			

Таблица 3.6 – Самостоятельная работа студента

Раздел дис- циплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента	Трудоемкость, часов
1-3	1.1	Проработка конспекта лекции	8
	1.2	Подготовка к практическому занятию и его последующая доработка	8
	1.3	Составление глоссария	2
	1.4	Подготовка доклада	4
	1.5	Подготовка реферата (или статьи: аналитической, обзорной; науч- но-исследовательской работы)	6
ИТОГО:			28

4 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы и дающие наиболее эффективные результаты освоения дисциплины:

1. ЛЕКЦИЯ, мастер-класс (Лк, МК) – передача учебной информации от преподавателя к студентам, как правило с использованием компьютерных и технических средств, направленная в основном на приобретение студентами новых теоретических и фактических знаний. Наиболее распространенные виды (формы) организации учебного процесса для достижения определенных результатов обучения и компетенций:

Информационная лекция.

Проблемная лекция – в отличие от информационной лекции, на которой сообщаются сведения, предназначенные для запоминания, на проблемной лекции знания вводятся как «неизвестное», которое необходимо «открыть». Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. При этом выдвигаемая проблема требует не однотипного решения, готовой схемы которого нет. Данный тип лекции строится таким образом, что деятельность студента по ее усвоению приближается к поисковой, исследовательской. На подобных лекциях обязателен диалог преподавателя и студентов.

Лекция-визуализация – учит студента преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, выделяя при этом наиболее значимые и существенные элементы. На лекции используются схемы, рисунки, чертежи и т.п., к подготовке которых привлекаются обучающиеся. Проведение лекции сводится к связному развернутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных пособий. При этом важна логика и ритм подачи учебного материала. Данный тип лекции хорошо использовать на введении студентов в новый раздел, тему, дисциплину.

Лекция с разбором конкретной ситуации, изложенной в устно или в виде короткого диафильма, видеозаписи и т.п.; студенты совместно анализируют и обсуждают представленный материал.

2. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА (СР) – изучение студентами теоретического материала, подготовка к лекциям, лабораторным работам, практическим и семинарским занятиям, оформление конспектов лекций, написание рефератов, отчетов, курсовых работ, проектов, работа в электронной образовательной среде и др. для приобретения *новых теоретических и фактических знаний, теоретических и практических умений.*

3. КОНСУЛЬТАЦИЯ, тьюторство (Конс., тьют.) – индивидуальное общение преподавателя со студентом, руководство его деятельностью с целью передачи опыта, углубления *теоретических и фактических знаний*, приобретенных студентом на лекциях, в результате самостоятельной работы, в процессе выполнения курсового проектирования и др.

4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ (Пр. зан.) – решение конкретных задач (математическое моделирование, расчеты и др.) на основании теоретических и фактических знаний, направленное в основном на приобретение новых *фактических знаний и теоретических умений*.

5. СЕМИНАР, КОЛЛОКВИУМ (Сем., колл.) – систематизация теоретических и фактических знаний в определенном контексте (подготовка и презентация материала по определенной теме, обсуждение ее, формулирование выводов и заключения), направленная в основном на приобретение новых *фактических знаний и теоретических умений*.

Типы практических занятий, используемых при изучении дисциплины:

Кейс-метод. Его название происходит от английского слова «кейс» – папка, чемодан, портфель (в то же время «кейс» можно перевести и как «случай, ситуация»). Процесс обучения с использованием кейс–метода представляет собой имитацию реального события, сочетающую в целом адекватное отражение реальной действительности, небольшие материальные и временные затраты и вариативность обучения. Учебный материал подается студентам виде проблем (кейсов), а знания приобретаются в результате активной и творческой работы: самостоятельного осуществления целеполагания, сбора необходимой информации, ее анализа с разных точек зрения, выдвижения гипотезы, выводов, заключения, самоконтроля процесса получения знаний и его результатов.

Тренинг. Специальная систематическая тренировка, обучение по заранее отработанной методике, сконцентрированной на формировании и совершенствовании ограниченного набора конкретных компетенций.

Основные виды образовательных технологий

Дистанционные образовательные технологии – образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Примерами применения дистанционных образовательных технологий являются занятия, на которых обучающийся не присутствует (скажем, по болезни), но выполняет задания и общается с преподавателем по электронной почте, или преподаватель консультирует обучающихся во внеурочное время через блог или сайт.

Виды дистанционного обучения: лекции (сетевые или видеозапись), виртуальные экскурсии, практические работы (семинары), проектная деятельность, телеконференции со специалистами, форумы, обсуждения, дискуссии, консультации индивидуальные или групповые, тестирование.

Кейсовая-технология основывается на использовании наборов (кейсов) текстовых, аудиовизуальных и мультимедийных учебно-методических материалов и их рассылке для самостоятельного изучения учащимся при организации регулярных консультаций у преподавателей.

Телевизионно-спутниковая технология основана на применении интерактивного телевидения: теле- и радиолекции, видеоконференции, виртуальные практические занятия и т.д.

Сетевые технологии используют телекоммуникационные сети для обеспечения учащихся учебно-методическим материалом и взаимодействия с различной степенью интерактивности между преподавателем и учащимся.

Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам (теоретически к неограниченному объему и скорости доступа), увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки и объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

Работа в команде – совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности.

Case-study - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений.

Игра – ролевая имитация студентами реальной профессиональной деятельности с выполнением функций специалистов на различных рабочих местах.

Проблемное обучение – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Контекстное обучение – мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. При этом знания, умения, навыки даются не как предмет для запоминания, а в качестве средства решения профессиональных задач.

Обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения.

Индивидуальное обучение – выстраивание студентом собственной образовательной траектории на основе формирования индивидуальной образовательной программы с учетом интересов студента.

Междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

Опережающая самостоятельная работа – изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

5 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

Входной контроль не предусмотрен

Текущий контроль студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), ведущими практические занятия по дисциплине.

Используемые формы контроля и пример типового задания.

Практическая работа

Практическая работа – это задание для студента, которое должно быть выполнено по теме, определенной преподавателем. Главная цель проведения практической работы заключается в выработке у студента практических умений, связанных с обобщением и интерпретацией тех или иных научных материалов. Используются как метод оценивания уровня сформированности у обучающихся компетенций ПК2 в процессе освоения дисциплины.

Практическая работа №1

Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом

Цель работы: познакомиться вопросом рассеяния рентгеновских лучей

Вопросы для обсуждения:

Рассеяние рентгеновских лучей

Классическая теория рассеяния рентгеновских лучей.

Коэффициент рассеяния.

Зависимость интенсивности рассеянного излучения от направления.

Фотоэлектрический эффект

Квантовая теория рассеяния рентгеновских лучей (эффект Комптона).

Рэлеевско-Томсоновское (когерентное) рассеяние и парное производство

Вторичные процессы при взаимодействии рентгеновских лучей с веществом.

Ослабление интенсивности пучка однородных рентгеновских лучей вследствие поглощения и рассеяния.

Контрольные вопросы:

Кто, где, когда и при каких обстоятельствах открыл X-лучи?

Что такое рентгеновское излучение?

Перечислите свойства рентгеновского излучения.

Каково устройство рентгеновской трубки?

Каким образом генерируется рентгеновское излучение?

Какие основные методики рентгенологического исследования вы знаете? Опишите физические основы получения изображения при каждой из них.

Каковы показания к проведению рентгенологического исследования?

Доклады

Доклады используются как метод оценивания уровня сформированности у обучающихся компетенций ПК-2 в процессе освоения дисциплины.

Тематика докладов доводится до сведения обучающихся за 2 недели до презентации, предполагает выполнение в мини-группах (по 2 человека) или индивидуально.

На презентацию доклада отводится 8-10 мин.

Примерные темы докладов:

Генерация излучения в рентгеновской трубке

Рентгенодиагностика

Теоретическая основа для восстановления томографических изображений

Квантовая теория рассеяния рентгеновских лучей (эффект Комптона)

Математический метод восстановления изображений с использованием конечного числа проекций

Показания к применению рентгенологического метода

Реконструкция изображения

Шум и доза

Компьютерная обработка изображений

Получение и обработка изображений в КТ

Детекторы КТ

Уравнение Вульфа-Брегга

Свойства рентгеновских лучей

Сцинтилляционные и ионизационные детекторы. Коллиматоры рентгеновского излучения: их устройство и назначение.

Характеристические пики в рентгеновских спектрах и физический механизм их возникновения.

Применения рентгеновской томографии в медицине.

Источники рентгеновского излучения для медицинских применений.

Особенности взаимодействия рентгеновского излучения с биологическими тканями.

Тестирование

Тесты используются как метод оценивания уровня сформированности у обучающихся компетенций ПК-2 в процессе освоения дисциплины.

Выделяют следующие основные типы тестовых заданий (ТЗ): выбор одного варианта ответа из предложенного множества, выбор нескольких верных вариантов ответа из предложенного множества, задания на установление соответствия, задание на установление правильной последовательности, задание на заполнение пропущенного ключевого слова, графическая форма тестового задания и др.

Время выполнения 15-25 мин.

Пример теста:

Выбор одного варианта ответа из предложенного множества

Получение рентгеновских лучей можно разделить на следующие этапы

а. получение пучка рентгеновских лучей

б. термоэлектронная эмиссия на спирали катода

в. взаимодействии рентгеновского излучения и объекта исследования

г. подача на электроды тока высокого напряжения

(ответ: б, г, а)

Защита расстоянием основана на _____ свойстве рентгеновских лучей

- а. 1
- б. 3
- в. 6
- г. 9

(ответ: в – 6 свойство – уменьшение интенсивности излучения в зависимости от расстояния)

Отрицательное влияние рассеянного излучения можно снизить при помощи:

- а. отсеивающей решетки
- б. повышения напряжения
- в. рентгеновских фильтров
- г. усиливающих экранов

(ответ: а)

Защита от излучения рентгеновского аппарата необходима:

- а. круглосуточно
- б. в течение рабочего дня
- в. только во время рентгеноскопических исследований
- г. только во время генерирования рентгеновского излучения

(ответ: г)

Рентгенопневмополиграфия дает наибольшую информацию об изменениях

- а. корней легких
- б. средостения
- в. вентиляции легких
- г. легочного рисунка

(ответ: в)

Что является основой изображения органов на КТ:

- а. высокая разрешающая способность
- б. построение изображения на основе шкалы Хаунсфилда
- в. естественная контрастность
- г. плотность органов

(ответ: б)

Выбор нескольких верных вариантов ответа из предложенного множества

Различное поглощение излучения различными по плотности средами. Способность поглощаться средами, зависит:

- а. способности вызывать свечение люминофоров (на этом свойстве основана рентгеноскопия)
- б. от длины волны излучения - чем больше длина волны, тем больше поглощение
- в. способности проникать через вещества и среды, непрозрачные для видимого света
- г. от свойств вещества – его атомного веса, толщины, плотности (на этом свойстве основано получение изображения за счёт естественной контрастности, искусственного контрастирования и защита от излучения)

(ответ: б, г)

В качестве приемника рентгеновского изображения используются:

- а. флюоресцентный экран;
- б. телесистема;
- в. рентгеновская пленка;
- г. специальные детекторы – цифровые электронные панели.

(ответ: а, в, г)

В настоящее время существует три основных технологии цифрового способа получения рентгеновского изображения:

- а. рентгенография с использованием аналого-цифрового преобразователя
- б. рентгенография на запоминающих люминофорах
- в. рентгеновский снимок
- г. прямая цифровая рентгенография (рентгенография с использованием цифровой матрицы)

(ответ: а, б, г)

Задания на установление соответствия

3. Сопоставьте понятия и их определения «Основные свойства рентгеновского излучения»

1	Проникающая способность	А	способность преобразовывать электрически нейтральную среду в электропроводную (способность образовывать ионы)
2	Прямолинейное распространение	Б	способность проникать через вещества и среды, непрозрачные для видимого света
3	Ионизирующее действие	В	способность вызывать изменения в биологических тканях
4	Биологический эффект	Г	рентгеновское излучение всегда распространяется прямолинейно расходящимся пучком

(ответ: 1-Б, 2-Г, 3-А, 4-В)

Задание на установление правильной последовательности

Расположите элементы списка в необходимой последовательности

- а. Разработан первый компьютерный томограф
- б. Теоретическая основа для восстановления томографических изображений
- в. Математический метод восстановления изображений с использованием конечного числа проекций
- г. Вильгельм Рентген был удостоен первой Нобелевской премии в области физики

(ответ: г, б, в, а)

- а. Осуществлена рентгенологическая визуализация почек
- б. В Санкт-Петербургском и Московском Университетах начато изучение рентгенологического метода
- в. Открыт в г. Санкт-Петербурге первый в мире рентгенологический, радиологический и раковый институт
- г. Синтезированы водорастворимые йодсодержащие ионные рентгеноконтрастные препараты для внутрисосудистого введения

(ответ: б, в, а, г)

Задание на заполнение пропущенного ключевого слова (открытая форма задания)

Вставьте пропущенное слово:

Рентгеновское излучение относится к _____ излучению и распространяется в виде потоков квантов (фотонов) со скоростью света. Кванты не имеют _____.

(ответ: 1 - квантовому, 2 – электрического заряда)

В зависимости от разной степени поглощения рентгеновского излучения _____, на экране или плёнке возникает изображение, составленное участками различной _____, т. е. изображение за счёт естественной контрастности.

(ответ: 1 - тканями и органами; 2 - оптической плотности)

_____ контрастностью называется способность органов и тканей неодинаково поглощать рентгеновское излучение из-за их разной толщины и _____.

(ответ: 1 – Естественной, 2 - химического состава)

Реферат

Реферат является одним из видов текущего контроля и оценки его знаний, умений и навыков, уровня сформированности компетенций ПК-2 при освоении учебного модуля в процессе освоения дисциплины.

Это конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

Цель: тематика должна быть актуальной, соответствовать современному уровню и перспективам развития соответствующих областей науки, а по своему содержанию и направленности отвечать задачам подготовки высококвалифицированных специалистов.

Задача: раскрытие темы и определения новизны в указанной области.

Примерный список тем рефератов

- Флуоресцентная томография
- Современные томографы
- Средства и методы современной рентгенографии
- Физические основы ядерной медицины
- Методы и средства медицинской визуализации
- Основы рентгенодиагностической техники
- Кольцевые артефакты
- Артефакты из-за наличия шума в изображении
- Металлические артефакты
- Увеличение жесткости излучения
- Артефакты «Вне поля исследования»
- Артефакты движения объекта исследования
- Методики рентгенологического исследования
- Методики с применением искусственного контрастирования
- Основы и клиническое применение рентгенологического метода диагностики
- Карта изодозных кривых. Распределение дозы ионизирующего излучения в пространстве и времени
- Радиобиологические основы лучевой терапии
- Определение относительной биологической эффективности (ОБЭ) различных видов излучений

Радиочувствительность органов и тканей Современные принципы и подходы к фракционированию дозы облучения.

Промежуточный контроль

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме **зачета**, проводится по графику зачетной недели/экзаменационной сессии.

Зачет является основной формой контроля и оценивания сформированности у обучающихся компетенций по результатам освоения дисциплины.

Зачет проводится в следующих вариациях:

в устной форме по билетам

в форме тестирования

в защите выбранной научно-исследовательской работы (реферата)

в представлении научной статьи с презентацией.

Примерный перечень вопросов:

Рентгенология. Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом.

Вторичные процессы при взаимодействии рентгеновских лучей с веществом.

Рассеяние рентгеновских лучей. Классическая теория рассеяния рентгеновских лучей.

Контраст и нерезкость изображений.

Рентгенография и рентгендиагностика.

Рентгенодиагностические системы получения изображения.

Взаимодействие квантов рентгеновского излучения с биологическими тканями.

Фотоэлектрический эффект.

Виды взаимодействия рентгеновских лучей с веществом.

Коэффициент рассеяния Зависимость интенсивности рассеянного излучения от направления.

Шум и доза.

Квантовая теория рассеяния рентгеновских лучей (эффект Комптона).

Источники рентгеновского излучения.

Получение данных в реконструктивной томографии. Физические проблемы, связанные с получением данных в реконструктивной томографии.

Полихроматический артефакт. Другие источники погрешностей.

Проблемы, связанные с полихроматичностью рентгеновского излучения.

Многосрезовая компьютерная томография.

Ослабление интенсивности пучка однородных рентгеновских лучей вследствие поглощения и рассеяния.

Реконструкция изображений в компьютерной томографии.

Типы рентгеновских компьютерных томографов.

Элементы объема, изображения и числа Хаунсфилда.

Статистика фотонов. Изменение энергетического спектра рентгеновского излучения.

Компьютерная обработка изображений.

Рентгеновская компьютерная томография. Пять типов РКТ.

Математическое моделирование томографических систем.

Методы сравнения изображений.

Моделирование процесса реконструкции.

Компьютерная медицинская томография. Принцип компьютерной томографии.

Характеристики качества изображения.

Конфигурация компьютерного томографа.

Реконструкция изображений в компьютерной томографии.

Основные принципы и нормы радиационной безопасности пациентов и персонала

Примеры билетов

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Дмитровградский инженерно-технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ДИТИ НИЯУ МИФИ)

Физико-технический факультет
Кафедра общей и медицинской физики

Специальность (направление)
03.04.02 «Физика»
профиль «**Медицинская физика**»
Семестр **4**

Дисциплина
«**Рентгеновская компьютерная томография**»

Форма обучения **очная**

Билет № 1

1. Рентгеноскопия
2. Рентгеновская трубка

Составил: _____
(подпись) (ФИО)

Утверждаю:
Зав. кафедрой _____
(подпись) (ФИО)

«__» _____ 20__ года

«__» _____ 20__ года

Фонд оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, приведен в Приложении.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 7.1 – Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

№ п/п	Автор	Название	Место издания	Наименование издательства	Год издания	Количество экземпляров
Основная литература						
1	Климанов В.А.	Физика ядерной медицины. Ч.1: Физический фундамент ядерной медицины, устройство и основные характеристики гамма-камер и коллиматоров у-излучения, однофонная эмиссионная томографии, реконструкция распределений радионуклидов в организме человека, получения радионуклидов.	Москва	НИЯУ МИФИ	2012	15
2	В. Н. Беляев, В. А. Климанов.	Физика ядерной медицины. Ч.2 : Позитронно-эмиссионные сканеры, реконструкция изображений в позитронно-эмиссионной	Москва	НИЯУ МИФИ	2012	10

		томографии, комбинированные системы ПЭТ/КТ и ОФЭКТ/ПЭТ, кинетика радиофармпрепаратов, радионуклидная терапия, внутренняя дозиметрия, радиационная безопасность.				
3	Илясов, Л. В.	Физические основы и технические средства медицинской визуализации : учебное пособие для вузов	СПб	Лань	2021	Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/171857
4	В. Р. Гитлин [и др.]	Рентгеновское излучение : учебное пособие	Воронеж	ВГУ	2017	Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/154856
5	Черняев А.П., Волков Д.В., Лыкова Е.Н.	Физические методы визуализации в медицинской диагностике: Учеб. пособие	Москва	ООП физического факультета МГУ	2019	Режим доступа: http://nuclphys.sinp.msu.ru/mpf/Vizualization.pdf
Дополнительная литература						
1	Марусина М.Я., Казначеева А.О.	Современные виды томографии. Учебное пособие	СПб	СПбГУ ИТМО	2006	Режим доступа: https://books.ifmo.ru/file/pdf/118.pdf
2	Торстен Б. Мёллер, Эмиль Райф	Атлас рентгенологических укладок: пер. с англ. / Под ред. Т. Б. Мёллер и др	Москва	Мед. лит	2005	Режим доступа: https://www.cpkmed.ru/materials/E1_Biblio/AktualDoc/rentgenologija/2.pdf
3	Матиас Хофер	Компьютерная томография. Базовое руководство – 2-е издание, переработанное и дополненное	Москва	Мед. лит	2008	Режим доступа: https://studfile.net/preview/1660430/
	Н. А. Бархатова, С. В. Сергийко, В. А. Привалов, И. В. Бархатов	Основы лучевой диагностики : учебное пособие	Челябинск	ЮУГМУ	2016	Режим доступа https://e.lanbook.com/book/197301

7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень рекомендуемых Интернет сайтов:

Лучевая диагностика – <http://www.medscape.org/radiology>

Портал радиологов – <http://radiomed.ru/>

Российский электронный журнал лучевой диагностики – <http://rejr.ru/>

Российское общество клинической онкологии (RUSSCO) – <http://www.rosoncoweb.ru>

<http://www.hematology.ru>

<http://oncology.ru>

<http://www.doktor.ru/onkos>

<http://03.ru/oncology>

http://science.rambler.ru/db/section_page.html?s=111400140&ext_sec=

<http://www.consilium-medicum.com/media/onkology>

<http://www.esmo.ru>

<http://www.lood.ru>

<http://www.niioncologii.ru>

Журнал «Медицинская радиология и радиационная безопасность». <https://medradiol.fmbafmbc.ru/>

Журнал «Медицинская физика». <http://medphys.amphr.ru/>

Газета «Медицинская газета». <http://xn--c1ain0a.xn--p1ai/>
 Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Физика. Физико-математические науки <https://og-ti.ru/>
 Журнальный портал ФТИ им. А.Ф. Иоффе. Техническая физика <https://journals.ioffe.ru/>
 Внутрисосудистое УЗИ (ВСУЗИ) : новые достижения и новые исследования. <http://www.med-scarpm/viewarticle/446507>
 Физика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина, МИФИ2 – www.ph4s.ru
 Сайт «Элементы большой науки» <http://www.elementy.ru>
 Энциклопедия физики и техники <http://www.femto.com.ua/index1.html>
 Журнал «Биомедицинская радиоэлектроника». https://elibrary.ru/title_about.asp?id=66917

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>)
 Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
 Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
 Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).
 Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).
 Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
 Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).
 Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).
 Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).
 Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).
 Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).
 Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).
 Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).
 Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
 Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
 Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
 Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).
 Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).
 Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).
 Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>).
 Russian Science Citation Index (RSCI) - Мультидисциплинарная база с большей представленностью изданий по наиболее актуальным для российской науки предметным областям clarivate.ru
 Oxford University Press (полнотекстовая база данных журналов издательства Оксфордского университета) <http://archive.neicon.ru/>

Таблица 7.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

№	Наименование ресурса	Тематика
1	Научная электронная библиотека https://elibrary.ru	лучевая диагностика, томография компьютерная, рентгеновское излучение, радиационная безопасность
2	Электронная библиотечная система издательства Лань, www.e.lanbook.com .	
3	Фонд электронно-библиотечной системы образовательных и просветительских изданий Iqlib, www.Iqlib.ru	
4	Образовательная платформа «Юрайт», https://urait.ru/	
5	Электронное периодическое издание «KnigaFund.Ru», http://www.knigafund.ru/books/149292/read	
6	Znanium.com https://znanium.com/	
7	Национальная электронная библиотека http://rusneb.ru/	

7.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7.3 – Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Наименование	Краткое описание
1	MS Office (Word, Excel, Power Point)	оформление текста, расчет, создание презентаций
2	https://docs.google.com/ Документы, Таблицы, Формы, Презентации	
3	ONLYOFFICE Desktop Editors - Свободный Офисный Пакет	
4	JPDF Viewer, Foxit Reader	просмотрщик PDF-файлов

Таблица 7.4 – Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1	Гарант	правовая	https://www.garant.ru/
2	Консультант	правовая	https://www.consultant.ru/

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	Компьютерный класс (общей и медицинской физики) № 101 Учебная аудитория для проведения учебных занятий. посадочных мест 9/16, площадь 59,42 кв.м. Технические средства обучения: компьютеры (монитор, системный блок, клавиатура, мышка), проектор, экран. Программное обеспечение: ОС Windows XP, MicrosoftOffice 10	433510, Ульяновская область, г. Дмитровград, ул. Куйбышева, 294

9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Конституцией Российской Федерации. Принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020 – ст. 43 – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/ ;

– Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 №273-ФЗ (ред. от 17.02.2021), ст. 5, 71, 79 – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ ;

– Федеральным законом от 24.11.1995 №181-ФЗ (ред. от 07.03.2017) «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» – Глава III. Ст. 9. ,Ст. 11. Глава IV. Ст. 1 – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8559/ ;

– Федеральным законом «О ратификации Конвенции о правах инвалидов» от 03.05.2012 №46-ФЗ – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129200/ ;

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением об организации обучения студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья в НИЯУ МИФИ, утвержденным 29.08.2017 г. https://mephi.ru/content/public/uploads/files/education/docs/pl_7.5-15_ver_2.2_0.pdf ;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (приложение к письму Минобрнауки от 16 апреля 2014 г. №05-785) http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_159405/73804ce294dfe53d86ae9d22b5afde310dc506f7/ ;
- Требованиями к организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в профессиональных образовательных организациях, в том числе оснащенности образовательного процесса» (приложение к письму Минобрнауки от 18 марта 2014 г. №06-281) http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_57872/7d7f56523837be788b6cfa5578482a6b178918d3/ .

9.1 Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
 - продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
 - продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут

