



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВПО «ИГУ»

Кафедра экспериментальной физики



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
Рябиков В.В.
30 мая 2014 г.

Рабочая программа дисциплины

Код дисциплины **БЗ.В.ДВ.5.1**

Наименование дисциплины **Физические основы медицинской томографии**

Рекомендуется для направлений подготовки специальностей

011200.62 **Медицинская физика**

Степень (квалификация) выпускника **бакалавр**

Согласовано с УМК факультета (института)

Протокол № ___ от « ___ » _____ 20__ г.

Председатель _____

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 9
От « 29 » _____ апреля _____ 2014 г.

Зав.кафедрой _____ Раджабов Е.А.

Иркутск 2014 г.

Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП.	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	4
5. Содержание дисциплины (модуля)	5
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	
5.2 Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	
5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.	7
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	7
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):	7
а) основная литература;	
б) дополнительная литература;	
в) программное обеспечение;	
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).	7
10. Образовательные технологии	7
11. Оценочные средства. (ОС).	8

1. Цели и задачи дисциплины:

Цели: сформировать у студентов понимание тех физических процессов, которые используются в медицинской томографии.

Формирование профессиональной компетентности в соответствии с развитием у учащихся качеств личности безопасного типа, осваивающей основы медицинской томографии и защиты человека и общества от современного комплекса опасных факторов.

Задачи: студент в результате изучения курса должен знать физические основы процессов взаимодействия ионизирующих излучений с веществом, влияние этих излучений на человека, а также владеть методами детектирования ионизирующих излучений применительно к медицинской томографии. Иметь представление о квантовой механике, ядерной физике, оптике и спектроскопии.

Знать основные способы обнаружения ионизирующего излучения. Различать свойства сцинтилляционных детекторов и уметь их применять в медицинской томографии.

Изучить основные методы медицинской томографии. Освоить способы восстановления изображений в томографии.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Физические основы медицинской томографии» в фундаментальном образовании бакалавров-физиков по профилю «медицинская физика» базируется на теоретических представлениях и математико-аналитическом аппарате таких дисциплин математического и естественнонаучного цикла как «Оптика», «Квантовая механика», «Физика твердого тела» и «Биофизика».

При освоении дисциплины «Физические основы медицинской томографии» студенты должны иметь навыки работы с учебной и научной литературой, иметь навыки работы с персональным компьютером достаточные для самостоятельного освоения пользовательского интерфейса и функциональных возможностей пакетов программ для научных и инженерных расчетов и обработки экспериментальных данных (Matlab, Mathcad, Originlab Origin и др.).

Знания, полученные при освоении дисциплины «Физические основы медицинской томографии», необходимы при выполнении студентом квалификационных работ в течение всего курса обучения по профилю «медицинская физика».

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций:

Общекультурные компетенции (ОК): ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-6, ОК-12

Профессиональные компетенции (ПК): ПК-3, ПК-4, ПК-5

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные физические процессы взаимодействия фоновых и нейтронных излучений с веществом;
- основные физические процессы взаимодействия заряженных частиц с веществом;
- виды медицинской томографии
- процессы, происходящие в сцинтилляторе
- основные характеристики сцинтиллятора
- базовые принципы восстановления изображений в медицинской томографии

Уметь:

- проводить теоретические расчеты поглощенной дозы;
- измерять основные характеристики сцинтиллятора

Владеть:

Счетчики Гейгера. Конденсаторные камеры. Полупроводниковые детекторы. Сцинтилляционный метод.

Тема 5. Процессы преобразования энергии в сцинтилляционных детекторах

Генерация электрон-дырочных пар. Образование дефектов. Процессы переноса возбуждения. Люминесценция. Сцинтилляторы для медицинской томографии.

Тема 6. Основные свойства сцинтилляционных детекторов

Время затухания свечения. Световой выход. Энергетическое разрешение. Радиационная стойкость кристаллов. Плотность.

Тема 7. Принципы регистрации сигнала со сцинтилляционного детектора

Понятие амплитудного спектра импульсов. Преобразование оптических фотонов в электрический сигнал. Принципы регистрации с помощью фотоэлектронного умножителя. Принципы регистрации с помощью лавинных фотодиодов. Обработка и преобразование сигналов от сцинтилляционного детектора. Принципы работы АЦП. Обработка полученного амплитудного спектра импульсов. Одноэлектронный, импульсный и токовый режимы. Непропорциональность.

Тема 8. Медицинская томография с использованием ионизирующих излучений

Принципы компьютерной томографии. Основы позитрон-эмиссионной томографии (PET томография). Основы однофотонной эмиссионной компьютерной томографии. Пороговые и стохастические эффекты. Категории облучаемых лиц. Система ограничения доз. Предельная доза. Предельно допустимые уровни внешних потоков ионизирующего излучения. Контроль внутреннего облучения. Облучение большими дозами. Нормы радиационной безопасности.

Тема 9. Медицинская томография с использованием ядерного магнитного резонанса

Ядерный магнитный резонанс. Основные принципы магнитно-резонансной томографии. Диффузионная томография. Томография турбо спин-эхо. Эхо-планарная томография. Химические контрастирующие агенты. Классификация тканей.

Тема 10. Математические основы томографии

Обратная задача рассеяния. Преобразование Радона. Системы визуализации и математические модели. Практическая томография. Приближенное решение обратной задачи.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1.	Взаимодействие излучений с веществом	

5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	Всего
1	Тема 1	Введение	1					1
2	Тема 2	Источники ионизирующего излучения	2					2
3	Тема 3	Взаимодействие ионизирующего излучения с	2					2

		веществом						
4	Тема 4	Методы регистрации ионизирующего излучения	2			4		6
5	Тема 5	Процессы преобразования энергии в сцинтилляционных детекторах	3			4		7
6	Тема 6	Основные свойства сцинтилляционных детекторов	2			4		6
7	Тема 7	Принципы регистрации сигнала со сцинтилляционного детектора	3			4		7
8	Тема 8	Медицинская томография с использованием ионизирующих излучений	3			4		7
9	Тема 9	Медицинская томография с использованием ядерного магнитного резонанса	3			4		7
10	Тема 10	Математические основы томографии	3					3

6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
	Тема 4	Введение в сцинтилляционный метод. Измерение амплитудного спектра импульсов сцинтиллятора NaI-Tl	4	практические и творческие задания, собеседование, отчеты	ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-6, ОК-12, ПК-3, ПК-4, ПК-5
	Тема 5	Измерение поглощенной дозы термолюминесцентным методом с использованием монокристаллического детектора на основе фтористого лития	4	практические и творческие задания, собеседование, отчеты	
	Тема 6	Измерение светового выхода сцинтилляционного детектора. Калибровка АЦП. Изучение методов обработки амплитудных спектров	4	практические и творческие задания, собеседование, отчеты	

		импульсов.		
	Тема 7	Пропорциональность сцинтилляционного детектора. Изучение явления непропорциональности.	4	практические и творческие задания, собеседование, отчеты
	Тема 8	Дозиметрия с использованием дозиметра с ионизационной камерой	4	практические и творческие задания, собеседование, отчеты
	Тема 9	ЯМР спектроскопия	4	практические и творческие задания, собеседование, отчеты

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

1. Теоретические и экспериментальные основы гамма-спектроскопии.
2. Теоретические и экспериментальные основы термолюминесцентного метода регистрации ионизирующих излучений

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) основная литература:

1. Handbook of particle detection and imaging, ed.by C. Grupen, I. Buvat, Springer 2012
2. Knoll, G.G. Radiation detection and measurements and 3rd ed. / G.G. Knoll. Wiley, 2000
3. G. R. Gilmore Practical Gamma-ray Spectrometry / G. R. Gilmore, Wiley, 2008
4. Computed Tomography. Handbook. The American Registry of Radiologic Technologists, 2013
5. Р. Ю. Шендрик. Введение в физику сцинтилляторов серия «Методы экспериментальной физики конденсированного состояния», Учебное пособие / Р. Ю. Шендрик, Изд-во ИГУ, 2013
6. А. В. Егранов. Взаимодействие излучения с веществом серия «Методы экспериментальной физики конденсированного состояния», Учебное пособие / А. В. Егранов, Изд-во ИГУ, 2013
7. Е. А. Раджабов, Спектроскопия атомов и молекул в конденсированных средах, серия «Методы экспериментальной физики конденсированного состояния», Учебное пособие / Е. А. Раджабов, Изд-во ИГУ, 2013
8. PANDA — пассивный неразрушающий анализ ядерных материалов. Справочник : пер. с англ. / под. Ред. Райлли Д., Энслина Н., Смита Х., Крайнера С. - ВНИИА, 2007
9. Волков Н. Г. Методы ядерной спектрометрии : учебное пособие / Н. Г. Волков, В. А. Христофоров, Н. П. Ушакова. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 255 с.

б) дополнительная литература:

1. Василенко И.Я. Радиация. Источники, нормирование облучения. Природа, № 4, 10-16, 2001.
2. Военная токсикология, радиобиология и медицинская защита. Учебник/ под ред. Проф. С.А. Куценко, «Фолиант».- Санкт-Петербург, 2004, 530 с.
3. Егоров О. Наглядный способ регистрации заряженных частиц. Квант, 6, 2001.
4. Костюков Н.С., Муминов М.И., Атраш С.М. и др. Диэлектрики и радиация, в 4-х кн., М., Наука, 2001.
5. Глобус М.Е., Гринев Б.В. Неорганические сцинтилляторы: новые и традиционные материалы Харьков, Акта, 2001, 408 с.

6. Бойко В.И., Скворцов В.А., Фортов В.Е., Шаманин И.В. Взаимодействие импульсных заряженных частиц с веществом, М., Физматлит, 2003, 288 с.

в) программное обеспечение пакеты MSOFFICE

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

научные публикации в реферативных журналах; материалы научных конференций

Интернет-источники:

1. <http://www.nndc.bnl.gov/nndc/nndcinfo.html> The National Nuclear Data Center, Brookhaven National Laboratory, (на этом сервере можно найти данные по сечениям взаимодействия различных видов ионизирующих излучений с веществом и характеристики ядер).
2. <http://nrv.jinr.ru/nrv/> Объединенный институт ядерных исследований Nuclei and their properties.
3. <http://depni.npi.msu.su/cdfe/> Center for Photonuclear Experimental Data, Moscow State University.
4. Википедия. <http://ru.wikipedia.org>
5. Учебные материалы ММФ НГУ. <http://mmf.nsu.ru/node/485#comput-math>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Лекции проводятся в аудитории, оснащенной персональным компьютером и проектором.

Лабораторные работы проводятся на базе лаборатории физики монокристаллов ИГХ СО РАН

1. Оборудование:

компьютерная презентация

2. Материалы:

раздаточный иллюстративный материал по теме лекций

3. Перечень оборудования и материалов:

Для изучения процессов роста кристаллов и разработки методов их получения имеется комплекс ростовых установок типов СЗВН-20, Редмет-10, Редмет-8, а также ряд установок собственного изготовления. Имеющаяся экспериментальная база по выращиванию кристаллов позволяет в широких пределах варьировать условия роста.

Для оптической и магниторезонансной спектроскопии в лаборатории имеется необходимый комплекс спектрометров и спектрофотометров, перекрывающих область от вакуумного ультрафиолета до дальнего инфракрасного излучения:

- спектрофотометр Perkin-Elmer Lambda 950
- спектрометр Perkin-Elmer LS55
- спектрофотометр-спектрометр для вакуумной ультрафиолетовой области 70-400 нм на базе монохроматоров ВМР2 и МДР2 с управлением от персонального компьютера
- спектрометр вакуумного ультрафиолетового излучения кристаллов на базе монохроматора ВМ4 с управлением от персонального компьютера
- спектрометр СДЛ1 ультрафиолетового, видимого и инфракрасного излучения
- спектрофотометры Spesord M40, M80
- импульсный ЭПР спектрометр с Фурье преобразованием E 580 FT/CW (в центре коллективного пользования "Байкальский аналитический центр" ИНЦ СО РАН)
- ЭПР спектрометр РЭ 1306.
- оборудование для импульсных измерений спектров люминесценции, при возбуждении импульсными разрядными лампами или импульсами рентгеновского аппарата Мира-2Д.

10. Образовательные технологии:

В программе определена четкая последовательность изучения учебного материала. Предусмотрено использование современных образовательных технологий: **лекции** и

презентации в PowerPoint. Для студентов проводятся **лабораторные занятия**, для получения практических навыков работы с оборудованием, **консультации** – еженедельно для всех желающих студентов. **Самостоятельная внеаудиторная работа** направлена на приобретение навыков самостоятельного решения задач по дисциплине. **Текущий контроль** за деятельностью студентов осуществляется на практических занятиях при дискуссии о результатах лабораторных работ, при проверке отчетов; также предусмотрены тестирования по пройденным темам.

11. Оценочные средства (ОС):

11.1. Оценочные средства для входного контроля (могут быть в виде тестов и ситуационных задач).

Список примерных тестов и ситуационных задач:

1. Энергетические спектры ионизирующего излучения можно разделить на два типа. В спектрах первого типа выделяется одна или более энергетических полос (дискретный спектр), во втором типе спектров наблюдается широкое распределение по энергиям (континуум). К какому типу относится энергетический спектр каждого из перечисленных ниже источников ионизирующего излучения? Если к первому, то рядом с названием источника нужно написать «дискретный», если ко второму, то «континуум»:
 - (а) Альфа-частицы; (б) Бета частицы; (с) Гамма излучение; (d) Тормозное излучение; (e) Конверсионные электроны; (f) Характеристическое излучение; (g) Оже-электроны; (h) Аннигиляционное излучение
2. Энергия каких частиц выше: (а) Конверсионных электронов в L или M оболочки?; (б) Фотонов характеристического излучения $K\alpha$ или $K\beta$?
3. Рассчитайте наименьшую длину волны рентгеновского излучения от рентгеновской трубки, управляемой напряжениями в 40 и 60 кВ.
4. Рассчитайте энергии связи электрона K- и L-оболочек в атоме ^{137}Cs .
5. Рассчитайте постоянную распада беспримесного трития (^3H) с периодом полураспада 12,26 лет.
6. У некоторого легкого элемента длины волн $K\alpha$ и $K\beta$ линий равны 275 пм и 251 пм, соответственно. Что это за элемент?
7. Определите длину пробега электрона с энергией 1 МэВ в кристалле NaI-Tl.
8. Рассчитайте энергию гамма-кванта с энергией 1 МэВ после комптоновского рассеяния под углом 90°
9. Какие процессы (фотоэффект, эффект Комптона или рождение пар) являются доминирующими в нижеперечисленных случаях:
 - (а) Гамма-кванты с энергией 662 КэВ в сцинтилляторе NaI-Tl; (б) Гамма-кванты с энергией 100 КэВ в человеческом теле; (с) Гамма-кванты с энергией 10 МэВ в свинце?
10. Оцените энергию гамма-кванта, который попал в сцинтиллятор в результате обратного рассеяния в его алюминиевом корпусе при проведении измерения энергетического спектра радиоизотопа ^{60}Co .
11. Оценить его энергетическое разрешение для энергии гамма-излучения 1,28 МэВ от источника ^{22}Na , если энергетическое разрешение имеющегося сцинтиллятора NaI-Tl составляет 7% при использовании источника ^{137}Cs .
12. Какие из перечисленных ниже факторов важны для сцинтиллятора, используемого в гамма-спектрометрии:
 - (а) Плотность сцинтиллятора; (б) Кинетическая энергия, требуемая для создания фотона в кристалле; (с) Атомный номер сцинтилляционного материала; (d) Геометрия системы источник-детектор; (e) Коэффициент усиления ФЭУ; (f) Квантовая эффективность фотокатода ФЭУ; (g) Эффективность светосбора?
 Определите, какие из этих параметров оказывают наибольшее влияние на энергетическую эффективность сцинтиллятора, а какие на его энергетическое разрешение.
15. Почему материалы с низким атомным номером часто используют в качестве сцинтилляторов для электронной спектроскопии, в то время наоборот материалы с высоким Z используются в гамма-спектрометрии?

сцинтилляторов для электронной спектроскопии, в то время наоборот материалы с высоким Z используются в гамма-спектрометрии?

11.2. Оценочные средства текущего контроля формируются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе университета

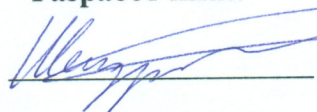
Назначение оценочных средств ТК - выявить сформированность компетенций - ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-6, ОК-12. **Профессиональные компетенции (ПК): ПК-3, ПК-4, ПК-5**

11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Примерный список вопросов к зачету:

1. Виды ионизирующего излучения. Непосредственно и косвенно ионизирующее излучение. Характеристика полей ионизирующих излучений. Сечение взаимодействия.
2. Поглощенная доза и керма ионизирующего излучения.
3. Активность. Виды радиоактивности. Схемы распада радионуклидов.
4. Взаимодействие фотонов с веществом. Фотоэффект. Комптоновское рассеяние. Рождение пар.
5. Рентгеновское излучение. Источники первичного излучения и детекторы рентгеновского излучения.
6. Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Ионизационные потери. Радиационные потери. Тормозная способность вещества. Линейная передача энергии (ЛПЭ). Формула Бете. Пробег заряженной частицы. Переходное излучение. Свечение Вавилова-Черенкова.
7. Эквивалентная доза. Эффективная доза. Система ограничения доз. Предельная доза. Предельно допустимые уровни внешних потоков ионизирующего излучения.
8. Люминесцентные методы дозиметрии. Сцинтилляционный метод
9. Люминесценция веществ и ее разновидности. Схемы квантовых переходов при различных видах люминесценции. Основные физические характеристики люминесценции.
10. Основные характеристики сцинтилляторов. Понятие абсолютного светового выхода
11. Процессы преобразования энергии в сцинтилляторе. Рождение электрон-дырочных пар. Перенос энергии.
12. Принципы регистрации вспышек света от сцинтиллятора. ФЭУ. Лавинны фотодиод. Амплитудный спектр импульсов.
13. Томография с использованием ионизирующих излучения. КТ томография. ПЭТ томография. СПЕКТ томография.
14. МРТ томография. Физические принципы.
15. Математические основы томографии. Обратная задача рассеяния. Преобразование Радона.

Разработчики:



(подпись)

преп. кафедры экспериментальной
физики,
к.ф.-м.н.

(занимаемая должность)

Р.Ю., Шендрик

(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры Экспериментальной физики
(наименование)

« 16 » января 2013 г.

Протокол № 4 Зав. кафедрой 