

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



УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

/ Н.М. Буднев

2022 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля) Б1.В.04 Методы лучевой терапии

Направление подготовки 03.04.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки Медицинская физика

Квалификация выпускника - магистр

Форма обучения очная

Согласовано с УМК:
физического факультета
Протокол № 33 от «31» марта 2022 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор
 Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:
общей и экспериментальной физики
Протокол № 6
от «24» марта 2022 г.

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор
 А.А. Гаврилюк

Иркутск 2022 г.

Содержание

- I. Цели и задачи дисциплины (модуля)
- II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.
- III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)
- IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)
 - 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов
 - 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
 - 4.3 Содержание учебного материала
 - 4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ
 - 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов
 - 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов
 - 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)
- V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - а) перечень литературы
 - б) периодические издания
 - в) список авторских методических разработок г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы
- VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
 - 6.1. Учебно-лабораторное оборудование:
 - 6.2. Программное обеспечение:
 - 6.3. Технические и электронные средства обучения:
- VII. Образовательные технологии
- VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

I. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цели Сформировать у студентов понимание тех физических процессов, которые связаны с взаимодействием ионизирующих излучений с веществом и человеком в частности.

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

Задачи Студент должен знать и уметь, в результате изучения курса, процессы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом, влияние этих излучений на человека. Иметь представление о квантовой механике, ядерной физике, оптике и спектроскопии.

Изучить и освоить основы здорового образа жизни, обеспечивающего полноценное безопасное существование и реализацию способностей и запросов личности в повседневной жизни;

ознакомиться с опасностями, угрожающими человеку в современной повседневной жизни, в опасных и чрезвычайных ситуациях природного, социального и техногенного характера;

изучить и освоить методы и приемы защиты, позволяющие минимизировать возможный ущерб личности и обществу в возможных опасных и чрезвычайных ситуациях, в условиях гражданской обороны;

изучить и освоить основы медицинских знаний и правил оказания первой медицинской помощи в опасных и чрезвычайных ситуациях;

изучить в комплексе современные проблемы безопасности жизни и жизнедеятельности, формирующие у учащихся адекватную современному уровню знаний картину мира, целостное миропонимание и научное мировоззрение, а также социально-значимую ценностную ориентацию личности.

II. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла Б.З. Дозиметрия ионизирующих излучений является самостоятельным разделом прикладной **ядерной физики**. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом охватывает широкий круг физических процессов, рассмотренных ранее в курсах **ядерной физики, квантовой механики, оптики и спектроскопии**. Процессы, происходящие при действии ионизирующих излучений на человека, рассматриваются в разделе **биофизика**.

Знания, полученные студентами после изучения дисциплины “Физика взаимодействия частиц и излучения с веществом”, используются далее при изучении дисциплин “Технология материалов электронной техники”, “Процессы микро- и нанотехнологии”, “Физика полупроводников”, “Физика полупроводниковых приборов”, “Микроэлектроника”.

III. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Общекультурные компетенции (ОК):

Профессиональные компетенции (ПК): ПК-1, ПК-2

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1, ПК-2	ИДК УК2.1	<p>Знать:</p> <p>основные физические процессы взаимодействия фононного и нейтронного излучений с веществом;</p> <p>основные физические процессы взаимодействия заряженных частиц с веществом;</p> <p>Уметь:</p> <p>Оценивать опасные и опасные дозы радиации</p> <p>проводить теоретические расчеты поглощенной дозы</p> <p>Владеть:</p> <p>методами теоретического расчета и экспериментальной оценки поглощенной дозы ионизирующих излучений</p>

IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, в том числе 84 часа контактной работы.

Занятия проводятся только в очной форме обучения с применением дистанционного контроля самостоятельной работы студентов через электронную информационно-образовательную среду факультета. Электронной и дистанционной форм обучения не предусматривается.

На практическую подготовку отводится 36 аудиторных часов (во время выполнения практических заданий).

Форма промежуточной аттестации: зачет.

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Разделы 1,2, 3, 4	Подготовка к опросу	После завершения лекций по данным разделам	20	Опрос	1-3
2	Разделы 1,2, 3, 4	Подготовка кратких докладов	После завершения лекций по данным разделам	20	Доклад	1-3
3	Подготовка к экзамену	Работа с лекционным материалом и учебной литературой	К концу семестра	20	Экзамен	1-3
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				60		
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) (указать при наличии)						

4.3. Содержание учебного материала

Раздел 1 Общие вопросы медицинской радиологии

1.1 Введение История развития методов лучевой диагностики. История развития методов лучевой терапии. Виды ионизирующих и неионизирующих излучений в лучевой диагностике.

1.2 Методы лечения злокачественных новообразований

Виды лечения - Радикальный, Паллиативный, Симптоматический

Методы лечения – Хирургический, Лучевой, Медикаментозный, Комбинированный, Комплексный, другие методы

1.3 История создания и основы ядерной медицины Источники электронов и позитронов: Изотопные β^- и β^+ источники излучения. Ускорители электронов. Изотопные α -источники.

Раздел 2 Методы лучевой диагностики

2.1. Рентгенологические методы диагностики

Диагностические свойства рентгеновских лучей. рентгеновская трубка, приемники излучения. Контрастные вещества, Рентгеноскопия (просвечивание), Рентгенография, Флюорография, Линейная томография, Электрорентгенография, Рентгенконтрастные методы, Компьютерная томография, Рентгенокинематография

2.2. Радионуклидный метод Требования, предъявляемые к радиофармпрепаратам (РФП).

Радионуклидное измерение Радиометрия Радиография

Радионуклидная визуализация Радионуклидное сканирование, Сцинтиграфия, Однофотонная эмиссионная томография, Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ)

Раздел 3 Магниторезонансная томография и ультразвуковая диагностика

3.3 История развития и физические основы магниторезонансных методов Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс. История развития томографии

3.4 Функциональная магниторезонансная томография

3.5 Ультразвуковая диагностика. Свойства ультразвука в диагностическом диапазоне. Методики УЗ исследования.

Раздел 4 Методы лучевой терапии

4.1. Рентгенотерапия

рентгеновские установки – близкофокусные, длиннофокусные

4.2. Радионуклидная.

Противопоказания к приему на работу с источниками ионизирующего излучения. Предварительные и периодические медицинские осмотры работников лучевых отделений. Медицинская книжка работающего с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений. Коллективные дозы облучения населения за

счет медицинских источников. Оценка риска облучения населения при рентгенологических исследованиях и рекомендации по его снижению.

4.3. Радиоиммунная.

4.4. Брахитерапия.

Требования, предъявляемые к радиофармпрепаратам (РФП).

4.5. Протонная и ионная лучевая терапия

Особенности взаимодействия тяжелых заряженных частиц с веществом

4.6. Бор-нейтронозахватной терапии рака. Классификация нейтронов по энергиям.

Взаимодействия нейтронов с веществом

1.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	2	Фотолюминесцентная спектроскопия: измерения спектров люминесценции твердых тел	8	8	ПК-1, ПК-2	ПК-1, ПК-2
2	3	Измерение поглощенной дозы термолюминесцентным методом с использованием монокристаллического детектора на основе фтористого лития	8	8	ПК-1, ПК-2	ПК-1, ПК-2
3	2	Исследование примесных центров с помощью электронного парамагнитного резонанса	8	8	Тесты	ПК-1, ПК-2
4...	2	Рентгенолюминесценция кристаллов щелочноземельных фторидов	8	8	Тесты	ПК-1, ПК-2

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№	Тема	Задание	Формируемая	ИДК
---	------	---------	-------------	-----

п/п			компетенция	
1	2	3	4	5
1	гамма-спектроскопии	Поиск и изучение литературы по теме	ПК-1, ПК-2	Оценка
2...	основы термолюминесцентного метода	Поиск и изучение литературы по теме	ПК-1, ПК-2	Оценка

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Теоретические знания, полученные студентами на лекционных занятиях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при выполнении практических заданий.

При выполнении практических заданий обращается особое внимание на выработку у студентов умения грамотно выполнять и оформлять документацию, умения пользоваться научно-технической справочной литературой. Каждый студент должен подготовиться к защите своего отчета, разобравшись с теорией исследуемого явления.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

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

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) *перечень литературы*

основная литература

1. Егранов А.В. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом Учебное пособие Изд-во ИГУ, Иркутск 2013
2. В.И. Иванов. Курс дозиметрии. М. Мир. 1970.
3. И.Г. Гусев и др. Защита от ионизирующих излучений. т. 1. Физические основы защиты от излучений. М. Наука. 1980.
4. Лучевая диагностика и терапия : учебник : в 2 томах. Том 1. Общая лучевая диагностика / С. К. Терновой, А. Ю. Васильев, В. Е. Сеницын, А. И. Шехтер. – Москва : ГЭОТАР–Медиа, 2014. – 232 с. – ISBN 978–5–9704–2989–1. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429891.html> .
5. Лучевая диагностика и терапия : учебник : в 2 томах. Том 2. Частная лучевая диагностика / С. К. Терновой, А. Ю. Васильев, В. Е. Сеницын, А. И. Шехтер. – Москва : ГЭОТАР–Медиа,

2014. – 356 с. – ISBN 978–5–9704–2990–7. – URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429907.html> .

6. В.И. Иванов, В.П. Машкович. Сборник задач по дозиметрии и защите от ионизирующего излучения. М. Наука. 1973
7. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)
<https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293828/4293828132.pdf>
<https://www.ntcexpert.ru/documents/docs/nrb-99-2009.pdf>
<https://me.ganorm.ru/Index2/1/4293828/4293828132.htm>

Дополнительная:

1. 3. Бяков В.М., Степанов С.В. К механизму первичного биологического действия ионизирующих излучений *Успехи Физических Наук* – 2006, №5.
2. 4. Основы лучевой диагностики : учебное пособие / Д. А. Лежнев, И. В. Иванова, Е. А. Егорова [и др.]. – Москва : ГЭОТАР–Медиа, 2019. – 128 с. – ISBN 978–5–9704–5259–2. – URL: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970452592.html>
3. Егоров О. Наглядный способ регистрации заряженных частиц. Квант, 6, 2001.
4. Теория излучения релятивистских частиц (под ред. Бордовицына В.А.) М., Физмат лит., 2002, 576 с.
5. 12. Бойко В.И., Скворцов В.А., Фортов В.Е., Шаманин И.В. Взаимодействие импульсных заряженных частиц с веществом, М., Физматлит, 2003, 288 с.

б) периодические издания

- Radiation Protection Dosimetry Oxford University Press
- Medical Dosimetry Official Journal of the American Association of Medical Dosimetrists Elsevier
- Журнал Медицинская физика

в) список авторских методических разработок

1. Егранов А.В. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом Учебное пособие Изд-во ИГУ, Иркутск 2013

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

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://nrvi.jinr.ru/nrv/> Объединенный институт ядерных исследований Nuclei and their properties.
3. <http://depni.npi.msu.ru/cdfe/> Center for Photonuclear Experimental Data, Moscow State University.

VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Перечень оборудования и материалов (на базе Лаборатории физики монокристаллов ИГХ СО РАН):

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 Specord M40, M80
- импульсный ЭПР спектрометр с Фурье преобразованием E 580 FT/CW (в центре коллективного пользования "Байкальский аналитический центр" ИИЦ СО РАН)
- ЭПР спектрометр РЭ 1306.
- оборудование для импульсных измерений спектров люминесценции, при возбуждении импульсными разрядными лампами или импульсами рентгеновского аппарата Мира-2Д.

Все установки оборудованы криостатами для низкотемпературных измерений.

В последние годы для проведения квантово-химических расчетов используется суперкомпьютер МВС1000. Расчеты проводятся под управлением свободно-распространяемой операционной системы Linux. Основной программой для проведения неэмпирических расчетов является известная некоммерческая программа GAMESS (университет Айова, США) и ее модификация PCGamess (А Грановский, химический факультет МГУ).

6.2. Программное обеспечение:

Стандартные сервисы сети Интернет, стандартные средствами просмотра презентаций и других материалов по курсу

6.3. Технические и электронные средства:

Для проведения практических и лекционных занятий в качестве демонстрационного оборудования используются проектор, экран и меловая доска. Используются современные образовательные технологии: информационные (лекции и презентации в Power Point), проектные (мультимедиа, видео, документальные фильмы). Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студентов, в ходе которой они могут вычитывать научные статьи по темам курса. На лекциях могут использоваться мультимедийные средства: проектор (CASIO XJ-A241), переносной экран (Classic Solution, T195x195/1MW-LU/B), ноутбук Lenovo B590. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

VII. Образовательные технологии

Наименование тем занятий с указанием форм/ методов/ технологий обучения:

№ п/п	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы//технологии дистанционного, интерактивного	Количество часов
-------	--------------	-------------	---	------------------

				обучения	
1		2	3	4	5
1					
2...					
		Итого часов:			

VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Оценочные материалы для входного контроля

Проводится опрос на первом занятии.

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета

Оценочные средства текущего контроля формируются в соответствии с Положением о балльно - рейтинговой системе университета (могут быть в виде тестов, ситуационных задач, деловых и ролевых игр, диспутов, тренингов и др. Назначение оценочных средств ТК - выявить сформированность компетенций - **Профессиональные компетенции (ПК): ПК-1, ПК-2**

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Контролируемые компетенции/ индикаторы
1	2	3	4
1	Проверка решения домашней задачи	Разделы 1,2,3,4	ПК-1, ПК-2
2...	Экзамен, контрольная работа	Разделы 1,2,3,4	ПК-1, ПК-2

Примерный список вопросов к экзамену

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. Комптоновское рассеяние.
5. Рентгеновское излучение. Источники первичного излучения и детекторы рентгеновского излучения.

6. Взаимодействие нейтронов с веществом. Упругое рассеяние. Составное ядро. Прямые ядерные реакции. Неупругое рассеяние.
 7. Калориметрические методы дозиметрии.
 8. 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.
 9. Химические методы дозиметрии. Дозиметр Фрикке. Цериевый дозиметр. Пленочные дозиметры. Фотографический метод.
 10. Взаимодействие нейтронов с веществом. Радиационный захват. Захват нейтрона с последующим испусканием заряженных частиц и нейтронов. Реакции ${}^6\text{Li}(n, \alpha){}^3\text{H}$, ${}^{10}\text{B}(n, \alpha){}^7\text{Li}$. Вынужденное деление ядер.
 11. Принципы химической защиты от лучевого поражения.
 12. Эквивалентная доза. Эффективная доза. Система ограничения доз. Предельная доза. Предельно допустимые уровни внешних потоков ионизирующего излучения.
 13. Люминесцентные методы дозиметрии. Сцинтилляционный метод
 14. Люминесценция веществ и ее разновидности. Схемы квантовых переходов при различных видах люминесценции. Основные физические характеристики люминесценции.
- .
15. Определение и методы лучевой диагностики. Открытие и основные свойства рентгеновского излучения.
 16. Виды излучений, применяемых в лучевой диагностике. Методы защиты от ионизирующих излучений.
 17. Рентгеновский метод диагностики. Применение рентгеновского метода в диагностике неотложных состояний дыхательной системы
 18. Ультразвуковой метод диагностики. Применение ультразвукового метода в диагностике неотложных состояний сердечно-сосудистой системы.
 19. Ультразвуковой метод диагностики. Применение ультразвукового метода в диагностике неотложных состояний мочевыделительной системы.
 20. МРТ. Применение МРТ в диагностике неотложных состояний сердечно-сосудистой системы.
 21. МРТ. Применение МРТ в диагностике неотложных состояний черепа и головного мозга.
 22. Радионуклидный метод диагностики. Применение радионуклидного метода в диагностике неотложных состояний дыхательной системы.
 23. Радионуклидный метод диагностики. Применение радионуклидного метода в диагностике неотложных состояний сердечно-сосудистой системы.

Примерный список задач к экзамену

Задача 1. Активность ${}^{60}\text{Co}$ с периодом полураспада 5.27 лет составляет 1 ГБк. Рассчитать число радиоактивных атомов этого препарата через 5 лет.

Задача 2. Определить активность 1 г ${}^{226}\text{Ra}$, период полураспада которого 1600 лет.

Задача 3. В воздухе на высоте уровня моря за счет космического излучения в среднем образуется 2 пары ионов в 1 см^3 в 1 с. Определить поглощенную дозу в воздухе за год, если на образование одной пары ионов затрачивается энергия 33.85 эВ. Плотность воздуха принять равной $1.29 \cdot 10^{-3}\text{ г/см}^3$.

Задача 4. Микроскопическое сечение взаимодействие фотонов с энергией 1 МэВ для свинца равно $2.34 \cdot 10^{-23} \text{ см}^2$. Определить линейный и массовый коэффициенты ослабления фотонов, если плотность свинца 11.34 г/см^3 .

Задача 5. В бесконечной, воздушной среде помещен точечный изотропный источник ^{137}Cs , испускающий 10^9 фотонов/с. Найти плотность потока нерассеянных фотонов на расстоянии 100 м от источника, если линейный коэффициент ослабления фотонов ^{137}Cs в воздухе составляет $9.95 \cdot 10^{-5} \text{ см}^{-1}$.

Задача 6. Изотопный источник ^{60}Co представляет собой бесконечно тонкую прямую линию с удельной активностью 10^5 Бк/м . Определить керму в воздухе за 1 час на расстоянии 1 м от источника, если керма постоянная для изотопа ^{60}Co равна $84.23 \text{ аГр м}^2 /(\text{с Бк})$.

Задача 7. Показать, что для персонала при 36-часовой рабочей неделе при работе без защиты и равномерном распределении дозы погоду предельно допустимые керма эквиваленты радионуклидного источника с большим периодом полураспада ($T_{1/2} \gg 1 \text{ год}$ k_e в $\text{нГр.м}^2 /\text{с}$, время работы с препаратом в день t в часах и расстояние от рабочего места до источника r в метрах связаны между собой соотношением $k_e t/r^2 < 40$.

Задача 8. На расстоянии 0.3 м от точечного источника ^{60}Co мощность воздушной кермы, обусловленная гамма-излучением, составляет $1 \cdot 10^{-7} \text{ Гр/с}$. На каком расстоянии от источника можно работать, чтобы доза облучения не превышала предельно допустимой величины при 36-часовой рабочей неделе и равномерном распределении дозы по году?

Задача 9. Ядро ^7Li захватывает медленный нейтрон и испускает γ -квант. Чему равна энергия γ -кванта ?

Дефект масс $\Delta = M - A$

^8Li 20946,65 keV

^7Li 14908,14 keV

n 8071,316 keV

Задача 10. Ядро ^1H захватывает медленный нейтрон и испускает γ -квант. Чему равна энергия гамма-кванта ?

Дефект масс $\Delta = M - A$

^1H 7288,969 keV

^2H 13135,720 keV

n 8071,316 keV

Задача 11. В результате комптоновского рассеяния на свободном покоящемся электроне длина волны фотона с энергией увеличилась в α раз. Найти кинетическую энергию электрона отдачи.

Задача 12. Фотон рентгеновского излучения с энергией E_γ в результате комптоновского рассеяния на свободном покоящемся электроне отклонился от первоначального направления на угол θ . Определить кинетическую энергию E_e и импульс p_e электрона отдачи. Показать на основе геометрических соображений, что импульс электрона по абсолютной величине окажется больше импульса падающего фотона, если фотон отклонится от первоначального направления на угол $\theta = \frac{\pi}{2}$.

Задача 13. Определить длину волны λ_k , при которой энергия светового кванта равна энергии покоя электрона. Такая длина волны называется комптоновской длиной для электрона

Примеры тестовых заданий для контроля студентов

1. ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОСНОВАНО НА

- 1) его отражении от более плотных тканей
- 2) существенном различии его поглощения различными тканями
- 3) его тепловом действии
- 4) его ионизирующем действии

2. ЕСТЕСТВЕННЫЙ РАДИАЦИОННЫЙ ФОН В НОРМЕ СОСТАВЛЯЕТ

- 1) 1 – 2 мкР/ч
- 2) 100 – 200 мкР/ч
- 3) 1–2Р/ч
- 4) 10 – 20 мкР/ч

3. ОПТИМАЛЬНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РАДИОФАРМПРЕПАРАТОВ (РФП) МОЖНО СЧИТАТЬ:

- 1) альфа-излучение
- 2) бета-излучение
- 3) гамма-излучение
- 4) нейтронное излучение

4. ПЕРЕЧИСЛИТЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОНИКАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ:

- а) плотность тканей (органа);
- б) масса органа;
- в) содержание в тканях органа элементов с большим атомным номером;
- г) содержание в тканях органа элементов с малым атомным номером;
- д) энергия («жесткость») рентгеновских лучей.

5. ЧЕМ РЕГУЛИРУЕТСЯ ТОЛЩИНА ИССЛЕДУЕМОГО СРЕЗА ПРИ ЛИНЕЙНОЙ ТОМОГРАФИИ?

- а) величиной угла качания рентгеновской трубки;
- б) томографическим шагом;
- в) избранной проекцией исследования;
- г) положением больного на трохоскопе;
- д) фазой дыхания при исследовании.

6. УКАЖИТЕ УГОЛ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТРУБКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛИНЕЙНОЙ ТОМОГРАФИИ:

- а) 8–10°; г) 30–60°;
- б) 11–20°; д) 70–80°.
- в) 21–25°;

7. НА ЧЕМ ОСНОВЫВАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ?

- 1. На регистрации рентгеновского излучения
- 2. На регистрации ультразвукового излучения
- 3. На регистрации инфракрасного излучения
- 4. На регистрации гамма - излучения
- 5. На регистрации бета - излучения
- 6. На регистрации энергии нейтронов
- 7. На регистрации магнитного поля

8. ПЕРЕЧИСЛИТЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОНИКАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ:

- 1. Плотность тканей (органа)
- 2. Масса органа
- 3. Содержание в тканях органа элементов с большим атомным номером
- 4. Содержание в тканях органа элементов с малым атомным номером

9. КАК ИЗМЕРИТЬ ЛУЧЕВУЮ НАГРУЗКУ НА БОЛЬНОГО ПРИ ПРОВЕДЕНИИ УЗИ?

- 1. Лучевая нагрузка отсутствует
- 2. В бэрах
- 3. В радах
- 4. В рентгенах

10. ПЕРЕЧИСЛИТЕ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДИКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ПРОСТРАНСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ:

- 1. Линейная и компьютерная томография
- 2. Прямое увеличение рентгеновского изображения
- 3. Бронхография
- 4. Бедренная ангиография
- 5. Париетография
- 6. Фистулография
- 7. Рентгенография в двух взаимно перпендикулярных проекциях

Разработчики:

_____  _____ профессор _____ А.В. Егранов _____
(подпись) (занимаемая должность) (инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики

« 24» марта 2022 г.

Протокол № 6 Зав. кафедрой  д.ф.-м.н. А.А. Гаврилюк

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.