



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
Ширмовский С.Э.  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)  
«08» сентября 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой теоретической и ядерной физики

  
Ширмовский С.Э.  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)  
«08» сентября 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Ядерные методы в биосистемах

**Направление подготовки 14.03.02 Ядерная физика и технологии**

профиль «Физика атомного ядра и частиц»

**Форма подготовки очная**

курс 3 семестр 5  
лекции 18 час.  
практические занятия 36 час.  
лабораторные работы 0 час.  
в том числе с использованием МАО лек. 0/пр. 0/лаб.0 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.  
в том числе с использованием МАО 0 час.  
самостоятельная работа 54 час.  
курсовая работа / курсовой проект нет  
контрольная работа (2)  
зачет 5 семестр  
экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно установленного ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 18.02.2016 № 235.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики, протокол № 19 от «08» сентября 2018 г.

Заведующий (ая) кафедрой Ширмовский С.Э. к.ф.-м. н., доцент  
Составитель (ли): доцент, к. ф.-м. н. Разов В.И.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Specialist's/Master's degree in 14.03.02 Nuclear physics and technologies.**

**Course title:** Nuclear methods in biosystems.

**Variable part of block, 3 credits.**

**Instructor:** Razov V.I.

**At the beginning of the course a student should be able to:** the ability to use the basic provisions and methods of social, humanitarian and economic sciences in solving social and professional problems, is able to analyze socially significant problems and processes;

the ability to use the basic laws of natural sciences in their professional activities, to apply the methods of mathematical analysis and modeling, theoretical and experimental research;

**Learning outcomes:** willingness to conduct physical experiments according to a given method, compiling descriptions of the research and analysis of the results;

**Course description:** The course "Nuclear Methods in Biosystems" considers the idea of the directions of biological systems research using nuclear methods and the mechanism of their impact on the biological structure, and the main methods and methods of recording biological parameters.

**Main course literature:**

1. Kudryashov, Yu. B. Radiation biophysics: radio-frequency and microwave electromagnetic radiation. / Yu. B. Kudryashov, Yu. F. Petrov, A. B. Rubin. - m. : Fizmatlit, 2008. - 184 p.

EBS "Elanbook.com": <https://e.lanbook.com/book/2221>

2. Volkenshteyn, M.V. Biophysics: studies. manual / M.V. Wolkenstein. - St. Petersburg: Lan, 2012. - 608 p. EBS "Elanbook.com": <https://e.lanbook.com/book/3898>

3. Vartanov, A.Z. Methods and devices for environmental monitoring and environmental monitoring: studies. Method. allowance / A.Z. Vartanov, A.D. Ruban, V.L. Skins - Moscow: Mining Book, 2009. - 640 p. EBS "Elanbook.com": <https://e.lanbook.com/book/1494>

4. Barsukov, O.A. Fundamentals of atomic nucleus physics. Nuclear technologies: monograph / O.A. Barsukov. - Moscow: Fizmatlit, 2011. - 560 p. EBS "Elanbook.com": <https://e.lanbook.com/book/2308>

5. Aliyev, R.A. Radioactivity: studies. manual / R.A. Aliyev, S.N. Kalmyks. - St. Petersburg: Lan, 2013. - 304 p. EBS "Elanbook.com": <https://e.lanbook.com/book/4973>

6. Barsukov, O.A. Fundamentals of atomic nucleus physics. Nuclear technologies: monograph / O.A. Barsukov. - Moscow: Fizmatlit, 2011. - 560 p.

**Form of final knowledge control:** test

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Ядерные методы в биосистемах» разработана для студентов 3 курса направления подготовки 14.03.02 «Ядерные методы и технологии», профиля «Физика атомного ядра и частиц» в соответствии с требованиями ОС ВО по данному направлению.

Дисциплина «Ядерные методы в биосистемах» относится к разделу Б1.В.ДВ.11 дисциплин по выбору вариативной части учебного плана.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 час.) и практические занятия (36 час.), самостоятельная работа (54 час). Дисциплина реализуется в 5 семестре 3 курса.

Для успешного усвоения дисциплины «Ядерные методы в биосистемах» необходимы устойчивые теоретические знания практические навыки по всем разделам обязательного минимума содержания среднего (полного) образования по физике. Для успешного изучения дисциплины «Ядерные методы в биосистемах» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способностью использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач, способен анализировать социально-значимые проблемы и процессы (ОК-8);

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1).

**Цель:** сформировать представление о направлениях исследования биологических систем ядерными методами и механизме их воздействия на биологическую структуру, познакомить с основными способами и методами регистрации биологических параметров.

### **Задачи:**

- Изучение последствий воздействия ядерных исследований на биологический объект.

- Изучить основные ядерные методы, применяющиеся для исследования биологических систем в различных областях современной науки.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования

следующих компетенций (общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции (элементы компетенций)):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-3 готовностью к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>• порядок и процедуру проведения исследований, использующих ядерные методы.</li> <li>• принципы радиационной безопасности при проведении научных исследований.</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать методы анализа полученных спектров.</li> <li>• учитывать ошибки измерения при проведении ядерных исследований (фон, движение исследуемого объекта и т.д).</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• способностями обобщать и анализировать информацию, полученную с ПЭТ, ЯМР.</li> <li>• знаниями проверки полученных результатов.</li> </ul>

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

**Раздел I. Введение в предмет ядерных методов исследования биосистем (4 час.)**

### **Тема 1. Введение (2 час.)**

История открытий в ядерной физике. Актуальность ядерных исследований. Шкала электромагнитных волн. Радиоактивный распад. Ионизирующие излучения. Источники рентгеновского и гамма-излучения. Генерация рентгеновского излучения не радиоактивными методами (рентгеновская трубка). Медицинская физика и ее специализация. Современное состояние ядерных исследований в России и зарубежом.

### **Тема 2. Механизм биологического воздействия (2 час.)**

Радиационная биофизика. Организация биологических структур. Этапы представления механизмов биологического воздействия. Вероятностный характер воздействия. Радиобиологический парадокс. Связь с другими областями знания. Фундаментальная задача радиобиологии.

**Раздел II. Воздействие ионизирующего излучения на биологическую систему (7 час.)**

### **Тема 1. Кривые «Доза-эффект». Гипотеза «точечного нагрева» (3 час.)**

Удельная переданная энергия. Доза. Распределение дозы с глубиной. Виды доз. Относительная биологическая эффективность. Методы дозиметрии. Кривые «доза-эффект». Гипотеза точечного нагрева. Принцип

попадания. Плотнo-ионизирующее излучение и редко-ионизирующее излучение. Одноударный процесс. Резистентность тканей человека. Критерий радиочувствительности.

## **Тема 2. Инактивация макромолекул действием ионизирующего излучения (4 час.)**

Стадии воздействия ионизирующего излучения. Механизм лучевого поражения. Молекулярная радиобиология. Общий подход изучения воздействия ионизирующего излучения. Первичные физические процессы возникающие при инактивации. Корреляция между молекулярным весом молекулы и мишени. Возбужденные и сверхвозбужденные молекулы. Облучение в водном растворе. Радиационно-химический выход.

## **Раздел III. Ядерные методы функциональной диагностики (7 час.)**

### **Тема 1. Метод меченных атомов (1 час.)**

Меченные атомы. Метод меченных атомов в биологии и медицине. Детектирование меченных атомов. Счетчик Гейгера-Мюллера. Сцинтиллятор. Изотопы углерода-14, йод-131, фосфор-32. Период полураспада. Изготовление изотопов. Способ доставки меченных атомов в ткани.

### **Тема 3. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография. (2 час.)**

Эмиссионная томография. Устройство и принцип действия однофотонного эмиссионного компьютерного томографа. Гамма-камера Ангера. Процедура ОФЭКТ исследования. Создание томографических изображений. Конфигурации системы.

### **Тема 2. Позитронно-эмиссионный томография (2 час.)**

Радионуклиды. Аннигиляция позитрон-электронной пары. Схема регистрации двух гамма квантов. Гентри и его движение. Регистрация совпадений. Получение изображения. Обработка результатов ПЭТ. Аппаратурные артефакты. Артефакты сбора данных.

### **Тема 4. Метод ядерного магнитного резонанса (2 час.)**

Физика ЯМР. Квантово-механическое описание. Спин и магнитный момент ядра. Резонансная частота. Расщепление энергетических уровней. Спектроскопия. Основные характеристики спектрометра фотонов. ЯМР интроскопия. МРТ. Принцип действия и устройство МРТ.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (36 час.)**

### **Занятие 1. Механизм биологического воздействия (4 час.)**

1. Предмет исследования радиационной биофизики.
2. Знакомство с организацией биологических систем.
3. Высокоорганизованные биологические молекулы.

### **Занятие 2. Радиоактивный распад (4 час.)**

1. Изучение принципа генерации рентгеновского излучения не радиоактивными методами.
2. Изучение спектров излучения рентгеновской трубки.
3. Устройство рентгеновская трубка.
4. Процедура изготовления рентгеновской трубки.

### **Занятие 3. Ионизирующие излучения (4 час.)**

1. Практическое изучение методов детектирования  $\alpha$  – излучения.
2. Практическое изучение методов детектирования  $\beta$  – излучения.
3. Практическое изучение методов детектирования  $\gamma$  – излучения.

### **Занятие 4. Воздействие ионизирующего излучения на биологическую систему (4 час.)**

1. Изучения характеристик поглощения энергии биологическим объектом.
2. Построение кривых ионизационных и радиационных потерь, их анализ.
3. Построение кривых Брэгга и их анализ.

### **Занятие 5. Инактивация макромолекул действием ионизирующего излучения (4 час.)**

1. Изучение методов построения кривых «доза-эффект».
2. Исследование характеристик «доза-эффект» для биомолекул в чистом (кристаллическом) виде.
3. Исследование характеристик «доза-эффект» для биомолекул в водных растворах.

### **Занятие 6. Метод меченных атомов (4 час.)**

1. Изучение методов получения радиофармпрепаратов.
2. Исследование основных характеристик радионуклидов.
3. Применение радионуклидов в медицине.

### **Занятие 7. Позитронно-эмиссионная томография (4 час.)**

1. Изучение принципа работы позитронно-эмиссионного томографа.
2. Схема совпадений.
3. Учет ошибок измерения.

### **Занятие 8. ОФЭКТ (4 час.)**

1. Процесс аннигиляции.
2. Применимость ОФЭКТ для исследования биосистем.
3. Схема устройства ОФЭКТ.

### **Занятие 9. Метод ядерного магнитного резонанса (4 час.)**

1. Ядерно-магнитный резонанс.
2. Изучение принципа работы ЯМР томографа.

### 3. Схема устройства МРТ.

## III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Ядерные методы в биосистемах» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

## IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Введение в предмет ядерных методов исследования биосистем. Раздел 2. Воздействие ионизирующего излучения на биологическую систему.	ПК-3	Знает	Тестирование (ПР-1)	Контрольная работа (ПР-2) Вопросы к экзамену (1-7)
			Умеет	Устный опрос (УО-1), выполнение практических заданий Контрольная работа (КР-1)	
			Владеет		
2	Раздел 3. Ядерные методы функциональной диагностики.	ПК-3	Знает	Тестирование (ПР-1)	Контрольная работа (ПР-2) Вопросы к экзамену (8-15)
			Умеет	Устный опрос (УО-1), выполнение практических	
			Владеет		

				заданий Контрольная работа (КР-1)	
--	--	--	--	---	--

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Кудряшов, Ю. Б. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения. / Ю. Б. Кудряшов, Ю. Ф. Петров, А. Б. Рубин. – М. : Физматлит, 2008. - 184 с.  
ЭБС «Elanbook.com»:  
<https://e.lanbook.com/book/2221>
2. Волькенштейн, М.В. Биофизика: учеб. пособие / М.В. Волькенштейн. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 608 с.  
ЭБС «Elanbook.com»:  
<https://e.lanbook.com/book/3898>
3. Вартанов, А.З. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг: учеб.-метод. пособие / А.З. Вартанов, А.Д. Рубан, В.Л. Шкурятник. — Москва : Горная книга, 2009. — 640 с.  
ЭБС «Elanbook.com»:  
<https://e.lanbook.com/book/1494>
4. Барсуков, О.А. Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии: монография / О.А. Барсуков. — Москва : Физматлит, 2011. — 560 с.  
ЭБС «Elanbook.com»:  
<https://e.lanbook.com/book/2308>
5. Алиев, Р.А. Радиоактивность: учеб. пособие / Р.А. Алиев, С.Н. Калмыков. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 304 с.  
ЭБС «Elanbook.com»:  
<https://e.lanbook.com/book/4973>

6. Барсуков, О.А. Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии: монография / О.А. Барсуков. — Москва : Физматлит, 2011. — 560 с.  
ЭБС «Elanbook.com»:  
<https://e.lanbook.com/book/2722>

**Дополнительная литература**  
(печатные и электронные издания)

1. Кудряшов, Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения): учеб. / Ю.Б. Кудряшов. — Москва : Физматлит, 2003. — 422 с.  
ЭБС «Elanbook.com»:  
<https://e.lanbook.com/book/2379>
2. Черняев, А.П. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом: учеб. пособие / А.П. Черняев. — Москва : Физматлит, 2004. — 152 с.  
ЭБС «Elanbook.com»:  
<https://e.lanbook.com/book/59340>
3. Кочубей, В. Формирование и свойства центров люминесценции в щелочно-галлоидных кристаллах: учеб. пособие / В. Кочубей. — Москва : Физматлит, 2006. — 192 с.  
ЭБС «Elanbook.com»:  
<https://e.lanbook.com/book/59430>

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети  
«Интернет»**

Нет.

**Перечень информационных технологий  
и программного обеспечения**

Нет.

**VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Эффективное изучение курса предполагает регулярное посещение занятий и систематическое повторение материала, излагаемого преподавателем на лекции. Алгоритм изучения данной дисциплины состоит в методическом изучении материала курса его регулярном повторении в часы самостоятельной работы, а так же посещение консультаций с преподавателем. Работа с указанной литературой должна осуществляться,

прежде всего, в рамках лекционного курса. Подготовка к практическим занятиям должна проходить регулярно в течении семестра отведённого для занятий.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Оборудование не требуется.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Ядерные методы в биосистемах»  
**Направление подготовки 14.03.02 Ядерные физика и технология**  
профиль «Физика атомного ядра и частиц»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2018**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-2 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	7 часов	Работа на семинарских занятиях
2	2-4 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	7 часов	Работа на семинарских занятиях
3	4-6 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	7 часов	Работа на семинарских занятиях
4	6-8 неделя	Подготовка к контрольной работе	7 часов	Написание контрольной работы
5	8-10 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	7 часов	Работа на семинарских занятиях
6	10-12 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	7 часов	Работа на семинарских занятиях
7	12-14 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	7 часов	Работа на семинарских занятиях
8	14-16 неделя	Подготовка к контрольной работе	7 часов	Написание контрольной работы
9	16-17 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	7 часов	Работа на семинарских занятиях
10	17-18 неделя	Подготовка к экзамену	27 часов	Сдача экзамена

## **Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению**

Методические указания при изучении дисциплины включает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к различным формам контроля (тесты, контрольные работы);
- выполнение контрольных работ;
- подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины в той последовательности, в какой они представлены.

Планирование времени, необходимого на изучение дисциплин, студентам лучше всего осуществлять весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение материала.

Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы.

При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы.

При подготовке к контрольной работе необходимо прочитать соответствующие страницы основного учебника. Желательно также чтение дополнительной литературы. При написании контрольной работы ответ следует иллюстрировать схемами.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ (ФИЛИАЛА)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Ядерные методы в биосистемах»  
Направление подготовки 14.03.02 Ядерная физика и технологии  
профиль «Физика атомного ядра и частиц»  
Форма подготовки очная

Владивосток  
2018

## Паспорт ОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-3 готовностью к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>• порядок и процедуру проведения исследований, использующих ядерные методы.</li> <li>• принципы радиационной безопасности при проведении научных исследований.</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать методы анализа полученных спектров.</li> <li>• учитывать ошибки измерения при проведении ядерных исследований (фон, движение исследуемого объекта и т.д).</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• способностями обобщать и анализировать информацию, полученную с ПЭТ, ЯМР.</li> <li>• знаниями проверки полученных результатов.</li> </ul>

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Введение в предмет ядерных методов исследования биосистем. Раздел 2. Воздействие ионизирующего излучения на биологическую систему.	ПК-3	Знает	Тестирование (ПР-1)	Контрольная работа (ПР-2) Вопросы к экзамену (1-7)
			Умеет	Устный опрос (УО-1), выполнение практических заданий Контрольная работа (КР-1)	
			Владеет		
2	Раздел 3. Ядерные методы функциональной диагностики.	ПК-3	Знает	Тестирование (ПР-1)	Контрольная работа (ПР-2) Вопросы к экзамену (8-15)
			Умеет	Устный опрос (УО-1), выполнение практических заданий Контрольная работа (КР-1)	
			Владеет		

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-3 готовностью к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов	знает (пороговый уровень)	Порядок и процедуру проведения научных исследований.	Знание проведения процедуры ПЭТ, МРТ, ОФЭКТ. Изготовление фармпрепаратов.	Способность изложить этапы проведения диагностического исследования на биосистемах.
	умеет (продвинутой)	Использовать методы анализа полученных данных.	Умение читать графики «доза-эффект», кривые Брега. Умение анализировать спектры излучений.	Способность определить вид излучения по виду спектра.
	владеет (высокий)	Способностями обобщать и анализировать информацию.	Знание схемы диагностического устройства. Владение знаниями из дополнительной литературы.	Способность объяснить принципиальную схему ПЭТ, МРТ, ОФЭКТ.

### Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Контрольные и методические материалы, а также критерии и показатели необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены ниже.

Контрольно-измерительные материалы по дисциплине представлены вопросами для подготовки к контрольным работам и примерными их вариантами, предусмотренных РПУД в качестве механизма осуществления текущего контроля освоения теоретической и практической составляющих дисциплины.

Проведение и оценивание контрольных работ осуществляется преподавателем в соответствии методикой, описанной в РПУД.

### Оценочные средства для промежуточной аттестации

#### Вопросы к зачету

1. Источники рентгеновского и гамма-излучение. Организация биологических структур. Вероятностный характер воздействия.
2. Нуклид. Массовое число. Изотопы. Виды радиоактивного распада.

3. Закон радиоактивного распада. Активность. Спектры. Нерадиоактивная генерация фотонного излучения.
4. Фотонное и корпускулярное излучение. Способы их получения. Первичное и вторичное излучение.
5. Удельная переданная энергия. Доза. Распределение дозы с глубиной. Виды доз. Относительная биологическая эффективность.
6. Методы дозиметрии. Сцинтилляционный метод. Метод ионизационной камеры. Химический метод.
7. Кривые «доза-эффект». Гипотеза точечного нагрева. Принцип попадания. Одноударный процесс. Критерий радиочувствительности.
8. Первичные физические процессы возникающие при инаktivации молекул. Облучение в водном растворе. Возбужденные и сверхвозбужденные молекулы.
9. Меченные атомы. Детектирование меченных атомов. Способ доставки меченных атомов в ткани.
10. Эмиссионная томография. Устройство и принцип действия однофотонного эмиссионного компьютерного томографа.
11. Гамма-камера Ангера. Процедура ОФЭКТ исследования. Создание томографических изображений. Конфигурации системы.
12. Позитронно-эмиссионный томограф. Устройство и принцип действия.
13. Квантово-механическое описание ЯМР. Спин и магнитный момент ядра.
14. Расщепление энергетических уровней. Спектроскопия.
15. ЯМР интроскопия. МРТ. Принцип действия и устройство МРТ.

### **Критерии оценки вопросов к зачету**

#### *Отметка "Отлично"*

1. Глубокое и прочное усвоение материала, все предоставленные задания выполняются правильно.
2. Ответ сформирован полно, правильно обоснован ход суждения.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

#### *Отметка "Хорошо"*

- 1, 2, 3 – аналогично отметке "Отлично".
4. Допущены 1-2 несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.

*Отметка "Удовлетворительно"*

1. Знание только основного материала, но не деталей.
2. Допущены ошибки и неточности в ответах.

*Отметка "Неудовлетворительно"*

1. Незнание или непонимание наиболее существенной части учебного материала.
2. Не выполнена значительная часть задания, имеются существенные ошибки.

**Оценочные средства для текущей аттестации**

**Контрольная работа**

**Вариант 1.**

1. При бета минус распаде нейтрон распадается на протон и электрон. Можно ли на основании этого факта считать, что нейтрон состоит из протона и электрона? Объяснить почему.
2. Что такое трек частиц? Какой вид треков у альфа и бета частиц и почему?
3. Что такое ионизационные потери? Какие виды потерь бывают и как они зависят от энергии?
4. Что значит вторичное излучение? В чем разница вторичного и первичного излучения?

**Вариант 2.**

1. Дайте определение электрон-вольт, нуклон, нуклид.
2. Ф. Дессауэр "Теория точечного нагрева". Объясните природу структурных повреждений по мнению Ф. Дессауэра.
3. Почему при некотором значении атомного номера существование химических элементов прекращается?
4. Почему бета-распад имеет непрерывный спектр излучения, а альфа дискретный? Напишите формулу бета минус распада кобальта-60 (кобальт - 27 хим. элемент).

**Критерии оценки вопросов к контрольным работам**

*Отметка "Отлично"*

1. Ответ сформирован полно, правильно обоснован ход суждения.
2. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.

*Отметка "Хорошо"*

1. Ответ сформирован полно, правильно обоснован ход суждения.
4. Допущены 1-2 несущественные ошибки.

*Отметка "Удовлетворительно"*

1. Знание только основного материала, но не деталей.
2. Допущены ошибки и неточности в ответах.

*Отметка "Неудовлетворительно"*

1. Незнание или непонимание наиболее существенной части учебного материала.
2. Не дан ответ на значительную часть вопросов, имеются существенные ошибки.

### Тестовые задания

#### Задание 1. Выберите правильные ответы:

##### 1. Тормозное рентгеновское излучение возникает в результате торможения электрона . . .

- а) нейтронами ядер атомов антикатода;
- б) электростатическим полем атомного ядра и атомарных электронов вещества катода;
- в) электростатическим полем, возникающим между анодом и катодом рентгеновской трубки;
- г) при ударе о стеклянный баллон рентгеновской трубки.

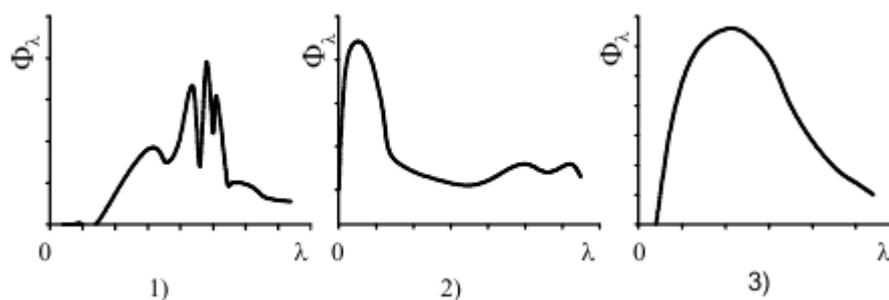
##### 2. Фотоэффект заключается в . . .

- а) рассеянии длинноволнового рентгеновского излучения без изменения длины волны;
- б) свечении ряда веществ под действием рентгеновского излучения;
- в) поглощении рентгеновского излучения атомом, в результате чего вылетает электрон, а атом ионизируется;
- г) рассеянии рентгеновского излучения с изменением длины волны.

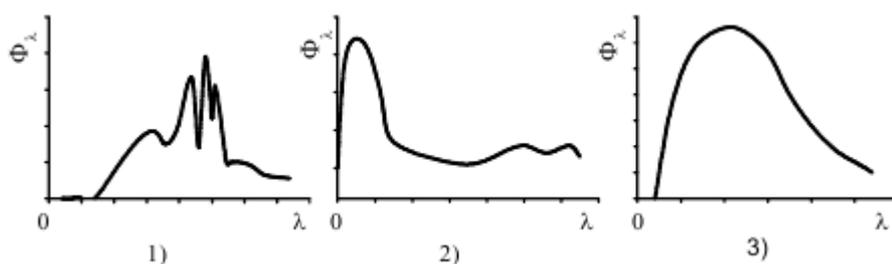
##### 3. Первичный поток рентгеновского излучения ослабляется в веществе в соответствии с законом:

- а)  $I = I_0/mx$ ; б)  $I = I_0 e^{-mx}$ ; в)  $I = I_0(-\ln(mx))$ ; г)  $I = I_0 mx^{-2}$ .

**4. Укажите спектр тормозного рентгеновского излучения:**



**5. Укажите спектр характеристического рентгеновского излучения:**



**6. Рентгенолюминесценция проявляется в . . .**

- а) вырывании электронов из атомов под действием рентгеновского излучения;
- б) рассеянии рентгеновского излучения с изменением длины волны;
- в) свечении ряда веществ при рентгеновском облучении.

**7. Во сколько раз массовый коэффициент ослабления кости ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) больше массового коэффициента ослабления мягких тканей (вода)? Атомные номера Ca, P, O и H соответственно равны 20, 15, 8 и 1.**

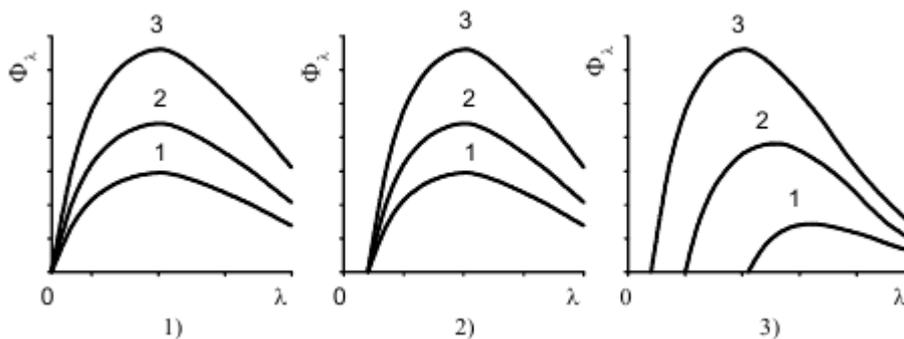
$$\mu = k\lambda^3 Z^3,$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности,  $\lambda$  – длина волны,  $Z$  – атомный номер вещества поглотителя.

- 1) в 94 раза; 2) в 32 раза; 3) в 68 раз; 4) в 81 раз.

**8. Укажите рисунок, на котором представлены зависимости потока рентгеновского излучения от длины волны при различных напряжениях между анодом и катодом в рентгеновской трубке:**

$(U_1 < U_2 < U_3)$ :



## Задание 2. Укажите правильные высказывания

9. 1) Рассеяние рентгеновского излучения возникает, если энергия фотона меньше энергии ионизации.

2) Линейный коэффициент ослабления рентгеновского излучения равен отношению массового коэффициента ослабления к плотности поглотителя и не зависит от плотности вещества.

3) Массовый коэффициент ослабления рентгеновского излучения линейно зависит от линейного коэффициента ослабления.

10. 1) Если энергии фотона рентгеновского излучения достаточно для ионизации, то фотоэффект в редких случаях может привести к последовательному испусканию двух электронов.

2) Вторичный поток рентгеновского излучения ослабляется в веществе в соответствии с законом Бугера.

3) Первичный поток рентгеновского излучения ослабляется в веществе в соответствии с законом Бугера — Ламберта — Бера.

4) ЛПЭ - это линейная плотность энергии – величина ионизационных потерь энергии на единице пути в веществе.

### Критерии оценки тестовых заданий

*Отметка "Отлично"*

Выбрано 100-86 % правильных вариантов ответов.

*Отметка "Хорошо"*

Выбрано 85-76 % правильных вариантов ответов.

*Отметка "Удовлетворительно"*

Выбрано 75-51 % правильных вариантов ответов.

*Отметка "Неудовлетворительно"*

Выбрано 50 % и менее правильных вариантов ответов.