



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

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

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

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой  
теоретической и ядерной физики  
(название кафедры)  
  
(подпись) Ширмовский С.Э.  
(Ф.И.О. зав. каф.)  
«08» сентября 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
Взаимодействия ионизирующего излучения с веществом  
Направление – 14.03.02 «Ядерные физика и технологии»  
«Физика атомного ядра и частиц»  
Форма подготовки очная

курс 4 семестр 7  
лекции 18 час.  
практические занятия 18 час.  
лабораторные работы 36 час.  
в том числе с использованием МАО лек. 12 /пр. 0 /лаб. 0 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.  
в том числе с использованием МАО 12 час.  
самостоятельная работа 72 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.  
контрольные работы 1  
зачет не предусмотрен  
экзамен 7 семестр

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 кафедрой доцент, к.ф.-м.н. С.Э. Ширмовский  
Составитель (ли): доцент, к.ф.-м.н. Кучма А.С.

**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:** Interactions of ionizing radiation with matter

**Variable part of block, 4 credits.**

**Instructor:** Kuchma A.S.

**At the beginning of the course a student should be able to:** possession of a culture of thinking, capable of generalization, analysis, perception of information, setting goals and choosing ways to achieve it;

readiness for self-development, improvement of their qualifications and skills.

**Learning outcomes:** readiness to conduct physical experiments according to a given method, compile a description of the research and analysis of the results; the ability to use technical means to measure the basic parameters of the objects of research, to prepare data for compiling reviews, reports and scientific publications;

**Course description:** The content of the discipline covers a range of questions about the structure of the atomic nucleus, radioactive decay, ionizing radiation and their impact on inorganic and organic objects. The discipline considered the composition of atomic nuclei, the limits of their stability, covered in detail the phenomenon of radioactivity, the types of radioactivity, their characteristic spectra, much attention was paid to the interaction of various types of radiation with matter, ionization inhibition of charged particles, bremsstrahlung, laws of attenuation of radiation on chain reactions, on the principles of operation of nuclear power plants and the atomic bomb, the issues of radiation pollution of the environment and the effects of radioactivity on biological objects.

### **Main course literature:**

1. Chernyaev, A.P. Ionizing radiation [Text] / A. P. Chernyaev; Moscow State University, Faculty of Physics., Ed. 3rd, rev. and add. - M.: University, 2014. - 313 p.

EK NB FEFU: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:788864>

2. Kulepanov, V.N. Ionizing radiation in the hydrosphere. Introduction to radiobiology and radioecology of hydrobionts [Text]: study guide / V.N. Kulepan. - M.: Forum, 2013. - 87 p.

EK NB FEFU: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:751915>

3. The effect of low doses of ionizing radiation [Text] / A. P. Mamontov, I. P. Chernov; Tomsk Polytechnic University., 2nd ed., Pererab. and add. - Tomsk: [Hanglider], 2009. - 286 p.

EK NB FEFU: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:289618>

4. Beckman, I.N. Atomic and nuclear physics: radioactivity and ionizing radiation [Text]: a textbook for undergraduate and graduate programs / I.N. Bekman., 2nd ed., Rev. and add. - M.: Yurayt, 2017. - 397 p.

EK NB FEFU: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:836756>

**Form of final knowledge control:** exam

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа дисциплины «Взаимодействия ионизирующего излучения с веществом» разработана для студентов 4 курса направления 14.03.02 «Ядерная физика и технологии», специализации «Физика атомного ядра и частиц» в соответствии с требованиями ОС ВО по данному направлению.

Дисциплина «Биофизика» относится к разделу Б1.В.ДВ.2 дисциплин по выбору вариативной части учебного плана.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 час.), практическая работа (18 час.) и лабораторные работы (36 час.), самостоятельная работа (72 час., в том числе на подготовку к экзамену 36 час.). Дисциплина реализуется в 7 семестре 4 курса.

Курс «Взаимодействия ионизирующего излучения с веществом» опирается на содержание дисциплин «Основы теории ядерной физики и элементарных частиц», «Атомная физика», «Квантовая механика», «Электродинамика» бакалавриата.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин «Термодинамика, статистическая физика и физика конденсированного состояния», «Ядерная физика и медицина»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов о строении атомного ядра, радиоактивном распаде, ионизирующих излучениях и их воздействии на неорганические и органические объекты.

В дисциплине рассмотрен состав атомных ядер, границы их устойчивости, подробно освещено явление радиоактивности, виды радиоактивности, характерные их спектры, много внимания уделено вопросам взаимодействия различных видов излучения с веществом, ионизационное торможение заряженных частиц, тормозное излучения, законы ослабления излучения, рассмотрены вопросы о цепных реакциях, о принципах работы атомных электростанций и атомной бомбы, затронуты вопросы радиационного загрязнения окружающей среды и действия радиоактивности на биологические объекты.

**Цели** освоения дисциплины «Взаимодействия ионизирующего излучения с веществом» – приобретение систематизированных знаний по взаимодействию различных ядерных излучений с веществом и последствиям таких взаимодействий для неорганических и органических материалов.

### **Задачи:**

- изучение видов нестабильности атомных ядер, закона их распада;
- знакомство с характеристиками ядерных излучений;

- изучение закономерностей взаимодействия ядерных излучений с веществом;
- ознакомление с индуцированными ядерными реакциями их ролью в энергетике человечества;
- изучение последствий воздействия ядерных излучений на кристаллические вещества и биологические объекты, понятия дозы облучения.

Для успешного изучения дисциплины «Взаимодействия ионизирующего излучения с веществом» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- владением культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
- готовностью к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-6).

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные / 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	характеристики радиоактивных ядер; характеристики радиоактивных излучений; строение неорганических и органических веществ; экологические проблемы, обусловленные излучениями, возникающими от распада радиоактивных веществ, попавших во внешнюю среду.
	Умеет	измерять и рассчитывать активность радиоактивных препаратов; применять теоретические знания к решению практических и научных задач; понимать, излагать и критически анализировать общефизическую информацию.
	Владеет	технологиями использования базовых теоретических знаний в области естественных наук при решении профессиональных задач. навыками работы с приборами, регистрирующими ядерные излучения
ПК-4 способностью использовать технические средства для измерения	Знает	технику безопасности; теоретические основы проведения эксперимента.
	Умеет	использовать технические средства для измерения основы параметров объектов исследования;

ния основных параметров объектов исследования, к подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций		умеет последовательно излагать методику и результаты проводимых исследований.
	Владеет	навыками по исследованию и подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Взаимодействия ионизирующего излучения с веществом» предусмотрены следующие методы активного/интерактивного обучения: лекция-беседа, лекция-презентация с обсуждением.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Раздел I. Атомное ядро (5 час.)**

#### **Тема 1. Стабильные ядра (лекция-беседа) (1 час.)**

Состав, характеристики, массы стабильных ядер. Единицы измерения масс. Масспектрометрия. Дефект масс.

#### **Тема 2. Протон – нейтронная модель ядра (лекция-беседа) (1 час.)**

Состав ядер. Характеристики протонов и нейтронов. Соотношение нуклонов в ядрах. Границы устойчивости ядер.

#### **Тема 3. Характеристики ядер (1 час.)**

Определение энергии связи ядер. Основные и возбужденные состояния. Эмпирическая формула для радиусов ядер. Плотность ядерного вещества. Механические и магнитные моменты ядер. Спины ядер, магнитные моменты ядер.

#### **Тема 5. Нестабильные ядра (1 час.)**

Явление радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада. Период полураспада. Три вида радиоактивности.

#### **Тема 6. Излучение (лекция-беседа) (1 час.)**

Альфа распад. Линейчатый спектр излучения при альфа-распаде. Бета-излучение. Три вида бета-распада. Непрерывный спектр излучения при бета-распадах, гипотеза нейтрино. Гамма-излучение. Гамма-излучение при различных типах распада.

### **Раздел II. Взаимодействие ядерных излучений с веществом (9 час.)**

#### **Тема 1. Взаимодействие альфа-частиц с веществом (1 час.)**

Ионизационное торможение тяжелых заряженных частиц, формула Бора. Удельные ионизационные потери. Кривая Брэга.

#### **Тема 2. Взаимодействие бета-частиц с веществом (1 час.)**

Ионизационное взаимодействие легких заряженных частиц с веществом. Радиационные потери. Взаимодействие позитронов с веществом. Интегральный закон ослабления потока легких заряженных частиц в веществе.

**Тема 3. Взаимодействие гамма-излучения с веществом (1 час.)**

Фотоэффект, комптоновское рассеяние, образование электронно-позитронных пар.

**Тема 4. Общие закономерности ядерных реакций (лекция-беседа) (1 час.)**

Определение ядерной реакции, типы их, классификация ядерных реакций.

**Тема 5. Взаимодействие нейтронов с ядрами (2 час.)**

Виды взаимодействия нейтронов с ядрами (захват, выброс нейтронов или протонов, образование альфа – частиц и др.). Наведенная активность.

**Тема 6. Деление ядер (лекция-презентация с обсуждением) (1 час.)**

Реакция деления ядер. Модельное представление цепной ядерной реакции. Использование её для получения энергии. Ядерный реактор.

**Тема 7. Атомная бомба. (лекция-презентация с обсуждением) (2 час.)**

Принцип устройства и работы атомной бомбы, искусственная радиоактивность. Радиоактивное загрязнение внешней среды.

**Раздел III. Радиационные повреждения (4 час.)**

**Тема 1. Облучение неорганических материалов (2 час.)**

Последствия повреждающего действия: а) электронов; б) гамма-квантов; в) тяжелых заряженных частиц (альфа-частиц, протонов); г) нейтронов.

**Тема 2. Облучение органических материалов (2 час.)**

Последствия повреждающего действия: а) электронов; б) гамма-квантов; в) тяжелых заряженных частиц (альфа-частиц, протонов); г) нейтронов.

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

**Лабораторные работы (36 час.)**

**Лабораторная работа №1. Ядерный магнитный резонанс (4 час.)**

Изучение физических основ метода ядерного магнитного резонанса.

**Лабораторная работа №2. Определение активности препарата методом гамма-гамма совпадений (4 час.)**

Проводится измерение активности радиоактивного образца, которая является численной характеристикой количества радиоактивных ядер связанная, в частности, с безопасностью работы с ним.

**Лабораторная работа №3. Определение энергии альфа-частиц по их пробегу в воздухе (4 час.)**

Изучение механизма потерь энергии альфа-частиц, изучение техники альфа-спектроскопии.

**Лабораторная работа №4. Определение энергии гамма-квантов методом поглощения (4 час.)**

Изучении степени поглощения энергии гамма-квантов.

**Лабораторная работа №5. Определение бета-активности тонких препаратов абсолютным и относительным методами (4 час.)**

Изучение активности радиоактивного образца, связанная с безопасностью работы.

**Лабораторная работа №6. Определение максимальной энергии электронов при бета-распаде (4 час.)**

Определение энергии электронов при бета-распаде.

**Лабораторная работа №7. Изучение счетчика Гейгера-Мюллера (4 час.)**

Изучение физических основ работы самого распространенного прибора для регистрации разных типов ядерных частиц.

**Лабораторная работа №8. Однокристалльный сцинтилляционный гамма-спектрометр (4 час.)**

Изучение физических основ работы распространенного высокочувствительного прибора для регистрации интенсивности потока гамма-излучения и идентификации вида ядер его испускающих.

**Лабораторная работа №9. Заключительное занятие (4 час.)**

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Взаимодействия ионизирующего излучения с веществом» 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 студентов 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 I. Атомное ядро	ПК-3	знает	Конспект (ПР-7) Устный опрос (УО-1)	Вопросы к экзамену № 1-10
			умеет	Защита лабораторных работ № 1-3 (ПР-6)	
			владеет		
2	Раздел II. Взаимодействие ядерных излучений с веществом	ПК-3	знает	Конспект (ПР-7) Устный опрос (УО-1)	Вопросы к экзамену № 11-15
			умеет	Защита лабораторных работ № 4-6 (ПР-6) Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет		
3	Раздел III. Радиационные повреждения	ПК-4	знает	Конспект (ПР-7) Устный опрос (УО-1)	Вопросы к экзамену № 16-20
			умеет	Защита лабораторных работ № 7-9 (ПР-6)	
			владеет		

Типовые 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

*(печатные и электронные издания)*

1. Черняев, А.П. Ионизирующие излучения [Текст] / А. П. Черняев; Московский государственный университет, Физический факультет., Изд. 3-е, испр. и доп. – М. : Университет, 2014. – 313 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:788864>

2. Кулепанов, В.Н. Ионизирующее излучение в гидросфере. Введение в радиобиологию и радиоэкологию гидробионтов [Текст] : учебное пособие / В. Н. Кулепанов. – М. : Форум, 2013. – 87 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:751915>

3. Эффект малых доз ионизирующего излучения [Текст] / А. П. Мамонтов, И. П. Чернов ; Томский политехнический университет., 2-е изд., перераб. и доп. – Томск : [Дельтаплан], 2009. – 286 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:289618>

4. Бекман, И.Н. Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения [Текст] : учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Бекман., 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2017. – 397 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:836756>

### Дополнительная литература (печатные и электронные издания)

1. Введение в физику ядра и частиц [Текст] : учебник для вузов / И. М. Капитонов. – М. : Физматлит, 2010. – 512 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:674302>

2. Мухин, К.Н. Экспериментальная ядерная физика [Текст] : учебник [в 3 т.] : т. 1. Физика атомного ядра / К. Н. Мухин. – СПб. : Лань, 2008. – 383 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:281645>

3. Мухин, К.Н. Экспериментальная ядерная физика [Текст] : учебник [в 3 т.] : т. 2. Физика ядерных реакций / К. Н. Мухин. – СПб. : Лань, 2008. – 318 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:281644>

4. Мухин, К.Н. Экспериментальная ядерная физика [Текст] : учебник [в 3 т.] : т. 3. Физика элементарных частиц / К. Н. Мухин. – СПб. : Лань, 2008. – 412 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:281586>

5. Абрамов, А.И. Основы экспериментальных методов ядерной физики [Текст] : учебное пособие для высших учебных заведений / А. И. Абрамов, Ю. А. Казанский, Е. С. Матусевич. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 488 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:248988>

6. Широков, Ю.М. Ядерная физика [Текст] : учебное пособие для вузов / Ю. М. Широков, Н. П. Юдин. – М. : Наука, 1980. – 727 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:249396>

7. Ракобольская, И.В. Ядерная физика [Текст] : учебное пособие для вузов / И. В. Ракобольская. – [Москва] : Изд-во Московского университета, 1981. – 280 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:245645>

8. Мухин, К.Н. Введение в ядерную физику [Текст] : учебное пособие / К. Н. Мухин. – М. : Атомиздат, 1965. – 720 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:847070>

9. Фундаментальная структура материи : [рассказ о новейших достижениях физики элементарных частиц и перспективах ее развития на будущее] / [Д. Уилкинсон, Р. Пайерлс, К. Льюэллин-Смит и др.] ; под ред. Дж. Малви ; пер. с англ. В. П. Павлова, Ю. Г. Рудого. – М. : Мир, 1984. – 312 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:669820>

10. Блохинцев, Д.И. Основы квантовой механики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д. И. Блохинцев. – СПб. : Лань, 2004.- 627 с.

ЭБС «Elanbook.com»:

<https://e.lanbook.com/book/619>

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

Не предусмотрен.

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Взаимодействия ионизирующего излучения с веществом» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме опроса, защиты лабораторных работ и выполнения контрольной работы по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

В рамках данной дисциплины предусмотрено 72 часа самостоятельной работы, которая необходима при проработке материала лекций, обработке и оформлении результатов и подготовке к защите лабораторных работ, подготовке к контрольной работе, экзамену.

В самостоятельную работу по дисциплине «Взаимодействия ионизирующего излучения с веществом» включены следующие виды деятельности:

- поиск информации по темам для самостоятельного изучения;
- разбор теоретических аспектов, обработка и оформление результатов и подготовка к защите лабораторных работ;
- подготовка к текущему и промежуточному контролю.

Для закрепления навыков и знаний студента, полученных на лабораторных и лекционных занятиях, студенту в течение курса необходимо правильно обработать и оформить данные и защитить отчёты по лабораторным работам. Для этого необходимо использовать все полученные знания и умения.

Студенту следует тщательно планировать и организовывать время, необходимое для изучения дисциплины. Недопустимо откладывать ознакомление с

теоретической частью и оформление лабораторных работ, поскольку это неминуемо приведет к снижению качества освоения материала. Все виды работ по дисциплине рекомендуется выполнять по календарному плану, приведенному в Приложении 1.

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

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Взаимодействия ионизирующего излучения с веществом» необходима аудитория с доской, достаточного размера, на которой можно писать маркером или мелом при чтении лекционного материала, мультимедийное оборудование.

Лабораторные работы проходят в специализированной лаборатории, со следующим оборудованием: однокристалльный сцинтилляционный гамма-спектрометр, счетчик Гейгера-Мюллера и др.



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

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Взаимодействия ионизирующего излучения с веществом»  
Направление – 14.03.02 «Ядерная физика и технологии»  
Специализация «Физика атомного ядра и частиц»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2018**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения, неделя	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение, час	Форма контроля
1	1-2	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 1, оформление отчёта	5	Защита лабораторной работы № 1 (ПР-6)
2	3-4	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 2, оформление отчёта	5	Защита лабораторной работы № 2 (ПР-6)
3	5-6	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 3, оформление отчёта	5	Защита лабораторной работы № 3 (ПР-6)
4	7-8	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 4, оформление отчёта	4	Защита лабораторной работы № 4 (ПР-6)
5	9-10	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 5, оформление отчёта	4	Защита лабораторной работы № 5 (ПР-6)
6	11-12	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 6, оформление отчёта	4	Защита лабораторной работы № 6 (ПР-6)
7	13-14	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 7, оформление отчёта	4	Защита лабораторной работы № 7 (ПР-6)
8	15-16	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 8, оформление отчёта	4	Защита лабораторной работы № 8 (ПР-6)
9	17	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 9, оформление отчёта	4	Защита лабораторной работы № 9 (ПР-6)
10	18	Изучение лекционного материала, подготовка к текущему контролю	6	Контрольная работа (ПК-2)
11	1-18	Подготовка к экзамену	27	Экзамен

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

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Взаимодействия ионизирующего излучения с веществом» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме опроса, защиты лабораторных работ и выполнения контрольной работы по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

В рамках данной дисциплины предусмотрено 72 часа самостоятельной работы, которая необходима при проработке материала лекций, обработке и оформлении результатов и подготовке к защите лабораторных работ, подготовке к контрольной работе, экзамену.

В самостоятельную работу по дисциплине «Взаимодействия ионизирующего излучения с веществом» включены следующие виды деятельности:

- поиск информации по темам для самостоятельного изучения;
- разбор теоретических аспектов, обработка и оформление результатов и подготовка к защите лабораторных работ;
- подготовка к текущему и промежуточному контролю.

Для закрепления навыков и знаний студента, полученных на лабораторных и лекционных занятиях, студенту в течение курса необходимо правильно обработать и оформить данные и защитить отчёты по лабораторным работам. Для этого необходимо использовать все полученные знания и умения.

Студенту следует тщательно планировать и организовывать время, необходимое для изучения дисциплины. Недопустимо откладывать ознакомление с теоретической частью и оформление лабораторных работ, поскольку это неминуемо приведет к снижению качества освоения материала. Все виды работ по дисциплине рекомендуется выполнять по календарному плану.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Отчёт по выполненной лабораторной работе должен содержать следующие части: цель работы, сущность метода, ход работы, таблицу с полученными экспериментальными данными, формулы и расчёт (при необходимости), вывод, содержащий результаты эксперимента, и сравнительную характеристику полученных данных.

#### *Вопросы для подготовки лабораторным работам*

##### *Лабораторная работа №1*

##### *Лабораторная работа №2*

1. Активность.
2. Время жизни радионуклида.
3. Период полураспада.
4. Закон радиоактивного распада.

5. Сущность метода гамма-гамма совпадений.

*Лабораторная работа №3*

1. Образование альфа-частиц
2. Как отличается движение электрона и альфа-частицы в веществе.
3. Как альфа-частица теряет энергию?
4. От чего зависит пробег альфа-частицы в воздухе?
5. Сущность метода альфа-спектроскопии

*Лабораторная работа №4*

1. Каскадный распад.
2. Схема гамма распада.
3. Угол разлета гамма-квантов.
4. Закон сохранения энергии при каскадном распаде.
5. Сущность метода.

*Лабораторная работа №5*

1. Схема бета-распада.
2. Виды бета-распада.
3. Взаимодействие бета-излучения с веществом.
4. Сущность методов.

*Лабораторная работа №6*

1. Схема бета-распада.
2. Виды бета-распада.
3. Спектр энергий бета-частиц.
4. Взаимодействие бета-излучения с веществом
5. Сущность метода.

*Лабораторная работа №7*

1. Принцип работы прибора.
2. Особенность регистрации ядерных частиц.

*Лабораторная работа №8*

1. Принцип работы прибора.
2. Особенность регистрации потока гамма-излучения.

**Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

*Зачтено* – работа выполнена, правильно оформлен отчёт по лабораторной работе, законченные и верно выполненные расчёты, правильные и полные ответы на теоретические вопросы по теме работы.

*Не зачтено* – работа выполнена, отчёт содержит существенные ошибки в оформлении, расчёты проведены неверно и/или содержат существенные ошибки, не даны ответы на теоретические вопросы по теме работы или они не достаточно полные.



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

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Взаимодействия ионизирующего излучения с веществом»  
Направление – 14.03.02 «Ядерная физика и технологии»  
Специализация «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	характеристики радиоактивных ядер; характеристики радиоактивных излучений; строение неорганических и органических веществ; экологические проблемы, обусловленные излучениями, возникающими от распада радиоактивных веществ, попавших во внешнюю среду.
	Умеет	измерять и рассчитывать активность радиоактивных препаратов; применять теоретические знания к решению практических и научных задач; понимать, излагать и критически анализировать общефизическую информацию.
	Владеет	технологиями использования базовых теоретических знаний в области естественных наук при решении профессиональных задач. навыками работы с приборами, регистрирующими ядерные излучения
ПК-4 способностью использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, к подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций	Знает	технику безопасности; теоретические основы проведения эксперимента.
	Умеет	использовать технические средства для измерения основы параметров объектов исследования; умеет последовательно излагать методику и результаты проводимых исследований.
	Владеет	навыками по исследованию и подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел I. Атомное ядро	ПК-3	знает	Конспект (ПР-7)	Вопросы к экзамену № 1-10
			умеет	Защита лабораторных работ № 1-3 (ПР-6)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
2	Раздел II. Взаимодействие ядерных излучений	ПК-3	знает	Конспект (ПР-7)	Вопросы к экзамену № 11-15
			умеет	Защита лабораторных работ № 4-6 (ПР-6)	
			владеет	Контрольная работа	

	с веществом			(ПР-2)	
3	Раздел III. Радиационные повреждения	ПК-4	знает	Конспект (ПР-7)	Вопросы к экзамену № 16-20
			умеет	Защита лабораторных работ № 7-9 (ПР-6)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	

### 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)	характеристики радиоактивных ядер; характеристики радиоактивных излучений; строение неорганических и органических веществ; экологические проблемы, обусловленные излучениями, возникающими от распада радиоактивных веществ, попавших во внешнюю среду.	знает правильную последовательность проведения эксперимента на основе знаний о характеристике радиоактивных ядер и излучений, знает экологические проблемы, обусловленные излучениями, возникающими от распада радиоактивных веществ	Способность показать знания характеристик радиоактивных ядер и излучений, описать экологические проблемы, возникающие излучениями, возникающими от распада радиоактивных веществ
	умеет (продвинутый)	измерять и рассчитывать активность радиоактивных препаратов; применять теоретические знания к решению практических и научных задач; понимать, излагать и критически анализировать общефизическую информацию.	проведение измерений и расчет активности радиоактивных препаратов	Способность показать согласование с теоретической оценкой получаемых экспериментальных данных.
	владеет (высокий)	технологиями использования базовых теоретических знаний в области естественных наук при решении профессиональных задач. навыками работы с приборами, регистрирующими ядерные излучения	Осуществление эксперимента на приборе и обработка данных для решения профессиональных задач	Способность рассчитывать интервалы допустимых значений, хода кривых с экспериментальными значениями.
ПК-4	знает (порого-	технику безопасности;	знает технические средства и правиль-	Способность грамотно обосновать выбор

способностью использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, к подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций	высший уровень)	теоретические основы проведения эксперимента.	ное соотношение их с объектом исследования.	технических средств с точки зрения теоретических основ проведения эксперимента и техники безопасности
	умеет (продвинутый)	использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования; умеет последовательно излагать методику и результаты проводимых исследований.	умеет регулировать и правильно выбирать начальные условия эксперимента, последовательно излагать методику эксперимента	Способность обосновать влияние полученных экспериментальных данных различных факторов, обосновать выбор методики эксперимента.
	владеет (высокий)	навыками по исследованию и подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.	Верно изложенный материал исследования, грамотный анализ экспериментальных наблюдений.	Способность обработать данные для публикации с представлением верно построенных экспериментальных графиков. Способность грамотно провести эксперимент.

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

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Промежуточная аттестация по дисциплине «Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом» проводится в форме экзамена, который выставляется при сдаче всех отчетных мероприятий по текущей аттестации.

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом» проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, контрольная работа) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

- степень усвоения теоретических знаний (собеседования, контрольные работы);
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы (собеседования, контрольные работы, лабораторные работы);
- результаты самостоятельной работы (собеседования, контрольная работа).

## **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

### **1. Экзамен**

#### ***Вопросы к экзамену***

1. Единицы измерений в ядерной физике.
2. Состав ядер. Характеристики протонов и нейтронов (заряды, массы, спины, магнитные моменты, время жизни).
3. Заряды и массы ядер. Массовое число. Классификация ядер по соотношению протонов и нейтронов в них (изотопы, изобары, изотоны, изомеры). Соотношение протонов и нейтронов в ядрах в зависимости от их заряда (дорожка устойчивости и кривая стабильности ядер).
4. Энергия связи ядер. Удельная энергия связи ядер, её зависимость от заряда ядер.
5. Стабильные и нестабильные (радиоактивные) ядра, виды нестабильности.
6. Основной закон радиоактивного распада. Период полураспада, постоянная распада.
7. Радиоактивные ряды (семейства). Естественная радиоактивность, радиоактивные семейства в природе.
8. Альфа-распад. Характеристики альфа-частиц. Энергетический спектр альфа-частиц.
9. Бета-распад, три вида его. Экспериментальный энергетический спектр бета-частиц. Гипотеза нейтрино.
10. Гамма-излучение атомных ядер.
11. Ядерные реакции. Некоторые общие свойства и классификация их. Реакции синтеза и деления ядер. Цепная ядерная реакция (атомные бомбы, ядерные реакторы).
12. Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом.
13. Взаимодействие легких заряженных частиц (электронов) с веществом.
14. Механизмы взаимодействия гамма-излучения с веществом.
15. Взаимодействие нейтронов с веществом
16. Повреждения кристаллической решетки тяжелыми заряженными частицами (протонами, альфа-частицами, ионами).

17. Повреждения кристаллической решетки нейтронами.
18. Повреждения органических структур тяжелыми заряженными частицами (протонами, альфа-частицами, ионами).
19. Повреждения органических структур нейтронами.
20. Количественная оценка действия излучений на вещество. Дозы облучения.

### *Пример экзаменационного билета*

---

Билет №1

Задание 1

Единицы измерений в ядерной физике.

Задание 2

Гамма-излучение атомных ядер.

---

### *Критерии оценки к экзамену*

#### *Отметка "Отлично"*

1. Дан полный и правильный ответ на основе самостоятельно изученного материала и проведенных ранее практических работ.
2. Материал понят и изучен.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

#### *Отметка "Хорошо"*

- 1, 2, 3 – аналогично отметке "Отлично".
5. Допущены 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.

#### *Отметка "Удовлетворительно"*

1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.
2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

#### *Отметка "Неудовлетворительно"*

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.
2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

## 1. Конспект

### *Примерное содержание конспектируемых тем*

#### **Раздел I. Атомное ядро**

##### **Тема 1. Стабильные ядра**

Основные характеристики атомных ядер и методы их изучения.

##### **Тема 2. Протон – нейтронная модель ядра**

Характеристики протонов и нейтронов. Устойчивость ядер.

##### **Тема 3. Энергия связи ядер**

Определение энергии связи ядер.

##### **Тема 4. Радиусы ядер**

Формула для радиусов ядер.

##### **Тема 5. Механические и магнитные моменты ядер**

Представления о спине и магнитном момента атомных ядер.

##### **Тема 6. Нестабильные ядра**

Основной закон радиоактивного распада и виды радиоактивности.

##### **Тема 7. Альфа-излучение**

Линейчатый спектр излучения при альфа-распаде.

##### **Тема 8. Бета-излучение**

Непрерывный спектр излучения при бета-распадах.

##### **Тема 9. Гамма-излучение**

Характеристики гамма-излучения.

#### **Раздел II. Взаимодействие ядерных излучений с веществом**

##### **Тема 1. Взаимодействие альфа-частиц с веществом**

Формула Бора. Кривая Брэга.

##### **Тема 2. Взаимодействие бета-частиц с веществом**

Тормозное излучение. интегральный закон ослабления потока.

##### **Тема 3. Взаимодействие гамма-излучения с веществом**

Фотоэффект, комптоновское рассеяние, образование электронно-позитронных пар.

##### **Тема 4. Общие закономерности ядерных реакций**

Классификация ядерных реакций.

##### **Тема 5. Взаимодействие нейтронов с ядрами**

Захват, выброс нейтронов или протонов, образование альфа-частиц.

##### **Тема 6. Деление ядер**

Модельное представление цепной ядерной реакции. Ядерный реактор.

##### **Тема 7. Атомная бомба**

Принцип устройства и работы. Радиоактивное загрязнение.

#### **Раздел III. Радиационные повреждения**

##### **Тема 1. Облучение неорганических материалов**

Последствия повреждающего действия различных видов излучения.

##### **Тема 2. Облучение органических материалов (3 час.)**

Последствия повреждающего действия различных видов излучения.

### ***Критерии оценки выполнения самостоятельной работы по подготовке конспекта***

#### *Отметка "Зачтено"*

Работа выполнена, правильно и полно отражено содержание теоретической части по теме конспекта, правильные ответы на теоретические вопросы по теме работы.

#### *Отметка "Не зачтено"*

Работа не выполнена или конспект не полный, содержит ошибки, ответы на теоретические вопросы по теме работы отсутствуют или не полны.

## **2. Отчеты по лабораторным работам**

Устный опрос (собеседование) проводится по теории, вынесенной на самостоятельное изучение в соответствии с темой лабораторной работы темы (приложение 1).

### *Критерии оценки устного опроса при сдаче отчетов лабораторных работ*

*Зачтено:* работа выполнена, правильно и грамотно оформлен отчет по лабораторной работе, законченные правильно выполненные расчеты, правильные ответы на теоретические вопросы по теме работы, владение терминологией.

*Не зачтено:* работа выполнена, в отчете ошибки по оформлению, выполненные расчеты содержат ошибки, ответы на теоретические вопросы по теме работы отсутствуют или не полные

## **3. Контрольная работа**

### ***Пример заданий контрольной работы***

Задача 1. Поток гамма-квантов с энергией 0.5 – 3 Мэв проходя через слой воды толщиной 1 м ослабляется. Какова должна быть толщина стенки из графита, чтобы вызвать такое же ослабление потока.

Задача 2. Определить количество тепла в Дж, выделяемое 1мг чистого препарата Po-210 за время равное среднему времени жизни изотопа. Кинетическая энергия альфа-частиц равна 5.3 Мэв.

### ***Критерии оценки выполнения контрольной работы***

#### *Отметка "Отлично"*

Верно выполнено более 85% заданий.

#### *Отметка "Хорошо"*

Верно выполнено 75-85% заданий.

*Отметка "Удовлетворительно"*

Верно выполнено 60-75% заданий.

*Отметка "Неудовлетворительно"*

Верно выполнено менее 60% заданий.