



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

**ИНСТИТУТ НАУКОЁМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП ДТФИТ

И.о. зам. директора по учебной и  
методической работе ИНТПМ

  
(подпись)

Нефедев К.В.  
(ФИО)



(подпись)  
2022 г.

Красицкая С.Г.  
(ФИО.)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физика атомного ядра и элементарных частиц**  
**Направление подготовки 03.03.02 Физика**  
профиль «Цифровые технологии в физике»  
**Форма подготовки очная**

курс 3 семестр 6

лекции 36 час.

практические занятия 36 час.

лабораторные работы 18 час

в том числе с использованием МАО лек.     / пр.     / лаб.     час.

всего часов аудиторной нагрузки 90 час.

в том числе с использованием МАО     час.

самостоятельная работа 54 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрен

зачет 6 семестр

экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07 августа 2020 г. №891.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий

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

Директор департамента профессор, д.ф.-м.н. Нефедев К.В.

Составитель (ли): к.ф.-м.н. доцент Разов В.И.

Владивосток 2022

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

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

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

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

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

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

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

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

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

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

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

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

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

**Цель** курса «Прикладная ядерная физика» заключается в обеспечении подготовки в области методов и средств количественного определения характеристик полей ионизирующих излучений, формируемых различными источниками.

**Задачи:**

- изучение основных представлений об атомном ядре, его распаде и радиоактивном излучении;
- изучение факторов воздействия ионизирующего излучения на вещество и биоту;
- ознакомление с основными видами радиационной защиты;
- формирование понимания правил работы с источниками ионизирующего излучения;
- формирование понимания принципов дозиметрии.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций):

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научное мышление	ОПК-2 Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК -2.1 Применяет базовые методы научных исследований физических объектов, систем и процессов ОПК -2.2 Выбирает конкретные методы и технологии исследования для решения задач профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК -2.1 Применяет базовые методы научных исследований физических объектов, систем и процессов	Знает методы поиска возможных вариантов решения поставленных экспериментальных и теоретических задач.
	Умеет формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.
	Владеет методами определения ожидаемых результатов решения выделенных задач, оценивания их достоинств и недостатков.
ОПК -2.2 Выбирает конкретные методы и технологии исследования для решения задач профессиональной деятельности	Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений, основные приемы обработки и представления полученных данных.
	Умеет самостоятельно выбирать способы и средства

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	измерений и проводить экспериментальные исследования. Владеет способами обработки и представления полученных экспериментальных данных и оценки погрешности результатов измерений

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Введение в прикладную ядерную физику» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: работа в малых группах, обсуждение.

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

### **Раздел I. Ионизирующее излучение (13 час.)**

#### **Тема 1. Явление радиоактивности (1 час.)**

Открытие радиоактивности. Опыты Беккереля. Работы П. Кюри и М. Склодовской-Кюри.

#### **Тема 2. Закон радиоактивного распада (2 час.)**

Опыты Э. Резерфорда. Альфа-, бета-, гамма-излучения. Закон радиоактивного распада (формула Резерфорда), формулировка Швейдлера.

#### **Тема 3. Атомное ядро. Состав ядер (2 час.)**

Открытие атомного ядра. Эксперименты Э. Резерфорда – открытие ядра. Опыт Чедвика открытие нейтрона. Протон-нейтронная модель ядра. Изотопы, изобары, изотоны.

#### **Тема 4. Характеристика атомных ядер (2 час.)**

Дефект массы, энергия связи атомных ядер. Деление и синтез атомных ядер.

#### **Тема 5. Радиоактивный распад (3 час.)**

Альфа-распад, реакция  $\alpha$ -распада, характеристики  $\alpha$ -распада. Бета-распад, реакция  $\beta$ -распада, условия  $\beta$ -распада, характеристики  $\beta$ -распада. Гамма излучение атомных ядер. Условия  $\gamma$ -распада.

#### **Тема 6. Взаимодействие заряженных частиц (2 час.)**

Взаимодействие  $\alpha$ -частиц. Кривая Брэгга. Взаимодействие  $\beta$ -частиц. Закон поглощения, слой половинного ослабления

#### **Тема 7. Взаимодействие гамма квантов (1 час.)**

Взаимодействие гамма квантов с веществом. Закон поглощения, линейный коэффициент поглощения.

### **Раздел II. Радиоактивность внешней среды (23 час.)**

#### **Тема 8. Естественная радиоактивность (2 час.)**

Радиоактивные изотопы естественного происхождения. Источники естественного фонового облучения: радиоактивные семейства, радионуклиды вне пределов семейств, космогенные радионуклиды; космическое излучение.

Естественная радиоактивность горных пород, почвы, атмосферы, гидросферы, биоты, человека. Природный радиационный фон. Спектральные характеристики изотопов естественного происхождения.

#### **Тема 9. Радиоактивные выпадения (2 час.)**

Радиоактивные изотопы (РАИ) техногенного происхождения. Основные этапы ядерного топливного цикла и источники радиоактивного загрязнения при нормальной эксплуатации его объектов. Последствия аварийных ситуаций. Основные спектральные характеристики техногенных изотопов.

#### **Тема 10. Распространение РАИ во внешней среде (1 час.)**

Специфика распространение радионуклидов во внешней среде. Выпадение радионуклидов на поверхность почвы. Перенос примесей в гидросфере. Процессы миграции радионуклидов в гидросфере. Особенности миграции радионуклидов в морских и пресных водоемах. Перенос примесей в атмосфере.

#### **Тема 11. Получение радиоактивных изотопов (2 час.)**

Активационные методы получения радиоактивных изотопов. Уравнение активации. Сечение активации. Время активации и время остывания.

#### **Тема 12. Метод радиоактивных индикаторов (2 час.)**

Метод изотопного разбавления. Метод радиоактивных индикаторов.

#### **Тема 13. Отбор проб во внешней среде (1 час.)**

Способы отбора проб. Отбор и обработка проб почвы, гидросферы (морская, пресная среда), воздуха.

#### **Тема 14. Методы низкофоновых измерений (2 час.)**

Методы защиты – снижения фона радиометрических установок. Пассивные методы защиты. Материалы для пассивной защиты. Расчёт эффективности защиты. Активные методы защиты.

#### **Тема 15. Счётные методы измерения характеристик ионизирующих излучений (2 час.)**

Счётчики Гейгера-Мюллера. Измерение активности при помощи счётчиков Гейгера-Мюллера.

#### **Тема 16. Спектрметрические методы измерения характеристик ионизирующих излучений (2 час.)**

Сцинтилляционные спектрометры. Измерение энергии излучений при помощи сцинтилляционных спектрометров. Рентгенорадиометрический метод анализа элементного состава проб. Метод промежуточных мишеней.

#### **Тема 17. Биологическое воздействие ионизирующих излучений (3 час.)**

Воздействие ионизирующих излучений на биологические объекты. Биохимические механизмы воздействия. Генетические последствия воздействия ионизирующего излучения.

### **Тема 18. Дозиметрия ионизирующих излучений (4 час.)**

Основные понятия дозиметрии. Понятие дозы. Единицы измерения. Методы измерения доз. Дозовые нагрузки: профессиональные, на население. Дозовые нагрузки: категории А, В, на население. Дозовые нагрузки на население при использовании излучений в медицине.

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

### **Практические занятия (18 час.)**

#### **Занятие 1. Радиоэкология – раздел прикладной ядерной физики (2 час.)**

**Интерактивная форма: *обсуждение***

1. Ознакомление с экспериментальными методами регистрации спектров радионуклидов в окружающей среде и оценки дозовых нагрузок на население при выбросах и сбросах радионуклидов.
2. Анализ источников радиации в биосфере и радиоактивного загрязнения окружающей среды при использовании искусственных источников радиации.

#### **Занятие 2. Спектрометрия «фантомов» проб внешней среды (4 час.)**

**Активная форма: *работа в малых группах***

1. Приёмы работы на низкофоновых гамма-, бета- спектрометрах.

#### **Занятие 3. Спектрометрия проб внешней среды (6 час.)**

1. Изучение способов измерения спектров проб внешней среды на низкофоновых гамма-спектрометрах.
2. Изучение способов измерения спектров проб внешней среды на низкофоновых бета-спектрометрах.

#### **Занятие 4. Математическая обработка спектров (2 час.)**

**Активная форма: *работа в малых группах***

1. Методы математической обработки спектров.

#### **Занятие 5. Расчёт характеристик спектрометров (2 час.)**

**Активная форма: *работа в малых группах***

1. Расчёт калибровок по энергии, эффективности, разрешению.

#### **Занятие 6. Определение и расчёт удельной активности проб (2 час.)**

## Активная форма: работа в малых группах

1. Расчёт удельной активности проб с поправками на самопоглощение.

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Прикладная ядерная физика» 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. Ионизирующее излучение	ОПК-1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к экзамену № 1-6.
			умеет	Собеседование (УО-1)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
2	Раздел II. Радиоактивность внешней среды	ОПК-1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к экзамену № 7-15.
			умеет	Собеседование (УО-1)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
		ОК-8	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к экзамену № 16-19.
			умеет	Собеседование (УО-1)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	

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. Вартанов, А. З. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Вартанов А. З., Рубан А. Д., Шкурятник В. Л. – М.: Издательство «Горная книга», 2009. – 640 с.

ЭБС «Elanbook.com»:

<https://e.lanbook.com/book/1494>

2. Шульгин, Б. В. Новые детекторные материалы и устройства [Электронный ресурс] : монография / Шульгин Б. В., Черепанов А. Н., Шульгин Д. Б. – М.: Физматлит, 2009. – 360 с.

ЭБС «Elanbook.com»:

<https://e.lanbook.com/book/59528>

3. Алиев, Р. А. Радиоактивность [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Алиев Р. А., Калмыков С. Н. – СПб.: Лань, 2013. – 304 с.

ЭБС «Elanbook.com»:

<https://e.lanbook.com/book/4973>

### **Дополнительная литература**

*(печатные и электронные издания)*

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики Том 5 Атомная и ядерная физика [Текст] : учеб. пособие / Сивухин Д. В. – М. : Физматлит, 2002. – 784 с.

ЭБС «Elanbook.com»:

<https://e.lanbook.com/book/2315>

2. Мухин, К. Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 1. Физика атомного ядра [Текст] : учеб. / Мухин К. Н. – СПб. : Лань, 2009. – 384 с.

ЭБС «Elanbook.com»:

<https://e.lanbook.com/book/277>



3. 3. Черняев, А.П. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Черняев А. П. – М. : Физматлит, 2004. – 152 с.

ЭБС «Elanbook.com»:

<https://e.lanbook.com/book/59340>

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

Не предусмотрены.

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

В рамках данной дисциплины предусмотрено 90 часов самостоятельной работы, которая необходима при проработке материала лекции, выполнения домашних заданий, подготовке к написанию контрольной работы, экзамену.

В самостоятельную работу по дисциплине «Введение в прикладную ядерную физику» включены следующие виды деятельности:

- поиск информации по темам для самостоятельного изучения;
- разбор теоретических аспектов практических работ;
- подготовка к текущему и промежуточному контролю.

Студенту следует тщательно планировать и организовывать время, необходимое для изучения дисциплины. Недопустимо откладывать ознакомление с теоретической частью и выполнение домашних заданий, 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 «Введение в прикладную ядерную физику» на лекциях используется мультимедийное оборудование: ноутбук, проектор, экран.

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

## 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	Работа с конспектами лекций и литературой.	2,5	Собеседование (УО-1)
2	2	Работа с конспектами лекций и литературой.	2,5	Собеседование (УО-1)
3	3	Работа с конспектами лекций и литературой.	2,5	Собеседование (УО-1)
4	4	Работа с конспектами лекций и литературой.	2,5	Собеседование (УО-1)
5	5	Работа с конспектами лекций и литературой.	2,5	Собеседование (УО-1)
6	6	Работа с конспектами лекций и литературой.	2,5	Собеседование (УО-1)
7	7	Работа с конспектами лекций и литературой.	2,5	Собеседование (УО-1)
8	8	Работа с конспектами лекций и литературой.	2,5	Собеседование (УО-1)
9	9	Работа с конспектами лекций и литературой.	2,5	Собеседование (УО-1)
10	10	Работа с конспектами лекций и литературой.	2,5	Собеседование (УО-1)
11	11	Работа с конспектами лекций и литературой.	2,5	Собеседование (УО-1)
12	12	Работа с конспектами лекций и литературой.	2,5	Собеседование (УО-1)
13	13	Работа с конспектами лекций и литературой.	2,5	Собеседование (УО-1)
14	14	Работа с конспектами лекций и литературой.	2,5	Собеседование (УО-1)
15	15	Работа с конспектами лекций и литературой.	2,5	Собеседование (УО-1)
16	16	Работа с конспектами лекций и литературой.	2,5	Собеседование (УО-1)
17	17	Работа с конспектами лекций и литературой.	2,5	Собеседование (УО-1)
18	18	Работа с конспектами лекций и литературой.	2,5	Контрольная работа (ПР-2)
19	15-18	Подготовка к экзамену.	45	Экзамен

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

Самостоятельная работа необходима при проработке материала лекции, подготовке к контрольной работе, экзамену.

В самостоятельную работу по дисциплине «Введение в прикладную ядерную физику» включены следующие виды деятельности:

- поиск информации по темам для самостоятельного изучения;
- подготовка к промежуточному и итоговому контролю.

Для закрепления навыков и знаний студента, ему в течение курса выдаётся домашнее задание.

Студенту следует тщательно планировать и организовывать время, необходимое для изучения дисциплины. Недопустимо откладывать ознакомление с теоретической частью и выполнение домашних заданий, поскольку это неминуемо приведет к снижению качества освоения материала. Все виды работ по дисциплине рекомендуется выполнять по календарному плану, приведенному в Плане-графике выполнения самостоятельной работы по дисциплине.

### **Домашние задания.**

1. Явление радиоактивности.
  - 1.1 Основные виды радиоактивности
  - 1.2 Закон радиоактивного распада
2. Взаимодействие излучения с веществом
  - 2.1 Альфа-излучение
  - 2.2 Бета-излучение
  - 2.3 Гамма-излучение
3. Методы прикладной ядерной физики
  - 3.1 Ядерная хронология. Радиоуглерод C14. Масс-спектрометрия.
  - 3.2 Дефектоскопия
  - 3.3 Определение элементарного состава вещества
  - 3.4 Ядерная медицина
  - 3.5 Системы безопасности
  - 3.6 Системы досмотра
  - 3.7 Изотопные источники.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**Паспорт ФОС**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-2	Знает	природные и искусственные источники радиации и состав излучений; основные экологические проблемы ядерно-топливного цикла.
	Умеет	использовать научно-техническую информацию.
	Владеет	современными компьютерными технологиями; навыками использования баз данных в своей предметной области.
ОПК-2	Знает	основные методы теоретического и экспериментального исследования; природные и искусственные источники радиации и состав излучений.
	Умеет	использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; рассчитывать действие радиационного излучения на живые организмы.
	Владеет	методами математического анализа и моделирования; методами спектрального анализа радиационной обстановки.
ОПК-2	Знает	природные и искусственные источники радиации и состав излучений; основные экологические проблемы ядерно-топливного цикла.
	Умеет	использовать научно-техническую информацию.
	Владеет	современными компьютерными технологиями; навыками использования баз данных в своей предметной области.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Ионизирующее излучение	ОПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к экзамену № 1-6.
			умеет		
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
2	Раздел II. Радиоактивность внешней среды	ОПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к экзамену № 7-15.
			умеет		
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
		ОПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к экзамену № 16-19.
			умеет		
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	критерии	показатели	
ОПК-2	знает (пороговый уровень)	природные и искусственные источники радиации и состав излучений; основные экологические проблемы ядерно-топливного цикла.	Основные термины и понятия в области профессиональной деятельности	Способность перечислить источники радиации, экологические проблемы ЯТЦ
	умеет (продвинутый)	использовать научно-техническую информацию.	самостоятельно организует поиск информации в области профессиональной деятельности	Способность представить научно-техническую информацию в области профессиональных знаний
	владеет (высокий)	современными компьютерными технологиями; навыками использования баз данных в своей предметной области.	способность проанализировать полученные и обработанные результаты собственных исследований	Способность представить самостоятельно полученные и обработанные результаты
ОПК-2	знает (пороговый уровень)	основные методы теоретического и экс-	понимание окружающего мира и явлений природы	способность объяснять различные природные явления на основании знания законов

		периментального исследования; природные и искусственные источники радиации и состав излучений.	с точки зрения основных естественнонаучных законов.	ядерного распада, источников радиации .
	умеет (продвинутый)	использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; рассчитывать действие радиационного излучения на живые организмы.	понимание окружающего мира и явлений природы с точки зрения основных естественнонаучных законов.	умение объяснять большинство различных явлений природы на основании знания законов естественно научных дисциплин; способность освоить методику расчета интенсивности действия радиационного излучения
	владеет (высокий)	методами математического анализа и моделирования; методами спектрального анализа радиационной обстановки.	Проведение расчетов в области радиоактивного распада и интенсивности излучений	Способность провести расчеты с использованием методов математического анализа
ОПК-2	знает (пороговый уровень)	природные и искусственные источники радиации и состав излучений; основные экологические проблемы ядерно-топливного цикла.	Основные термины и понятия в области профессиональной деятельности	Способность перечислить источники радиации, экологические проблемы ЯТЦ
	умеет (продвинутый)	использовать научно-техническую информацию.	самостоятельно организует поиск информации в области профессиональной деятельности	Способность представить научно-техническую информацию в области профессиональных знаний
	владеет (высокий)	современными компьютерными технологиями; навыками использования баз данных в своей предметной области.	способность проанализировать полученные и обработанные результаты собственных исследований	Способность представить самостоятельно полученные и обработанные результаты

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

Промежуточная и «Прикладная ядерная физика» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По результатам выполнения всех проверочных работ, сдачи всех отчетных работ студент получает допуск к экзамену.

## **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

### **1. Вопросы к экзамену**

1. Процессы и основные закономерности ЯФ.
2. Атомное ядро. Состав ядер.
3. Основные типы радиоактивного распада.
4. Типы радиоактивных превращений.
5. Взаимодействие ИИ с веществом.
6. Радиоактивность внешней среды.
7. Естественная радиоактивность.
8. Радиоактивные выпадения.
9. Оценка радионуклидного загрязнения окружающей среды при хранении и захоронении ОЯТ и РАО.
10. Активационные методы получения радиоактивных изотопов.
11. Уравнение активации.
12. Сечение активации. Время активации и время остывания.
13. Методы низкофоновых измерений.
14. Счётные и спектрометрические методы измерения характеристик ионизирующих излучений.
15. Воздействия радиации на биоту и человека.
16. Понятие дозы. Единицы измерения. Методы измерения доз.
17. Дозовые нагрузки: категории А, В, на население.
18. Дозовые нагрузки на население при использовании излучений в медицине.

### **2. Пример экзаменационного билета**

---

Билет №1

Задание 1

Основные типы радиоактивного распада.

Задание 2

Понятие дозы. Единицы измерения. Методы измерения доз.

---

### **Критерии оценки к экзамену**

**Отметка "Отлично"**

1. Дан полный и правильный ответ на основе самостоятельно изученного материала и проведенных ранее лабораторных и 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**

Текущая аттестация по дисциплине «Прикладная ядерная физика» проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

### **Контрольная работа**

#### **Вариант 1**

Активность препарата  $^{32}\text{P}$  равна 2 мкКи. Сколько весит такой препарат?

#### **Вариант 2**

Сколько ядер урана-235 должно делиться в 1 сек для получения мощности в 1 Вт?

### ***Критерии оценки контрольных работ***

Оценка	Описание схемы оценивания
5	Демонстрирует полное понимание вопроса. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены. Задачи решены полностью, приведены все этапы решения задачи.
4	Демонстрирует значительное понимание проблемы. Все



	требования, предъявляемые к заданию выполнены. Задачи решены полностью, не все этапы решения задачи приведены, может содержать незначительные ошибки.
3	Демонстрирует частичное понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены. Задачи в большей степени решены.
2	Демонстрирует непонимание проблемы. Нет ответа. Не было попытки решить задачу.

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц»

Рабочая программа учебной дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц» разработана для студентов 3 курса очной формы обучения направления подготовки для студентов направления подготовки 03.03.02 «Физика», профиль «Фундаментальная и прикладная физика (совместно с НИУ ВШЭ, г. Москва)» в соответствии с требованиями федерального государственного стандарта высшего образования.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 час.) и практические занятия (36 час.), лабораторные работы (18 час.) самостоятельная работа (54 час., из них 36 часов отведены на подготовку к экзамену). Дисциплина «Физика атомного ядра и элементарных частиц» относится к обязательной части учебного плана, реализуется в 6 семестре 3 курса.

При освоении данной дисциплины необходимы знания, умения обучающегося, приобретенные в результате освоения курсов: «Математика», «Основы математического анализа», «Математический анализ», «Физический практикум», «Механика, электричество и магнетизм».

Дисциплина «Введение в прикладную ядерную физику» охватывает ряд основополагающих вопросов ядерной физики. Рассматриваются строение ядра, учение о радиоактивном распаде, взаимодействие радиоактивных излучений с веществом и основные принципы и методы измерения радиоактивных излучений.

**Цель** курса «Прикладная ядерная физика» заключается в обеспечении подготовки в области методов и средств количественного определения характеристик полей ионизирующих излучений, формируемых различными источниками.

### **Задачи:**

- изучение основных представлений об атомном ядре, его распаде и радиоактивном излучении;
- изучение факторов воздействия ионизирующего излучения на вещество и биоту;
- ознакомление с основными видами радиационной защиты;
- формирование понимания правил работы с источниками ионизирующего излучения;
- формирование понимания принципов дозиметрии.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций):

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научное мышление	ОПК-2 Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК -2.1 Применяет базовые методы научных исследований физических объектов, систем и процессов ОПК -2.2 Выбирает конкретные методы и технологии исследования для решения задач профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК -2.1 Применяет базовые методы научных исследований физических объектов, систем и процессов	Знает методы поиска возможных вариантов решения поставленных экспериментальных и теоретических задач.
	Умеет формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.
	Владеет методами определения ожидаемых результатов решения выделенных задач, оценивания их достоинств и недостатков.
ОПК -2.2 Выбирает конкретные методы и технологии исследования для решения задач профессиональной деятельности	Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений, основные приемы обработки и представления полученных данных.
	Умеет самостоятельно выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования.
	Владеет способами обработки и представления полученных экспериментальных данных и оценки погрешности результатов измерений