

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра радиофизики и электроники

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.20 Физика ядра и элементарных частиц»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки)

Медицинская физика

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.20 Физика ядра и элементарных частиц» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра радиофизики и электроники

наименование кафедры

протокол № 6 от "22" февраля 2024 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра радиофизики и электроники

наименование кафедры

подпись

А.П. Русинов

расшифровка подписи

Исполнители:

Профессор каф. РФиЭ

должность

подпись

Т.М. Чмерева

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.03.02 Физика

код наименование

личная подпись

В.Л. Бердинский

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

А.Д. Стрекаловская

расшифровка подписи

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Чмерева Т.М., 2024

© ОГУ, 2024

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### Цель (цели) освоения дисциплины:

Освоение компетенций ОПК-1,2 в процессе обучения основам физики ядра и элементарных частиц и формирование у студентов целостного представления о явлениях и процессах, относящихся к данному разделу физики.

### Задачи:

Изучение методов исследования атомного ядра и ядерных процессов, основных понятий и законов физики ядра и элементарных частиц, а также приобретение навыков решения задач по данной дисциплине.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.13.1 Математический анализ, Б1.Д.Б.13.5 Теория функций комплексного переменного, Б1.Д.Б.15 Механика, Б1.Д.Б.17 Электричество и магнетизм*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.Б.У.1 Ознакомительная практика, Б2.П.Б.П.1 Научно-исследовательская работа*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Код и наименование формируемых компетенций                                                                                                    | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                       | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности | ОПК-1-В-1 Знает основные понятия и законы физики и других естественных наук, методы математического анализа, алгебры и геометрии<br>ОПК-1-В-2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и естественнонаучных знаний, методов научного анализа и моделирования   | <b><u>Знать:</u></b><br>- основные понятия и законы физики ядра и элементарных частиц.<br><b><u>Уметь:</u></b><br>- применять теоретические знания к решению практических задач.<br><b><u>Владеть:</u></b><br>- навыками использования в профессиональной деятельности базовых знаний в области математики и естественных наук. |
| ОПК-2 Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные   | ОПК-2-В-1 Знает основные научные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений<br>ОПК-2-В-2 Умеет использовать физико-математический аппарат для разработки математических моделей явлений, процессов и объектов при решении задач в профессиональной деятельности | <b><u>Знать:</u></b><br>- основные методы исследований, используемые в физике ядра и элементарных частиц.<br><b><u>Уметь:</u></b><br>- применять физико-математический аппарат при решении задач в профессиональной деятельности.<br><b><u>Владеть:</u></b><br>- навыками самостоятельного приобретения новых знаний.           |

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

| Вид работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Трудоемкость, академических часов |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 6 семестр                         | всего        |
| <b>Общая трудоёмкость</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>144</b>                        | <b>144</b>   |
| <b>Контактная работа:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>85,25</b>                      | <b>85,25</b> |
| Лекции (Л)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 34                                | 34           |
| Практические занятия (ПЗ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 50                                | 50           |
| Консультации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1                                 | 1            |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,25                              | 0,25         |
| <b>Самостоятельная работа:</b><br>- проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;<br>- изучение разделов курса в системе электронного обучения;<br>- изучение разделов массового открытого онлайн-курса « <u>Ядерная физика</u> »;<br>- подготовка к практическим занятиям;<br>- подготовка к рубежному контролю. | <b>58,75</b>                      | <b>58,75</b> |
| <b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>экзамен</b>                    |              |

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

| № раздела | Наименование разделов                         | Количество часов |                   |    |    |                |
|-----------|-----------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------|
|           |                                               | всего            | аудиторная работа |    |    | внеауд. работа |
|           |                                               |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                |
| 1         | Статические свойства ядер                     | 24               | 6                 | 8  |    | 10             |
| 2         | Ядерные модели                                | 20               | 4                 | 6  |    | 10             |
| 3         | Радиоактивность                               | 24               | 6                 | 8  |    | 10             |
| 4         | Источники и методы регистрации ядерных частиц | 19               | 6                 | 8  |    | 5              |
| 5         | Ядерные реакции                               | 15               | 4                 | 6  |    | 5              |
| 6         | Деление и синтез атомных ядер                 | 20               | 4                 | 6  |    | 10             |
| 7         | Элементарные частицы                          | 22               | 4                 | 8  |    | 10             |
|           |                                               |                  |                   |    |    |                |
|           | Итого:                                        | 144              | 34                | 50 |    | 60             |
|           | Всего:                                        | 144              | 34                | 50 |    | 60             |

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

#### 1. Статические свойства ядер

Введение. Масса ядра. Методы измерения массы. Энергия связи ядра. Зависимость удельной энергии связи от массового числа. Размеры ядра. Методы определения размеров ядер. Спин и магнитный момент ядра. Измерение спинов и магнитных моментов ядер. Четность. Закон сохранения четности. Электрический квадрупольный момент ядра.

#### 2. Ядерные модели

Капельная модель. Формула Вейцеккера. Модель оболочек. Обобщенная модель.

#### 3. Радиоактивность

Основной закон радиоактивного распада. Активность. Постоянная распада и способ ее определения. Альфа-распад. Эмпирические закономерности альфа-распада. Баланс энергии при альфа-распаде. Элементы теории альфа-распада. Три вида бета-распада. Эмпирические закономерности бета-распада. Баланс энергии при бета-распаде. Гамма-излучение ядер и внутренняя конверсия электронов. Изомеры. Эффект Мессбауэра.

#### **4. Источники и методы регистрации ядерных частиц**

Принципы работы ускорителей. Виды ускорителей заряженных частиц. Источники нейтронов и гамма-квантов. Основные характеристики детекторов частиц. Принципы работы счетчиков и трековых детекторов.

#### **5. Ядерные реакции**

Законы сохранения в ядерных реакциях. Механизмы ядерных реакций.

#### **6. Деление и синтез атомных ядер**

История открытия нейтрона. Деление атомных ядер. Вторичные нейтроны. Цепная реакция деления и ее применение. Устройство и принцип работы гетерогенного ядерного реактора. Термоядерные реакции. Проблема осуществления управляемой термоядерной реакции. Нуклеосинтез во Вселенной.

#### **7. Элементарные частицы**

Классификация элементарных частиц. Античастицы. Законы сохранения в физике элементарных частиц. Кварковая модель адронов.

### **4.3 Практические занятия (семинары)**

| № занятия | № раздела | Тема                                                                                                           | Кол-во часов |
|-----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1-4       | 1         | Решение задач на определение радиуса, массы и энергии связи ядер.                                              | 8            |
| 5-7       | 2         | Оболочечная модель ядра. Нахождение спина, четности и магнитного момента ядра в модели оболочек.               | 6            |
| 8-11      | 3         | Закон радиоактивного распада. Альфа- и бета-распады. Гамма-излучение, внутренняя конверсия, эффект Мессбауэра. | 8            |
| 12-15     | 4         | Детекторы частиц. Ускорители заряженных частиц.                                                                | 8            |
| 16-18     | 5         | Решение задач на законы сохранения в ядерных реакциях.                                                         | 6            |
| 19-21     | 6         | Цепная реакция деления. Термоядерные реакции.                                                                  | 6            |
| 22-25     | 7         | Решение задач на законы сохранения в физике элементарных частиц.                                               | 8            |
|           |           |                                                                                                                |              |
|           |           | Итого:                                                                                                         | 50           |

## **5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **5.1 Основная литература**

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики [Текст] : в 5 т.: учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин . - М. : Физматлит, 2002.. - ISBN 5-9221-0229-X. - ISBN 5-89155-077-6 Т. 5 : Атомная и ядерная физика. - , 2002. - 784 с. - Указ.: с. 769-782. - ISBN 5-9221-0230-3. - ISBN 5-89155-088-1.

2. Савельев, И. В. Курс общей физики [Текст] : в 5 кн.: учебник / И. В. Савельев . - М. : АСТ Астрель, 2002.. - ISBN 5-17-008962-7. - ISBN 5-271-01033-3 Кн. 5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - , 2002. - 368 с. : ил - ISBN 5-17-004587-5. - ISBN 5-271-01307-3.

### **5.2 Дополнительная литература**

1. Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. Е.

Иродов. - М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2001. - 272 с. : ил - ISBN 5-93208-055-8.

2. Иродов, И. Е. Задачи по квантовой физике [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. Е. Иродов. - 2-е изд., испр. - М. : Физматлит ; СПб. : Невский Диалект : ЛБЗ, 2001. - 216 с. : ил. - (Технический университет) - ISBN 5-93208-056-6.

3. Чмерева, Т.М. Сборник вопросов задач и упражнений по ядерной физике. [Текст] : [уч. пособие] / Т.М. Чмерева. - Оренбург.:ОГУ, 2006, -126с.

### **5.3 Периодические издания**

1. Журнал экспериментальной и теоретической физики : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.

2. Успехи физических наук : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.

### **5.4 Интернет-ресурсы**

1. [www.ph4s.ru](http://www.ph4s.ru) - Физика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина, МИФИ.

2. <http://kvant.mccme.ru/> - Научно-популярный физико-математический журнал «Квант».

3. <http://www.physbook.ru/> - Электронные учебники и журналы по физике.

4. <https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Ядерная физика».

5. <http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/r/index> - Журнал экспериментальной и теоретической физики.

6. <https://ufn.ru/> - Успехи физических наук : журнал.

### **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Операционная система РЕД ОС

2. Пакет офисных приложений LibreOffice

3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории, учебными плакатами.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.