

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 28.06.2022 10:57:06  
Уникальный программный ключ:  
b683afe664d7e9f64175886cf9626a196149ad56

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет  
Кафедра

*Естественнонаучный*  
*Общей и теоретической физики*

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

дисциплина

***Б1.О.15.06 Атомная и ядерная физика***

обязательная часть

Направление

***03.03.02***

***Физика***

код

наименование направления

Программа

***Медицинская физика***

Форма обучения

***Очная***

Для поступивших на обучение в  
***2021 г.***

Разработчик (составитель)

***доктор физико-математических наук, профессор***  
***Биккулова Н. Н.***

ученая степень, должность, ФИО

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....</b> | <b>5</b>  |
| <b>4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....</b>  | <b>5</b>  |
| 4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....  | 5         |
| 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам) .....   | 6         |
| <b>5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....</b>  | <b>10</b> |
| <b>6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) .....</b>  | <b>11</b> |
| 6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля) .....  | 11        |
| 6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем .....   | 12        |

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

| <b>Формируемая компетенция (с указанием кода)</b>   | <b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>   | <b>Результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>   |
|---|---|---|
| ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности; | ОПК-1.1. Разбирается в основных понятиях и законах физики и других естественных наук, методах математического аппарата и систем   | Сформированные систематические представления об основных законах атомной и ядерной физики, границах применимости основных законов, системах физических величин, размерностях физических величин в атомной и ядерной физике, истории развития и становления атомной и ядерной физики, ее современном состоянии.          |
|   | ОПК-1.2. Решает стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и естественнонаучных знаний, методами научного анализа и моделирования. Успешное и последовательное владение - методологией исследования в области атомной и ядерной физики, навыками решения задач, навыками анализа физических закономерностей. | Сформированные систематические представления об основных законах механики, границах применимости основных законов атомной и ядерной физики, системах физических величин, размерностях физических величин в атомной и ядерной физике, истории развития и становления атомной и ядерной физики, ее современном состоянии. |
|   | ОПК-1.3. . Проводит теоретические и экспериментальные   | Успешное и последовательное владение - методологией   |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <p>исследования в сфере профессиональной деятельности</p> | <p>исследования в области атомной и ядерной физики, навыками решения задач по атомной и ядерной физике, навыками анализа физических закономерностей в атомной и ядерной физике.<br/>Сформированное умение анализировать информацию по атомной и ядерной физике из различных источников, структурировать, оценивать, представлять в доступном для других виде;<br/>- приобретать новые знания по атомной и ядерной физике, используя современные информационные и коммуникационные технологии;<br/>- применять общие законы физики для решения задач в области атомной и ядерной физики.</p> |
|--|---|---|

## 2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Цели изучения дисциплины:

Дисциплина реализуется в рамках базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Механика, Молекулярная физика, Электричество и магнетизм, Колебания и волны, Оптика.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зач. ед., 144 акад. ч.

| Объем дисциплины   | Всего часов          |
|--|----------------------|
|  | Очная форма обучения |
| Общая трудоемкость дисциплины                            | 144                  |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем:     |                      |
| лекций   | 44                   |
| практических (семинарских)                               |                      |
| лабораторных   | 60                   |
| другие формы контактной работы (ФКР)                     | 0,2                  |
| Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):     |                      |
| дифференцированный зачет                                 |                      |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) | 39,8                 |

| Формы контроля           | Семестры |
|--------------------------|----------|
| дифференцированный зачет | 6        |

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

| № п/п    | Наименование раздела / темы дисциплины                  | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) |          |           |          |
|----------|---|---|----------|-----------|----------|
|          |   | Контактная работа с преподавателем  |          |           | СР       |
|          |   | Лек   | Пр/Сем   | Лаб       |          |
| <b>1</b> | <b>Тепловое излучение.</b>                              | <b>4</b>  | <b>0</b> | <b>10</b> | <b>4</b> |
| 3.2      | Рентгеновское излучение                                 | 2   | 0        | 6         | 2        |
| 9.1      | Свойства атомных ядер.                                  | 4   | 0        | 6         | 2        |
| <b>7</b> | <b>Основы физики молекул.</b>                           | <b>4</b>  | <b>0</b> | <b>4</b>  | <b>5</b> |
| 10.1     | Нейтроны и деление атомных ядер.                        | 4   | 0        | 4         | 2        |
| 10.2     | Ядерные реакции и ядерное оружие.                       | 4   | 0        | 0         | 2,8      |
| <b>9</b> | <b>Радиоактивность.</b>                                 | <b>4</b>  | <b>0</b> | <b>6</b>  | <b>2</b> |
| 8.2      | Свойства лазерного излучения.                           | 2   | 0        | 6         | 2        |
| 8.1      | Принцип работы лазера.                                  | 2   | 0        | 4         | 2        |
| <b>8</b> | <b>Спонтанное и вынужденное излучение.</b>              | <b>4</b>  | <b>0</b> | <b>10</b> | <b>4</b> |
| 5.2      | Квантовая запутанность                                  | 2   | 0        | 0         | 2        |
| 5.1      | Гипотеза де-Бройля.                                     | 2   | 0        | 0         | 2        |
| <b>5</b> | <b>Волновые свойства вещества и волновое уравнение.</b> | <b>4</b>  | <b>0</b> | <b>0</b>  | <b>4</b> |
| 4.2      | Электронный парамагнитный резонанс.                     | 2   | 0        | 0         | 2        |
| 4.1      | Эффект Зеемана.   | 2   | 0        | 0         | 2        |

|           |  |           |          |           |             |
|-----------|--|-----------|----------|-----------|-------------|
| <b>4</b>  | <b>Атом во внешнем магнитном поле.</b>   | <b>4</b>  | <b>0</b> | <b>0</b>  | <b>4</b>    |
| 3.1       | Планетарная модель атома Резерфорда.   | 2         | 0        | 6         | 2           |
| 6.1       | Вывод стационарного уравнения Шредингера с использованием оптического волнового уравнения. | 2         | 0        | 4         | 2           |
| <b>3</b>  | <b>Строение атома и теория Бора.</b>   | <b>4</b>  | <b>0</b> | <b>12</b> | <b>4</b>    |
| 2.2       | Современные исследования фотоэффекта.  | 2         | 0        | 4         | 2           |
| 2.1       | Виды фотоэффекта:  | 2         | 0        | 6         | 2           |
| <b>2</b>  | <b>Квантовые свойства электромагнитного поля.</b>  | <b>4</b>  | <b>0</b> | <b>10</b> | <b>4</b>    |
| 1.2       | Понятие абсолютно черного тела.  | 2         | 0        | 4         | 2           |
| 1.1       | Основные характеристики поля излучения и излучающих тел:                                   | 2         | 0        | 6         | 2           |
| <b>6</b>  | <b>Квантово-механическое описание атома водорода.</b>                                      | <b>4</b>  | <b>0</b> | <b>4</b>  | <b>4</b>    |
| 6.2       | Решение уравнения Шредингера   | 2         | 0        | 0         | 2           |
| <b>10</b> | <b>Ядерные реакции.</b>  | <b>8</b>  | <b>0</b> | <b>4</b>  | <b>4,8</b>  |
| 7.1       | Колебательные и электронные спектры.   | 2         | 0        | 4         | 2           |
| 7.2       | Гибридизация атомных орбиталей.  | 2         | 0        | 0         | 3           |
|           | <b>Итого</b>   | <b>44</b> | <b>0</b> | <b>60</b> | <b>39,8</b> |

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Курс лабораторных занятий

| №        | Наименование раздела / темы дисциплины   | Содержание   |
|----------|--|--|
| <b>1</b> | <b>Тепловое излучение.</b>   |  |
| 3.2      | Рентгеновское излучение  | Лабораторная работа. Изучение устройства рентгеновской трубки и дифрактометра. |
| 9.1      | Свойства атомных ядер.   | Лабораторная работа. Измерение поглощения $\gamma$ -лучей железа.              |
| <b>7</b> | <b>Основы физики молекул.</b>  |  |
| 10.1     | Нейтроны и деление атомных ядер.   | Лабораторная работа. Изучение устройства дозиметров.                           |
| <b>9</b> | <b>Радиоактивность.</b>  |  |
| 8.2      | Свойства лазерного излучения.  | Лабораторная работа. Изучение устройства лазера.                               |
| 8.1      | Принцип работы лазера.   | Лабораторная работа. Определение ширины запрещенной зоны полупроводника.       |
| <b>8</b> | <b>Спонтанное и вынужденное излучение.</b>   |  |
| 3.1      | Планетарная модель атома Резерфорда.   | Лабораторная работа . Изучение спектра атома водорода.                         |
| 6.1      | Вывод стационарного уравнения Шредингера с использованием оптического волнового уравнения. | Лабораторная работа . Определение постоянной Ридберга..                        |

|           |  |  |
|-----------|--|--|
| <b>3</b>  | <b>Строение атома и теория Бора.</b>                     |  |
| 2.2       | Современные исследования фотоэффекта.                    | Лабораторная работа. Определение постоянной Планка.                              |
| 2.1       | Виды фотоэффекта:  | Лабораторная работа. Изучение основных законов внешнего фотоэффекта.             |
| <b>2</b>  | <b>Квантовые свойства электромагнитного поля.</b>        |  |
| 1.2       | Понятие абсолютно черного тела.                          | Лабораторная работа. Проверка закона Стефана Больцмана.                          |
| 1.1       | Основные характеристики поля излучения и излучающих тел: | Лабораторная работа. Проверка закона Стефана Больцмана.                          |
| <b>6</b>  | <b>Квантово-механическое описание атома водорода.</b>    |  |
| <b>10</b> | <b>Ядерные реакции.</b>                                  |  |
| 7.1       | Колебательные и электронные спектры.                     | Лабораторная работа. Определение резонансного потенциала методом Франка и Герца. |

Курс лекционных занятий

| №        | Наименование раздела / темы дисциплины | Содержание   |
|----------|--|--|
| <b>1</b> | <b>Тепловое излучение.</b>             |  |
| 3.2      | Рентгеновское излучение                | Тонкая структура спектральных линий. Спин-орбитальное взаимодействие. Лэмбовский сдвиг. Спектры щелочных металлов. Схема энергетических уровней атома натрия. Рентгеновское излучение. Получение рентгеновского излучения. Природа рентгеновских лучей. Дифракция рентгеновского излучения. Формула Брэгга. Рентгеновские энергетические уровни. Характеристические линии в спектре. Определение атомного номера элемента. Закон Мозли. Рентгеноструктурный анализ вещества. Поглощение рентгеновского |
| 9.1      | Свойства атомных ядер.                 | Свойства атомных ядер. Нуклон-нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил. Модели атомных ядер. Капельная модель и формула Вайцзеккера. Оболочечная модель ядра. Зарядовая независимость ядерных сил. Энергия связи ядра. Размеры атомных ядер. Электрические свойства и форма атомных ядер. Законы радиоактивного распада.  |
| <b>7</b> | <b>Основы физики молекул.</b>          |  |
| 10.1     | Нейтроны и деление атомных ядер.       | Сечение реакции. Нейтроны и деление  |

|          |   |  |
|----------|---|--|
|          |   | атомных ядер.<br>Закон Бете для сечения захвата медленных частиц. Резонансный характер ядерных реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях.  |
| 10.2     | Ядерные реакции и ядерное оружие.                       | Эффект Мёссбаура. Ядерные реакции и ядерное оружие. Цепные ядерные реакции.<br>Нейтронное оружие.  |
| <b>9</b> | <b>Радиоактивность.</b>                                 |  |
| 8.2      | Свойства лазерного излучения.                           | . Принцип работы лазера. Оптический резонатор. Условие генерации.<br>Газовые, твердотельные и полупроводниковые лазеры.<br>Свойства лазерного излучения.   |
| 8.1      | Принцип работы лазера.                                  | Теория спонтанных и вынужденных переходов Эйнштейна. Населенность энергетических уровней. Вероятности переходов. Принципы оптического усиления и генерации. Инверсная населенность и отрицательный коэффициент поглощения..                            |
| <b>8</b> | <b>Спонтанное и вынужденное излучение.</b>              |  |
| 5.2      | Квантовая запутанность                                  | Эксперименты с запутанными частицами. Квантовые вычисления и квантовая криптография. Туннельный эффект. Сканирующий туннельный и атомно-силовой микроскопы. Вывод стационарного уравнения Шредингера с использованием оптического волнового уравнения. |
| 5.1      | Гипотеза де-Бройля.                                     | Гипотеза де-Бройля.<br>Опыт Дэвиссона и Джермера.<br>Электронная оптика и электронный микроскоп. Принцип неопределенности Гейзенберга. Квантовая запутанность. ЭПР парадокс.<br>Неравенства Белла.   |
| <b>5</b> | <b>Волновые свойства вещества и волновое уравнение.</b> |  |
| 4.2      | Электронный парамагнитный резонанс.                     | Векторное сложение моментов в атоме. Теория эффекта Зеемана. Эффект Пашена и Бака. Электронный парамагнитный резонанс. Опыты Штерна и Герлаха.   |
| 4.1      | Эффект Зеемана.   | Эффект Зеемана. Аномальный и нормальный эффект Зеемана. Продольный и поперечный эффект Зеемана.  |



|          |  |  |
|----------|--|--|
| <b>4</b> | <b>Атом во внешнем магнитном поле.</b>   |  |
| 3.1      | Планетарная модель атома Резерфорда.   | Опыты по рассеянию альфа частиц. Планетарная модель атома Резерфорда. Теория Бора. Постулаты Бора. Спектр атома водорода и водородоподобных ионов. Формула Бальмера. Комбинационный принцип Ритца. Достоинства и недостатки теории Бора. Квантовые числа. Тонкая структура спектральных линий. |
| 6.1      | Вывод стационарного уравнения Шредингера с использованием оптического волнового уравнения. | Волновая функция и ее физический смысл. Ограничения, накладываемые на волновую функцию. Решение уравнения Шредингера для свободно движущейся частицы и частицы в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками.   |
| <b>3</b> | <b>Строение атома и теория Бора.</b>   |  |
| 2.2      | Современные исследования фотоэффекта.  | Современные исследования фотоэффекта. Конструкция и принцип работы солнечных батарей. Эффект Комптона. Теория эффекта Комптона. Обратный эффект Комптона.  |
| 2.1      | Виды фотоэффекта:  | Фотоэлектрический эффект. Виды фотоэффекта: внешний и внутренний. Законы внешнего фотоэффекта. Красная граница. Квантовый выход. Формула Эйнштейна для фотоэффекта. Теория Фаулера. Многофотонный фотоэффект.  |
| <b>2</b> | <b>Квантовые свойства электромагнитного поля.</b>  |  |
| 1.2      | Понятие абсолютно черного тела.  | . Понятие абсолютно черного тела. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Формула спектрального распределения Вина. Формула Релея-Джинса. Гипотеза о квантах энергии и Формула Планка.   |
| 1.1      | Основные характеристики поля излучения и излучающих тел:                                   | Основные характеристики поля излучения и излучающих тел: спектральная плотность излучения, испускательная и поглощательная способность и единицы их измерения. Закон Кирхгофа для теплового излучения.   |
| <b>6</b> | <b>Квантово-механическое описание атома водорода.</b>                                      |  |
| 6.2      | Решение уравнения Шредингера   | Решение уравнения Шредингера для атома водорода. Распределение плотности вероятности в различных   |

|           |                                      |  |
|-----------|--------------------------------------|--|
|           |                                      | энергетических состояниях. Сравнение с теорией Бора. Квантовые числа и их физический смысл. Представление об электронном облаке. Электронные конфигурации атомов. Таблица Менделеева. Заполнение электронных оболочек. Принцип Паули. Правило Клечковского. Правило Хунда. |
| <b>10</b> | <b>Ядерные реакции.</b>              |  |
| 7.1       | Колебательные и электронные спектры. | Строение молекул и молекулярные спектры. Виды молекулярных спектров. Колебательные и электронные спектры. Спектры поглощения и люминесценции. Комбинационное рассеяние света.  |
| 7.2       | Гибридизация атомных орбиталей.      | Резонансное комбинационное рассеяние света. Гигантское комбинационное рассеяние света. Типы внутримолекулярной и межмолекулярной химической связи. Гибридизация атомных орбиталей. Основы теории метода молекулярных орбиталей.  |

### 5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Аудиторная самостоятельная работа выполняется на лабораторных и практических занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

На практических занятиях:

- самостоятельное решение задач, предложенных для закрепления методики их решения;
- миниконтрольные работы (15 – 20 минут);
- контрольная работа по завершению изучения материала.

Вне аудиторная домашняя самостоятельная работа включает:

- подготовку к лекциям,
- подготовку к лабораторным занятиям;
- подготовку к практическим занятиям;
- подготовка к коллоквиуму;
- подготовка реферата.

Самостоятельная работа студентов - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процессе преподавателей. Она направлена на закрепление знаний студентов, развитие практических умений и предполагает:

- проработку лекций по курсу, работу с рекомендованными параграфами из основной и дополнительной литературы;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельное изучение;
- подготовку к проводимым в рамках текущего контроля тестам на лекциях;

- подготовку к проводимым в рамках рубежного контроля (по окончании модуля) контрольным работам;
- подготовку к проводимым в рамках рубежного контроля коллоквиумам;
- подготовку к курсовому экзамену.

Отдельно следует выделить подготовку к экзаменам и зачетам, как особый вид самостоятельной работы. Основное его отличие от других видов изучения литературы в том, что студенты готовятся к экзамену по имеющейся программе и ищут в различных источниках ответы на конкретные вопросы.

Контроль за самостоятельной работой студентов проводится путем проверки работ, предложенных для выполнения в качестве домашних заданий по практическим занятиям, написанию рефератов, а также посредством других форм текущего и рубежного контроля, предусмотренных в рейтинг-плане освоения дисциплины.

Методическое обеспечение самостоятельной работы студентов осуществляется посредством использования рекомендованной основной и дополнительной литературы, интернет-ресурсами.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

#### **Основная учебная литература:**

1. Савельев И.В. Курс общей физики : [в 3 т.] : [учеб. пособие для вузов]. Т.3: Оптика. Атомная физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц .— 3-е изд., перераб. — 1971 .— 528с. (40 экз)
2. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике: Учеб.пособие для студ.вузов .— 4-е изд.,испр. — М.;СПб: Лаборатория Базовых Знаний, 2001 .— 431с. (9 экз.)
3. Матвеев, А.Н. Атомная физика : учеб. пособие для физ. спец. вузов.— М. : Высш. шк., 1989 .— 439с. (9 экз.)

#### **Дополнительная учебная литература:**

1. Королев, Ф.А. Курс физики: Оптика, атомная и ядерная физика : Учеб. пособие для студ. пед. институтов .— 2-е изд., перераб. — М. : Просвещение, 1974 .— 607с. (18 экз.)
2. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики : Учеб.пособие для студ.вузов .— 2-е изд.,стер. — М. : Высш. шк., 1996 .— 303с. (22 экз.)
3. Волькенштейн В. С. Сборник задач по общему курсу физики : учеб. пособие для студ. вузов .— 11-е изд., перераб. — М. : Наука, 1985 .— 381с. (27 экз.)
4. Пустовалов, Г.Е. Атомная и ядерная физика .— М. : Изд-во МУ, 1968 .— 310с. (9 экз.)

**6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

| № п/п | Наименование документа с указанием реквизитов |
|-------|---|
|-------|---|