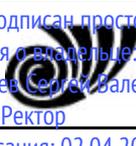


|                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                  |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Документ подписан простой электронной подписью<br>Информация о владельце:<br>ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич<br>Должность: Ректор<br>Дата подписания: 02.04.2025 16:53:14<br>Уникальный программный ключ:<br>04c19ed8bfb9815b6cb77a486b9a8788b8522325 | <br>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») | Рабочая программа дисциплины "Основы радиационной биофизики" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Фундаментальная физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ» | стр. 1 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

### **Основы радиационной биофизики**

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

Направленность (профиль)

Фундаментальная физика

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2023

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2023 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Основы радиационной биофизики» св изучении закономерностей распространения ионизирующего излучения в мутных средах методами статистического моделирования.

Основные задачи дисциплины:

- освоение основных методов статистического моделирования;
- знакомство с теориями и механизмами распространения ионизирующего излучения в веществе;
- получение навыков моделирования прохождения ионизирующего излучения в однородных средах.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ПК-1.1. Обладает знаниями об основных методах проведения научно-исследовательских разработок в области фундаментальной физики; о способах планирования и организации исследований.

ПК-1.2. Демонстрирует умения: проводить поиск, изучение и обобщение научного опыта в соответствующей области исследований; определять цели и задачи планируемых исследований и разработок; проводить исследование, составлять его описание, формулировать выводы по полученным результатам.

ПК-1.3. Имеет практический опыт (навыки) в области фундаментальной физики: проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью; составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно-исследовательских разработок.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.ДВ.03.02

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Дифференциальные уравнения

Математический анализ

Молекулярная физика

Химия

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Биофизика

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ПК-1: Способен применять специализированные знания, полученные в области фундаментальной физики, при проведении научно-исследовательских разработок**

#### Знать:

Для достижения ПК-1.1: основные механизмы взаимодействия ионизирующего излучения с биологическими объектами, основные методы статистического моделирования случайных процессов;

#### Уметь:

Для достижения ПК-1.2: строить математические модели и численные алгоритмы прохождения ионизирующего излучения через вещество;

#### Владеть:

Для достижения ПК-1.3: навыком применения методов статистического моделирования для расчета характеристик поля ионизирующего излучения в мутных средах; навыком применения методов статистического моделирования для задач теории вероятностей.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

#### 3.1 Знать:

3.1.1 основные механизмы взаимодействия ионизирующего излучения с биологическими объектами, основные методы статистического моделирования случайных процессов

#### 3.2 Уметь:



3.2.1 строить математические модели и численные алгоритмы прохождения ионизирующего излучения через вещество;

**3.3 Владеть:**

3.3.1 навыком применения методов статистического моделирования для расчета характеристик поля ионизирующего излучения в мутных средах; навыком применения методов статистического моделирования для задач теории вероятностей.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

|                                                                                                                                                      |                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>Общая трудоемкость</b>                                                                                                                            | <b>2 ЗЕТ</b>                               |
| Часов по учебному плану : 72<br>в том числе :<br>аудиторные занятия : 52<br>самостоятельная работа : 14,7<br><br>контактная работа: 57,3<br>ИКР: 5,3 | Виды контроля в семестрах:<br><br>зачеты 6 |

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                                                                                                            | Семестр / Курс | Часов | Литература                                                                    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------|
|             | <b>Раздел 1. Введение. Эффекты воздействия ионизирующего излучения на организм и клетку</b>                                                                                                          |                |       |                                                                               |
| 1.1         | Основные понятия и термины. Эффекты взаимодействия. Основные характеристики ионизирующего излучения. Основные характеристики биологических систем. Факторы, влияющие на радиочувствительность. /Лек/ | 6              | 4     | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 1.2         | Факторы, влияющие на радиочувствительность. /Ср/                                                                                                                                                     | 6              | 2     | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
|             | <b>Раздел 2. Основы статистического моделирования</b>                                                                                                                                                |                |       |                                                                               |
| 2.1         | Общая схема статистического моделирования. Основные сведения из теории вероятностей и математической статистики. Типы статистических моделей. Примеры задач статистического моделирования. /Лек/     | 6              | 12    | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 2.2         | Общая схема статистического моделирования. Основные сведения из теории вероятностей и математической статистики. Типы статистических моделей. Примеры задач статистического моделирования. /Пр/      | 6              | 4     | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 2.3         | Основные сведения из теории вероятностей и математической статистики. Типы статистических моделей. /Ср/                                                                                              | 6              | 4     | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
|             | <b>Раздел 3. Моделирование случайных величин и их распределений на ЭВМ</b>                                                                                                                           |                |       |                                                                               |



|                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |     |                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|-------------------------------------------------------------------------------|
| 3.1                                                                                     | Равномерно распределенные последовательности. Методы моделирования равномерных последовательностей. Преобразование равномерных последовательностей: моделирование дискретных случайных величин, метод обратных функций распределения, метод замены переменных, метод отказов. Моделирование нормально распределенных случайных величин. /Лек/ | 6 | 8   | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 3.2                                                                                     | Методы моделирования равномерных последовательностей. Преобразование равномерных последовательностей: моделирование дискретных случайных величин, метод обратных функций распределения, метод замены переменных, метод отказов. Моделирование нормально распределенных случайных величин. /Пр/                                                | 6 | 6   | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 3.3                                                                                     | Методы моделирования равномерных последовательностей. Преобразование равномерных последовательностей: моделирование дискретных случайных величин, метод обратных функций распределения, метод замены переменных, метод отказов. Моделирование нормально распределенных случайных величин. /Ср/                                                | 6 | 4   | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| <b>Раздел 4. Особенности статистического моделирования в задачах переноса излучения</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |     |                                                                               |
| 4.1                                                                                     | Виды ионизирующих частиц и типы их взаимодействия с веществом. Основные понятия линейной теории переноса. Физический смысл плотности потока частиц и ее имитационные оценки. Вывод интегро-дифференциальных уравнений переноса. Интегральные уравнения переноса. Метод функций Грина, операторы Грина. /Лек/                                  | 6 | 10  | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 4.2                                                                                     | Имитационные оценки плотности потока частиц. Метод функций Грина. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6 | 8   | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 4.3                                                                                     | Имитационные оценки плотности потока частиц. Метод функций Грина. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6 | 4,7 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| <b>Раздел 5. Иная контактная работа</b>                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |     |                                                                               |
| 5.1                                                                                     | Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 6 | 5,3 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Отчеты по задачам (по практическим занятиям)

Вопросы к зачету

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Типовые задания к практическим занятиям

Тема 1. Основы статистического моделирования.

1. Создать выборку из равномерного на отрезке  $[0,1]$  распределения. Рассчитать выборочное среднее, выборочную дисперсию для разных объемов выборки. Построить эмпирическую функцию распределения и гистограмму плотности распределения.

2. Проверить выполнимость неравенства Чебышева для равномерно распределенной случайной величины на отрезке  $[0,1]$ .

Тема 2. Моделирование скалярных случайных величин.



1. Используя выборку из равномерного распределения, создать выборку из экспоненциального распределения с параметром  $a$  (задан самостоятельно). Рассчитать выборочное среднее, выборочную дисперсию. Построить эмпирическую функцию распределения.
2. Создать выборку из пуассоновского распределения. Рассчитать выборочное среднее, выборочную дисперсию. Построить эмпирическую функцию распределения.
3. Создать выборку из нормального распределения. Рассчитать выборочное среднее, выборочную дисперсию для разных объемов выборки. Построить эмпирическую функцию распределения.

Тема 3. Моделирование многомерных случайных величин.

1. Написать программу для моделирования случайной величины, равномерно распределенной в круге, методом отказов.
2. Написать программу для моделирования случайной величины, равномерно распределенной в круге, используя метод замены переменных.

Тема 4. Оценка значений интегралов методом отказов.

1. Оценить значение определенного интеграла методом отказов (интеграл и подынтегральную функцию заданы самостоятельно). Оценить погрешность вычислений в зависимости от объема выборки. Вычислить дисперсию оценки.

Тема 5. Радиобиологические модели.

1. В объеме  $V$  содержится  $N$  клеток, объем клетки  $v$ . Система облучается потоком ионизирующих частиц. Клетка погибает, если в нее попало  $n$  ионизирующих частиц. Оценить вероятность гибели клетки и сравнить ее со значением  $v/V$ .
2. Построить кривую выживаемости клетки в зависимости от количества падающих ионизирующих частиц.

Тема 6. Оценка характеристик радиационных полей.

1. Написать программу моделирования пробега ионизирующей частицы вдоль оси  $Z$ . Частица может рассеиваться с вероятностью  $p_s$  и поглощаться с вероятностью  $p_a$ . Если частица в точке столкновения поглотилась, то в этой точке она передала энергию  $E$ . Если произошло рассеяние, то частица не изменила свое направление движения (движется прямо вперед) и продолжила двигаться дальше. Рассчитать распределение поглощенной энергии  $E(z)$ .

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

1. Основные характеристики ионизирующего излучения.
2. Основные характеристики биологических систем.
3. Эффекты взаимодействия.
4. Факторы, влияющие на радиочувствительность.
5. Методы моделирования равномерных последовательностей.
6. Моделирование дискретных случайных величин.
7. Метод обратных функций распределения.
8. Метод замены переменных.
9. Метод отказов.
10. Моделирование нормально распределенных случайных величин.
11. Виды ионизирующих частиц и типы их взаимодействия с веществом.
12. Основные понятия линейной теории переноса.
13. Метод функций Грина, операторы Грина.

### 6.4. Критерии оценивания

Текущий контроль теоретических знаний и практических навыков производится на зачете и лабораторных работах. Успеваемость студентов оценивается в балльной системе. Расчет баллов осуществляется следующим образом:

1. Посещение занятий. Максимальное количество баллов за семестр: 18 баллов.
2. Отчет по практическим занятиям. Максимальное количество баллов за семестр: 42 балла.
3. Контрольная работа. Максимальное количество баллов за семестр: 10 баллов.

Контроль знаний на зачете проводится в письменной форме. Зачетный билет содержит два вопроса. Максимальное количество баллов: 30 баллов.

Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за каждый этап при прохождении промежуточной аттестации.



Оценка «Зачтено» (61-100 баллов) – студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос. Может правильно применить теоретические положения и владеет необходимыми навыками при выполнении практических заданий.

Оценка «Не зачтено» (0-60 баллов) – студент не освоил основной материал, допускает неточности, неправильные формулировки, нарушает последовательность изложения программного материала.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители                | Заглавие                                                                                                                                                                                                                 | Издательство, год                                                 | Ресурс |
|------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------|
| ЛП.1 | Соболь И. М.                       | Метод Монте-Карло<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=117085">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=117085</a> )                                                                   | Москва : Наука,<br>1968                                           | ЭБС    |
| ЛП.2 | Мешечкин В. В.,<br>Косенкова М. В. | Имитационное моделирование: учебное пособие<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232371">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232371</a> )                                         | Кемерово :<br>Кемеровский<br>государственный<br>университет, 2012 | ЭБС    |
| ЛП.3 | Волков В. Ю.,<br>Рогачев В. А.     | Моделирование случайных полей: лабораторная работа №1:<br>учебное пособие<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=241949">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=241949</a> )           | Москва, Берлин :<br>Директ-Медиа,<br>2014                         | ЭБС    |
| ЛП.4 | Соболь И. М.,<br>Пирогова Г. Я.    | Численные методы Монте-Карло: монография<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457076">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457076</a> )                                            | Москва : Наука,<br>1973                                           | ЭБС    |
| ЛП.5 | Салмина Н. Ю.                      | Имитационное моделирование: учебное пособие<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480901">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480901</a> )                                         | Томск : ТУСУР,<br>2015                                            | ЭБС    |
| ЛП.6 | Соболевский Н. М.                  | Метод Монте-Карло в задачах о взаимодействии частиц с<br>веществом: учебное пособие<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485499">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485499</a> ) | Москва :<br>Физматлит, 2017                                       | ЭБС    |

#### 7.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители                            | Заглавие                                                                                                                                                                                                                         | Издательство, год                 | Ресурс |
|------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Л2.1 | Федорова В.Н.,<br>Фаустов Е.В.                 | Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами:<br>учебное пособие<br>( <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970414231.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970414231.html</a> )          | Москва :<br>ГЭОТАР-Медиа,<br>2010 | ЭБС    |
| Л2.2 | Кудряшов Ю. Б.,<br>Перов Ю. Ф., Рубин<br>А. Б. | Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые<br>электромагнитные излучения: учебник<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68420">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68420</a> ) | Москва :<br>Физматлит, 2008       | ЭБС    |
| Л2.3 | Кудряшов Ю. Б.                                 | Радиационная биофизика (ионизирующие излучения): учебник<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=69291">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=69291</a> )                                      | Москва :<br>Физматлит, 2004       | ЭБС    |
| Л2.4 | Кудряшов Ю. Б.,<br>Рубин А. Б.                 | Радиационная биофизика: сверхнизкочастотные излучения:<br>учебник<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=275552">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=275552</a> )                           | Москва :<br>Физматлит, 2014       | ЭБС    |
| Л2.5 | Васильев А. А.                                 | Медицинская и биологическая физика. Лабораторный<br>практикум: учебное пособие для вузов<br>( <a href="https://urait.ru/bcode/514207">https://urait.ru/bcode/514207</a> )                                                        | Москва : Юрайт,<br>2023           | ЭБС    |

#### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

|    |                                                                                                                                                                                              |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Э1 | Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>                                      |
| Э2 | Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> |
| Э3 | Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: <a href="https://bibli-online.ru">https://bibli-online.ru</a>                                |
| Э4 | Znanium.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. – URL: <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>                   |



Э5 | eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – URL:  
<http://elibrary.ru/defaultx.asp>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

MS Office365

Adobe Reader

LMS Moodle

Adobe Connect Acrobat

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – URL:  
<http://library.csu.ru/tu/> - Челябинск, 1992.

2. APS JOURNALS. Physical Review Letters, Physical Review X, Physical Review, and Reviews of Modern Physics : журналы American Physical Society : сайт. – URL: <http://journals.aps.org/about> – Яз. англ. – Режим доступа: только из сети университета. – Текст : электронный.

3. Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

4. Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

5. Springer Link : [сайт]. – URL: <http://link.springer.com/> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения - мультимедийным оборудованием (экран, ноутбук, проектор, колонки).

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (мультимедийные презентации).

Используются аудитория №205 - читальный зал №3 (учебный корпус №1) и аудитория №206 - электронный читальный зал (специализированный медицентр) (учебный корпус №1) для самостоятельной работы студента, оснащенные персональными компьютерами, мультимедийной аппаратурой. В аудиториях обеспечен доступ к различной справочной литературе, энциклопедиям, библиографическим и полнотекстовым базам данных, информационным ресурсам «Интернет».

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение содержания учебной дисциплины «Основы радиационной биофизики» осуществляется на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной учебной деятельности студентов.

Лекционные занятия обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. Основными методами обучения являются информационно-объяснительный и проблемный. На лекциях излагается основное содержание тем программы, проводится анализ основных понятий и рассматриваются примеры.

Лекционный материал является важным, но не единственным для усвоения учебной дисциплины. Его обязательно необходимо дополнить материалом основной и дополнительной литературы по теме.

Практические занятия служат для закрепления теоретических основ, излагаемых в лекциях. На практических занятиях обучаемые овладевают основными методами и приемами решения задач. Для проведения текущего и промежуточного контроля проводятся защиты индивидуальных заданий по каждой теме практических занятий. Защита по теме подразумевает демонстрацию работы программы и объяснения алгоритма ее работы. Система контрольных мероприятий должна обеспечивать объективную оценку знаний и навыков студентов, способствовать повышению эффективности всех видов учебных занятий, включая и самостоятельную работу.

Важным моментом при изучении любой дисциплины является организация самостоятельной работы. При освоении материала не следует стремиться к механическому запоминанию приведенных определений, формулировок и положений, если требования к Вам прямо не указывают на это. Вполне эффективной может оказаться попытка понять суть явления, выработать свое отношение к нему, опираясь на материал, содержащийся в рекомендованной литературе. Также рекомендуется равномерно распределять нагрузку самостоятельного обучения в течение семестра.



В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

## 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «EIBraile-W14J G2»; ноутбуки с программной экранной доступности NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеоувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранной доступности с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации NVDA, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранной доступности с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clever с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.



Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

- инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);
- доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);
- доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

