

|                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                  |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Документ подписан простой электронной подписью<br>Информация о владельце:<br>ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич<br>Должность: Ректор<br>Дата подписания: 09.04.2025 10:33:31<br>Уникальный программный ключ:<br>04c19ed8bfb98f5b6cb77a486b9a8788b8522523 | МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное<br>учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») | стр. 1 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

### Основы радиационной биофизики

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

Направленность (профиль)

Медицинская физика

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2022

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

Челябинск 2022 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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Рабочая программа дисциплины "Основы радиационной биофизики" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»                                                                                                                                        | стр. 3 |
| <b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |
| Цель дисциплины «Основы радиационной биофизики» св изучении закономерностей распространения ионизирующего излучения в мутных средах методами статистического моделирования.                                                                                                                                         |        |
| Основные задачи дисциплины:                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• освоение основных методов статистического моделирования;</li> <li>• знакомство с теориями и механизмами распространения ионизирующего излучения в веществе;</li> <li>• получение навыков моделирования прохождения ионизирующего излучения в однородных средах.</li> </ul> |        |
| Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:                                                                                                                                                                                                                                             |        |
| ПК-1.1. Обладает знаниями об основных методах проведения научно-исследовательских разработок в области медицинской 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 медицинской физики: проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью; составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно-исследовательских разработок.                                                                           |        |

|                                                                                                                  |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>                                                                      |               |
| Цикл (раздел) ОПОП:                                                                                              | Б1.В.ДВ.03.01 |
| <b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                 |               |
| Дифференциальные уравнения                                                                                       |               |
| Математический анализ                                                                                            |               |
| Молекулярная физика                                                                                              |               |
| Химия                                                                                                            |               |
| <b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |               |
| Биофизика                                                                                                        |               |
| Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы                                         |               |

|                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>                                                                                                                                                       |  |
| <b>ПК-1: Способен применять специализированные знания, полученные в области медицинской физики, при проведении научно-исследовательских разработок</b>                                                                                          |  |
| <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                                   |  |
| Для достижения ПК-1.1: основные механизмы взаимодействия ионизирующего излучения с биологическими объектами, основные методы статистического моделирования случайных процессов;                                                                 |  |
| <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                   |  |
| Для достижения ПК-1.2: строить математические модели и численные алгоритмы прохождения ионизирующего излучения через вещество;                                                                                                                  |  |
| <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| 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**

|            |                                                                                                                                                         |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>                                                                                                                                           |
| 3.1.1      | основные механизмы взаимодействия ионизирующего излучения с биологическими объектами, основные методы статистического моделирования случайных процессов |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                           |
| 3.2.1      | строить математические модели и численные алгоритмы прохождения ионизирующего излучения через вещество;                                                 |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                         |

|                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                          |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Рабочая программа дисциплины "Основы радиационной биофизики" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ» |                                                                                                                                                                                                                          | стр. 4 |
| 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)                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                            |       |                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Общая трудоемкость                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2 ЗЕТ                                      |       |                                                                               |
| Часов по учебному плану : 72<br>в том числе :<br>аудиторные занятия : 54<br>самостоятельная работа : 18 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 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                                          | 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 |

|                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |    |                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|-------------------------------------------------------------------------------|
| Рабочая программа дисциплины "Основы радиационной биофизики" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ» |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |    | стр. 5                                                                        |
|                                                                                                                                                                              | <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 | 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 |
| 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 | 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 |

| 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 6.1. Перечень видов оценочных средств                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| Отчеты по задачам (по практическим занятиям)<br>Вопросы к зачету                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| <p>Типовые задания к практическим занятиям</p> <p>Тема 1. Основы статистического моделирования.</p> <p>1. Создать выборку из равномерного на отрезке <math>[0,1]</math> распределения. Рассчитать выборочное среднее, выборочную дисперсию для разных объемов выборки. Построить эмпирическую функцию распределения и гистограмму плотности распределения.</p> <p>2. Проверить выполнимость неравенства Чебышева для равномерно распределенной случайной величины на отрезке <math>[0,1]</math>.</p> <p>Тема 2. Моделирование скалярных случайных величин.</p> <p>1. Используя выборку из равномерного распределения, создать выборку из экспоненциального распределения с параметром <math>\alpha</math> (задан самостоятельно). Рассчитать выборочное среднее, выборочную дисперсию. Построить эмпирическую функцию распределения.</p> <p>2. Создать выборку из пуассоновского распределения. Рассчитать выборочное среднее, выборочную дисперсию. Построить эмпирическую функцию распределения.</p> <p>3. Создать выборку из нормального распределения. Рассчитать выборочное среднее, выборочную дисперсию для разных объемов выборки. Построить эмпирическую функцию распределения.</p> <p>Тема 3. Моделирование многомерных случайных величин.</p> <p>1. Написать программу для моделирования случайной величины, равномерно распределенной в круге, методом отказов.</p> <p>2. Написать программу для моделирования случайной величины, равномерно распределенной в круге, используя метод замены переменных.</p> <p>Тема 4. Оценка значений интегралов методом отказов.</p> <p>1. Оценить значение определенного интеграла методом отказов (интеграл и подынтегральную функцию задать самостоятельно). Оценить погрешность вычислений в зависимости от объема выборки. Вычислить дисперсию оценки.</p> <p>Тема 5. Радиобиологические модели.</p> <p>1. В объеме <math>V</math> содержится <math>N</math> клеток, объем клетки <math>v</math>. Система облучается потоком ионизирующих частиц. Клетка погибает, если в нее попало <math>n</math> ионизирующих частиц. Оценить вероятность гибели клетки и сравнить ее со значением <math>v/V</math>.</p> <p>2. Построить кривую выживаемости клетки в зависимости от количества падающих ионизирующих частиц.</p> <p>Тема 6. Оценка характеристик радиационных полей.</p> <p>1. Написать программу моделирования пробега ионизирующей частицы вдоль оси <math>Z</math>. Частица может рассеиваться с вероятностью <math>p_s</math> и поглощаться с вероятностью <math>p_a</math>. Если частица в точке столкновения поглотилась, то в этой точке она передала энергию <math>E</math>. Если произошло рассеяние, то частица не изменила свое направление движения (движется</p> |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Рабочая программа дисциплины "Основы радиационной биофизики" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | стр. 6 |
| прямо вперед) и продолжила двигаться дальше. Рассчитать распределение поглощенной энергии $E(z)$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
| <b>6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |
| Вопросы к зачету                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        |
| 1. Основные характеристики ионизирующего излучения.<br>2. Основные характеристики биологических систем.<br>3. Эффекты взаимодействия.<br>4. Факторы, влияющие на радиочувствительность<br>5. Методы моделирования равномерных последовательностей.<br>6. Моделирование дискретных случайных величин.<br>7. Метод обратных функций распределения.<br>8. Метод замены переменных.<br>9. Метод отказов.<br>10. Моделирование нормально распределенных случайных величин.<br>11. Виды ионизирующих частиц и типы их взаимодействия с веществом.<br>12. Основные понятия линейной теории переноса.<br>13. Метод функций Грина, операторы Грина. |        |
| <b>6.4. Критерии оценивания</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |
| Текущий контроль теоретических знаний и практических навыков производится на зачете и лабораторных работах. Успеваемость студентов оценивается в балльной системе. Расчет баллов осуществляется следующим образом:<br>1. Посещение занятий. Максимальное количество баллов за семестр: 18 баллов.<br>2. Отчет по практическим занятиям. Максимальное количество баллов за семестр: 42 балла.<br>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.<br>Оценка «Не зачтено» (0-60 баллов) – студент не освоил основной материал, допускает неточности, неправильные формулировки, нарушает последовательность изложения программного материала.                                                                                                                                      |        |

| <b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> |                                    |                                                                                                                                                                                                                       |                                                          |        |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------|
| <b>7.1. Рекомендуемая литература</b>                                           |                                    |                                                                                                                                                                                                                       |                                                          |        |
| <b>7.1.1. Основная литература</b>                                              |                                    |                                                                                                                                                                                                                       |                                                          |        |
|                                                                                | 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, 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 : Кемеровский государственный университет, 2012 | ЭБС    |
| ЛП.3                                                                           | Волков В. Ю.,<br>Рогачев В. А.     | Моделирование случайных полей: лабораторная работа №1: 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 : Директ-Медиа, 2014                      | ЭБС    |
| ЛП.4                                                                           | Соболь И. М.,<br>Пирогова Г. Я.    | Численные методы Монте-Карло<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, 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, 2015                                      | ЭБС    |
| ЛП.6                                                                           | Соболевский Н. М.                  | Метод Монте-Карло в задачах о взаимодействии частиц с 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 : Физматлит, 2017                                 | ЭБС    |
| <b>7.1.2. Дополнительная литература</b>                                        |                                    |                                                                                                                                                                                                                       |                                                          |        |
|                                                                                | Авторы, составители                | Заглавие                                                                                                                                                                                                              | Издательство, год                                        | Ресурс |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                               |                                   |        |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|--|
| Рабочая программа дисциплины "Основы радиационной биофизики" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                               |                                   | стр. 7 |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Авторы, составители                                                                                                                                                                          | Заглавие                                                                                                                                                                                                                      | Издательство, год                 | Ресурс |  |
| Л2.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Федорова В.Н.,<br>Фаустов Е.В.                                                                                                                                                               | Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами: 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 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: 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 практикум: учебное пособие для вузов<br>( <a href="https://urait.ru/bcode/492135">https://urait.ru/bcode/492135</a> )                                                        | Москва : Юрайт,<br>2022           | 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://biblio-online.ru">https://biblio-online.ru</a>                              |                                                                                                                                                                                                                               |                                   |        |  |
| Э4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Znaniy.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. – URL: <a href="http://znaniy.com/">http://znaniy.com/</a>                      |                                                                                                                                                                                                                               |                                   |        |  |
| Э5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – URL: <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>                       |                                                                                                                                                                                                                               |                                   |        |  |
| 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: <a href="http://library.csu.ru/ru/">http://library.csu.ru/ru/</a> - Челябинск, 1992.                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                               |                                   |        |  |
| 2. APS JOURNALS. Physical Review Letters, Physical Review X, Physical Review, and Reviews of Modern Physics : журналы American Physical Society : сайт. – URL: <a href="http://journals.aps.org/about">http://journals.aps.org/about</a> – 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: <a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.                                                                                                          |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                               |                                   |        |  |
| 5. Springer Link : [сайт]. – URL: <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> – 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 медиацентр) (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 «EiBraille-W14J G2»; ноутбуки с программой экранного доступа 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 экранного доступа 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 экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clevy 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:

- а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);
- б) 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);
- в) 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.

**03.03.02 Физика, профиль Медицинская физика, Основы радиационной биофизики, 2022 год набора, очная форма обучения**

Проректор по учебной работе      утверждено 30.05.2022      В.Е. Федоров

Ученым советом физического факультета

Протокол заседания № 07 от 28.04.2022

Председатель Ученого совета  
физического факультета      согласовано      Д.А. Захарьевич

**Заседанием кафедры общей и теоретической физики**

Протокол заседания № 07 от 21.04.2022

Заведующий кафедрой      согласовано      А. Е. Майер

Автор (составитель)      А. С. Зарезина

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1**