

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1143916	Физические основы биомедицинской инженерии

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Биотехнические системы и технологии	<b>Код ОП</b> 1. 12.03.04/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Биотехнические системы и технологии	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 12.03.04

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Бажукова Ирина Николаевна	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	экспериментальной физики
2	Баранова Анна Александровна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	экспериментальной физики

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Физические основы биомедицинской инженерии**

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Изучение модуля позволяет сформировать у студентов фундаментальные знания о физических характеристиках технических устройств медико-биологического назначения. Отдельно внимание уделяется рассмотрению вопросов применения ионизирующих излучений в биомедицинской инженерии.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Проект по модулю Физические основы биомедицинской инженерии	1
2	Источники физических полей	4
3	Детекторы и датчики	4
4	Ядерная физика	4
5	Дозиметрия и радиационная безопасность	5
ИТОГО по модулю:		18

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

<b>Пререквизиты модуля</b>	1. Научно-фундаментальные основы профессиональной деятельности 2. Атомная физика
<b>Постреквизиты и кореквизиты модуля</b>	1. Методология биомедицинской инженерии

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
---------------------------	--------------------------------	--

1	2	3
Детекторы и датчики	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	<p>З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества</p> <p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p>
	ПК-1 - Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем	<p>З-2 - Соотносить предметную проблемную область с соответствующей областью естественнонаучных и инженерных наук</p> <p>У-3 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности и критически их оценивать на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-2 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя современные пакеты прикладных программ для математического анализа и моделирования</p>
Дозиметрия и радиационная безопасность	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей	<p>З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества</p> <p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и</p>

	<p>развития природы, человека и общества</p>	<p>решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде</p>
	<p>ПК-6 - Способен разрабатывать способы применения ядерно-энергетических, электронных, нейтронных и протонных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических и медицинских проблем</p>	<p>З-1 - Сформулировать свойства и характеристики ионизирующих и неионизирующих излучений</p> <p>З-2 - Соотносить дозиметрические величины и эффекты воздействия ионизирующих излучений на объекты живой и неживой природы</p> <p>У-1 - Анализировать совокупность и последовательность процессов, протекающих при взаимодействии излучения с веществом</p> <p>У-2 - Определять требуемые параметры защиты от ионизирующего излучения в соответствии с действующими нормами радиационной безопасности</p> <p>П-1 - Квалифицированно выбирать и использовать устройства измерения дозиметрических величин</p> <p>П-2 - Решать сформулированные практические задачи, относящиеся к применению ядерно-энергетических, электронных, нейтронных и протонных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических и медицинских проблем</p>

<p>Источники физических полей</p>	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества</p>	<p>З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества</p> <p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p>
	<p>ПК-1 - Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем</p>	<p>З-2 - Соотносить предметную проблемную область с соответствующей областью естественнонаучных и инженерных наук</p> <p>З-3 - Приводить примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов естественнонаучных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач в предметной области биотехнических систем и технологий</p> <p>У-2 - Использовать понятийный аппарат и терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы естественнонаучных и инженерных наук при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>У-3 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности и критически их оценивать на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-2 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной</p>

		<p>деятельности, используя современные пакеты прикладных программ для математического анализа и моделирования</p>
<p>Проект по модулю Физические основы биомедицинской инженерии</p>	<p>ПК-6 - Способен разрабатывать способы применения ядерно-энергетических, электронных, нейтронных и протонных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических и медицинских проблем</p>	<p>З-3 - Описывать основные физико-технические характеристики ядерно-энергетических, электронных, нейтронных и протонных пучков</p> <p>У-1 - Анализировать совокупность и последовательность процессов, протекающих при взаимодействии излучения с веществом</p> <p>П-1 - Квалифицированно выбирать и использовать устройства измерения дозиметрических величин</p>
<p>Ядерная физика</p>	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества</p>	<p>З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества</p> <p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p>
	<p>ПК-6 - Способен разрабатывать способы применения ядерно-энергетических, электронных, нейтронных и протонных пучков, методов экспериментальной физики в решении</p>	<p>З-3 - Описывать основные физико-технические характеристики ядерно-энергетических, электронных, нейтронных и протонных пучков</p> <p>У-1 - Анализировать совокупность и последовательность процессов, протекающих при взаимодействии излучения с веществом</p>

	технических и медицинских проблем	П-2 - Решать сформулированные практические задачи, относящиеся к применению ядерно-энергетических, электронных, нейтронных и протонных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических и медицинских проблем
--	-----------------------------------	---

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Источники физических полей**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Мильман Игорь Игорьевич	доктор физико- математических наук, доцент	Профессор	Кафедра экспериментально й физики

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Мильман Игорь Игоревич, Профессор, экспериментальной физики

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	Диагностическая информация как результат анализа взаимодействия физических полей с объектом контроля. Взаимодействие проникающего или отраженного физического поля с биологическим объектом. Виды электромагнитного излучения: низкочастотные, радиоволны, инфракрасное, видимое, ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма излучение. Ультразвуковые поля и волны. Нейтроны, электроны, позитроны, протоны.
2	Стационарные электрические, магнитные и тепловые поля	1. Электростатика вакуума. 2. Электростатика диэлектриков. 3. Электростатика проводников. 4. Магнитостатика вакуума. 5. Магнитное поле в веществе. 6. Тепловое поле.
3	Нестационарное электромагнитное поле	1. Переменное электромагнитное поле. 2. Распространение электромагнитных волн в однородных и изотропных безграничных средах. 3. Волновые явления на границах раздела сред. 4. Излучение электромагнитных волн.

		<p>5. Электромагнитные волны в направляющих системах.</p> <p>6. Колебательные системы с распределенными параметрами.</p>
4	Акустические поля и волны	<p>1. Типы акустических волн.</p> <p>2. Волновое уравнение.</p> <p>3. Акустические свойства сред.</p> <p>4. Волновые явления на границах раздела сред.</p> <p>5. Акустическое поле излучения-приема нормального излучателя.</p>
5	Электромагнитное поле теплового излучения	<p>1. Основные законы инфракрасного излучения.</p> <p>2. Характеристики излучения реальных сред.</p> <p>3. Источники и детекторы излучения.</p> <p>4. Принципы тепловидения.</p>
6	Радиационные поля	<p>1. Особенности взаимодействия рентгеновского и гамма излучений с веществом.</p> <p>2. Взаимодействие с веществом заряженных частиц.</p> <p>3. Взаимодействие с веществом нейтронов.</p> <p>4. Методы регистрации и спектрометрии излучений.</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации	У-2 - Использовать понятийный аппарат и терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы естественнонаучных и общетехнических наук при формулировании и решении задач профессиональной деятельности

			биотехнических систем	
--	--	--	-----------------------	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Источники физических полей

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Владимиров, В. С.; Уравнения математической физики : учебник.; Физматлит, Москва; 2000; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68126> (Электронное издание)
2. Гюнтер, Н. М.; Основы математической физики 1. Интегральные уравнения; Центральная типография наркомвоенмора, Ленинград; 1931; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=102541> (Электронное издание)
3. Соболев, С. Л.; Уравнения математической физики; Наука, Москва; 1966; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=224458> (Электронное издание)
4. ; Техническая электродинамика : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576560> (Электронное издание)
5. Калитеевский, Н. И.; Волновая оптика; Высшая школа, Москва; 1978; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477327> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Фальковский, О. И.; Техническая электродинамика : учебник.; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2009 (1 экз.)
2. Калитеевский, Н. И.; Волновая оптика : Учеб. пособие для ун-тов.; Высш. шк., Москва; 1978 (5 экз.)
3. Мухин, К. Н., Алферов, Ж. И.; Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 1. Физика атомного ядра; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2008 (18 экз.)
4. Мухин, К. Н., Алферов, Ж. И.; Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 2. Физика ядерных реакций; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2008 (12 экз.)
5. Мухин, К. Н., Алферов, Ж. И.; Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 3. Физика элементарных частиц; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2008 (22 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).
2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).
5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).
6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).

8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).
9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).
10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).
11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).
12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).
13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).
14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).
18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).
19. Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).
20. Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>)

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека, режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
2. Электронная библиотека нормативно-технической документации, режим доступа: <http://www.technormativ.ru>
3. Зональная научная библиотека УрФУ, режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Источники физических полей**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения

1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Подключение к сети Интернет	
--	--	-----------------------------	--

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Детекторы и датчики**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Мильман Игорь Игорьевич	доктор физико- математических наук, доцент	Профессор	Кафедра экспериментально й физики

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Мильман Игорь Игоревич, Профессор, экспериментальной физики

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	<p>Основные понятия и определения. Контрольно-измерительные системы и управляющие контрольно - измерительные системы. Основные определения, связанные с функцией измерительного преобразователя (ИП). Естественные входные и выходные функции преобразователя. Генераторные и параметрические преобразователи. Передаточная функция и пределы допустимой погрешности ИП. Виды погрешностей: систематические, прогрессирующие, случайные, измерения, обусловленные линейностью (нелинейностью) преобразования. Разрешающая способность, порог чувствительности. Динамические характеристики ИП: динамический порог измерений, быстродействие, полоса пропускания, постоянная времени, гистерезис, насыщение, воспроизводимость, мертвая зона. Специальные характеристики датчиков: спектральная чувствительность, выходной импеданс, частотные характеристики. Датчики нулевого, первого и второго порядков. Фазовый сдвиг, частота среза, демпфирование, виды выходных сигналов, комбинированные датчики. Факторы окружающей среды, влияющие на параметры датчиков.</p> <p>Физические эффекты и законы, положенные в основу получения измерительной информации и работы ИП: Зеебека, Пельтье, Томсона, Фарадея, Доплера, Максвелла, электромагнитной индукции, интерференции электромагнитных волн, пьезоэффекта, сверхпроводимости и</p>

		др. Для прецизионных измерений используют квантовые эффекты: ЯМР, ЭПР, ЯКР, ЯГР.
2	Датчики тепловых и оптических полей	<p>Контактные ИП и методы. Термопарные преобразователи. Физика преобразования. Коэффициенты термо-ЭДС некоторых термопар. Калибровка по реперным точкам по МПТШ-90. Дифференциальные термопары. Схемы включения. Батарей термопар.</p> <p>Терморезистивные датчики. Понятие о ТКС. Зависимость удельного сопротивления проводников от температуры. Положительные и отрицательные ТКС. Материалы, обладающие отрицательными значениями ТКС. Преимущества использования их в термометрии.</p> <p>Термисторы, закон изменения их электрического сопротивления от температуры. Позисторы. Служебные характеристики термисторов.</p> <p>Полупроводниковые датчики температур на основе р-п перехода. Физика работы. Основные достоинства и недостатки, в сравнении с термопарными и терморезистивными преобразователями.</p> <p>Неконтактные ИП и методы измерения температуры материальных сред по их тепловому и оптическому излучению.</p> <p>Законы излучения АЧТ и серых тел. Приемники ИК-излучения. Неселективные (тепловые) и селективные (квантовые) ИП.</p> <p>Неселективные тепловые приемники ИК-излучения. Термоэлементы в режиме измерения ИК-излучения, болометры, схемы включения, чувствительность обнаружительная способность. Сверхпроводящие болометры.</p> <p>Полупроводниковые болометры (термисторы). Конструкция и работа иммерсионного болометра. Ячейка Голея. Принцип действия.</p> <p>Пирозлектрические датчики ИК-излучения. Пирозэффект. Спектральные и частотные особенности пирозлектрических датчиков. Примеры активных ферроэлектриков. Схема включения пирозлектрического ИП в измерительную цепь.</p> <p>Акустические датчики температуры (АДТ). Условия применения. Принцип действия. Варианты исполнения. Миниатюрные АДТ на основе ПАВ. Пьезорезонансные датчики температуры. Пример исполнения и достигнутые параметры.</p> <p>Измерение температуры по тепловому шуму. Связь мощности шума с температурой.</p> <p>Селективные(фотонные) приемники излучений ИК и видимого диапазона длин волн.</p> <p>Полупроводниковые приемники с внутренним фотоэффектом.</p> <p>Фоторезисторы. Физика возникновения фотопроводимости. Формула для перевода длины волны в энергию квантов. Схема</p>

		<p>питания датчика и его подключения к усилителю. Общий вид спектральной чувствительности и ее объяснение. Кратность изменения сопротивления. Материалы фоторезисторов. Влияние охлаждения на чувствительность и обнаружительную способность. Связь спектральных характеристик с шириной запрещенной зоны полупроводниковых материалов фоторезисторов.</p> <p>Фотогальванические (вентильные) приемники. Используемые свойства р-n- перехода. Физика возникновения фото-ЭДС. Используемые материалы. Предельные параметры охлажденных приемников.</p> <p>Обратносмещенные фотодиоды. Принцип формирования полезного сигнала. ВАХ фотодиода. Диапазон спектральной чувствительности. КПД преобразователей на обычных обратносмещенных диодах. PIN- диоды. Структура р-i-n и р+-i-n+- диодов. Роль i-слоя. Электрическая схема включения обратносмещенного р+-i-n+- диода, физика его работы, используемые полупроводниковые материалы. Рабочие параметры. Квантовая эффективность, скорости переключения, спектральная характеристика в сравнении с кремниевым фотодиодом. Лавинные фотодиоды. Эффект лавинного пробоя. Коэффициент лавинного размножения носителей заряда. Внутренне усиление. Выражение для ВАХ лавинного фотодиода. Фотодиоды Шоттки. Структура фотодиода. Быстродействие. Принцип работы диода в режиме детектирования.</p> <p>Фототранзисторы. Назначение. Особенности конструкции для регистрации оптического излучения. ВАХ - фототранзистора. Механизм повышения чувствительности. Назначение антиотражающих покрытий. Недостатки при эксплуатации.</p> <p>Приборы с зарядовой связью (ПЗС). Структура элемента (пикселя) линейной 3-х - мерной матрицы ПЗС. Основные физические процессы. Считывание сигнала с координатной адресацией для получения 2D - распределений температурного поля или интенсивности света.</p> <p>Электривакуумные (квантовые) детекторы оптических излучений с внешним фотоэффектом.</p> <p>Фотоэлектронные умножители (ФЭУ). Основные физические законы, положенные в основу работы (ФЭУ). Конструктивное исполнение. Динодная система. Способ ее питания. Требования к току делителя. Усиление по электронному потоку. Временные параметры. Спектральные особенности, в сравнении с приборами на основе внутреннего фотоэффекта. Применение канального электронного умножителя (КЭУ) в конструкции ФЭУ. Причина ограничения числа динодов. Твердотельный ФЭУ (Si ФЭУ) Преимущества и принципиальное отличие от обычного ФЭУ. Физика работы. Основные проблемы.</p> <p>Электронно-оптические преобразователи (ЭОП) или электронно-оптические усилители яркости света. Назначение. Принцип действия. Конструкции ЭОП первого и последующих</p>
--	--	---

		поколений. Назначение, устройство и принцип действия микроканальной пластины и шевронной сборки. Типичные спектральные характеристики фотокатодов ЭОП и ФЭУ. Требования к свойствам материалов оптических компонент ФЭУ и ЭОП (входные окна, фокусирующие линзы, фильтры) для УФ, видимой и ИК областей излучения.
3	Емкостные преобразователи	<p>Емкостные преобразователи линейных и угловых перемещений. Принцип действия. Варианты схем построения датчиков линейных и угловых перемещений. Разновидности схем измерений емкости преобразователя: делитель напряжения, трансформаторный мост, резонансный метод. Диапазон измерений линейных и угловых перемещений, диапазон погрешностей преобразования.</p> <p>Емкостные датчики уровня жидких и сыпучих сред. Примеры построения датчиков и принцип работы.</p> <p>Емкостные датчики измерений толщин диэлектрических и электропроводящих материалов. Построения датчиков и принцип работы.</p> <p>Емкостной метод измерений параметров диэлектриков: диэлектрической проницаемости <math>\epsilon</math> и <math>\text{tg}\delta</math>. Принцип измерения и схема датчика.</p> <p>Емкостные датчики давления и ускорения. Принципы измерений и схемы датчиков.</p>
4	Индуктивные преобразователи	<p>Индуктивный датчик линейных перемещений. Теоретические основы построения индуктивных датчиков. Варианты устройств индуктивных преобразователей линейных перемещений. Недостатки преобразователей.</p> <p>Трансформаторные измерительные преобразователи линейных перемещений. Принципы преобразования. Варианты построения датчиков и их включения в регистрирующие устройства.</p>
5	Реостатные преобразователи	Реостатные преобразователи линейных и угловых перемещений. Функции преобразователя. Виды реостатных преобразователей перемещений. Включение датчика в измерительную схему. Соотношение между измеряемым сопротивлением $R$ и сопротивлением нагрузки $R_n$ для обеспечения минимальной нелинейности преобразования.
6	Тензорезистивные датчики	Тензорезистивные датчики деформации и объема. Тензорезистивный эффект. Передаточная функция. Проволочные, пленочные и полупроводниковые тензорезисторы. Области применения.
7	Датчики магнитного поля	<p>Датчики магнитного потока (веберметры). Основные законы, положенные в основу измерений параметров магнитного поля. Устройство датчика переменного магнитного потока. Функция баллистического гальванометра или его электронного аналога. Особенности измерения постоянного магнитного потока.</p> <p>Датчики магнитной индукции и напряженности магнитного поля (тесламетры). Датчики, основанные на эффекте Холла. Конструкция. Используемый материал. Характеристика</p>

		<p>преобразования. Конструкции и схемы включения. Пределы измерений.</p> <p>Магниторезистивные тесламетры. Используемый физический эффект. Отличие от датчиков на эффекте Холла. Типичные схемы схемы гальваноманнитного тесламетров.</p> <p>Магнитодиодные и магнитотранзисторные тесламетры. Диоды с толстой базой. Устройство биполярного транзистора с двумя коллекторными переходами. Схемы магнитодиодного и магнитотранзисторного тесламетров.</p> <p>ЯМР датчики магнитного поля. Суть явления ядерного магнитного резонанса. Схема датчика ЯМР. Осциллограмма резонансной линии. Основные резонирующие ядра. Схема ЯМР тесламетра, назначение его основных блоков. Диапазон измерений и точностные параметры.</p> <p>Сверхпроводящий датчик магнитного поля Мейснера. Основы применения явления сверхпроводимости в создании магнитного поля и в магнитных измерениях. Понятие о критической температуре перехода, критической напряженности магнитного поля, их связь с изменениями текущей температуры. Эффект Мейснера. Датчик сверхслабого магнитного поля (СКВИД). Описание датчика и его работа. Чувствительность. Сравнение результатов применений магнитокардиографии с применением СКВИД-ов и обычной электрокардиографии.</p>
8	Датчики расхода и количества жидких и газообразных сред	<p>Электромагнитные расходомеры. Принцип действия электромагнитного расходомера электропроводящей жидкости. Связь между длиной проводника, скоростью его движения в магнитном поле, величиной индукции магнитного поля и ЭДС, возникающей на концах проводника, движущегося в магнитном поле. Причина возникновения ЭДС при движении проводящей жидкости на электродах в трубопроводах расположенных, между полюсами постоянных магнитов. Варианты медицинских электромагнитных датчиков расхода проводящих жидкостей: крови, различных типов физиологических растворов.</p> <p>УЗ-расходомеры электропроводящих и непроводящих жидкостей. Устройство пьезоэлектрических преобразователей. УЗ-волны в ближней и дальней зоне. Типы УЗ-расходомеров, применяемые в медицинской практике.</p> <p>Времяпролетные УЗ-расходомеры. Схемы, поясняющие принцип работы расходомеров. Варианты расположения УЗ-датчиков относительно направления течения потоков жидкости или газа. Аналитическая связь разности времени прохождения УЗ-сигнала с расходом жидкости или газа.</p> <p>Допплеровские УЗ-расходомеры. Сущность эффекта Допплера. Понятие о доплеровском смещении частоты. Движущийся источник колебаний в потоке жидкости или газа, например, в потоке крови. Схема доплеровского УЗ-расходомера. Описание его работы. Допплер-анализаторы.</p>

		<p>Тепловые расходомеры. Принцип действия тепловых расходомеров. Принцип действия тепловых расходомеров, (термоанемометрических), применяемых в медицине. Основная измеряемая величина. Чувствительные элементы термоанемометров. Параметры проволочного терморезистора и полупроводникового (термистора) терморезисторов. Тепловая мощность, теряемая терморезистором при обтекании его потоком, ее связь с сопротивлением терморезистора при температуре <math>T_t</math>, с током, протекающим через терморезистор, коэффициентом теплопередачи, площадью эффективной поверхности терморезистора и температурой измеряемой среды. Разновидности измерительных схем термоанемометров: <math>I = \text{Const}</math>, <math>R=f(W)</math> <math>R = \text{Const}</math>, <math>I = F(W)</math>. Схема расходомера, используемого в приборах для исследования систем дыхания. Катетерный термоанемометрический датчик скорости потока крови. Особенности метода и схемы включения.</p> <p>Фотодатчики для изучения параметров кровообращения (Фотоплетизмографы). Физические явления, положенные в основу работы фотодатчиков. Особенности взаимодействия ИК-излучения с кровью и тканью. Основное направление применения. Варианты построения оптических схем: на прохождение и отражение. Источники излучения и типы приемников. Информационные параметры и варианты установки датчиков на теле человека.</p> <p>Фотоэлектрические измерители артериального давления. Биологические основы принципа действия. Приборная реализация измерителя систолического давления в пальцевой артерии.</p>
9	Датчики вакуумных систем	<p>Понятие вакуума. Деление областей разрежения на группы: первичный вакуум (форвакуум), промежуточный, высокий и сверхвысокий. Единицы давления.</p> <p>Термопарный датчик. Чувствительный элемент датчика. Назначение. Конструкция. Схема включения. Пределы измерения.</p> <p>Ионизационный манометр. Назначение. Конструкция. Принцип действия. Схема подключения. Пределы измерения.</p>
10	Химические датчики	<p>Назначение химических датчиков. Области применения. Особенности химических датчиков. Проблемы химических датчиков. Деление датчиков по типу воздействия на переменный параметр электрической характеристики чувствительного элемента: кондуктометрические, амперометрические и потенциометрические.</p> <p>Металл-оксидные газовые химические датчики на основе <math>\text{SnO}_2</math>. Связь электрического сопротивления детектора с концентрацией исследуемого газа. Методика идентификации газа и определение его концентрации.</p> <p>Химические полевые транзисторы. Конструкция жидкостного химического полевого транзистора и электрическая схема его</p>

		включения. Применение ион-селективных и биохимических мембран.
11	Детекторы ядерных излучений	<p>Сцинтилляционный детектор фотонных излучений. Состав детектора. Фотоэлектронный умножитель (ФЭУ). Назначение ФЭУ, физические законы, положенные в основу его работы. Технические характеристики ФЭУ, варианты модификации ФЭУ. Кристалл - сцинтиллятор. Общие требования и химический состав наиболее распространенных сцинтилляторов. Конструкция сцинтилляционного детектора. Работа сцинтилляционного детектора в радиометрическом и спектрометрических режимах.</p> <p>Сцинтилляционный детектор корпускулярных излучений. Принципы регистрации заряженных частиц и нейтронов.</p> <p>Ионизационные методы регистрации излучений.</p> <p>Ионизационная камера. Назначение. Преимущество перед детекторами, регистрирующими индивидуальные события (газоразрядные или сцинтилляционные счетчики). Преобразование излучения в ионизационной камере в малый поток заряда (или тока). Конструкция камеры. Схема подключения к измерительной аппаратуре</p> <p>Газоразрядные счетчики. Принцип действия. ВАХ разряда. Счетчики Гейгера Мюллера. Счетная характеристика газоразрядного счетчика. Конструкция счетчиков для регистрации различных видов излучений.</p> <p>Полупроводниковые детекторы. Работа обратносмещенного р-п перехода при прохождении через полупроводник заряженной частицы или кванта фотонного излучения. Генерация электронно-дырочных пар. Варианты строения полупроводниковых структур. Параметры полупроводниковых детекторов. Области преимущественного использования.</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной профессиональной деятельности	ПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общетеchnические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности,	У-3 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности и критически их оценивать на основе фундаментальных естественнонаучных знаний

			связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем	
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Детекторы и датчики

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Бараночников, М. Л.; Приемники и детекторы излучений : справочник.; ДМК Пресс, Москва; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=565053> (Электронное издание)
2. , Шарапов, В., Полицук, Е.; Датчики: Справочное пособие; РИЦ Техносфера, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=214292> (Электронное издание)
3. Смирнов, Г. В.; Приборы и датчики экологического контроля : учебное пособие.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480910> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Афанасьев, А. А.; Физические основы измерений : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Автоматизир. технологии и пр-ва".; Академия, Москва; 2010 (6 экз.)
2. Котюк, А. Ф.; Датчики в современных измерениях; Радио и связь : Горячая линия - Телеком, Москва; 2006 (25 экз.)
3. Мухин, К. Н., Алферов, Ж. И.; Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 1. Физика атомного ядра; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2008 (18 экз.)
4. Мухин, К. Н., Алферов, Ж. И.; Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 2. Физика ядерных реакций; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2008 (12 экз.)
5. Мухин, К. Н., Алферов, Ж. И.; Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 3. Физика элементарных частиц; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2008 (22 экз.)
6. Фрайден Д, ж., Заболотная, Ю. А., Свинцов, Е. Л.; Современные датчики : справочник.; Техносфера, Москва; 2005 (3 экз.)
7. Крауткремер, Бухман, Е. К., Зенкова, Л. С., Волченко, В. Н.; Ультразвуковой контроль материалов : справ.; Металлургия, Москва; 1991 (9 экз.)
8. Артемьев, Б. В., Клюев, В. В.; Радиационный контроль : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки: "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств".; Спектр, Москва; 2013 (1 экз.)
9. Герасимов, В. Г.; Методы и приборы электромагнитного контроля; Спектр, Москва; 2010 (1 экз.)

## **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).
2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).
5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).
6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).
8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).
9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).
10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).
11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).
12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).
13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).
14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).
18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).
19. Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).
20. Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>)

## **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

## **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека, режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
2. Электронная библиотека нормативно-технической документации, режим доступа: <http://www.technormativ.ru>
3. Зональная научная библиотека УрФУ, режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Детекторы и датчики

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	
--	--	--	--

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Ядерная физика**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Рябухин Олег Владимирович	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	Кафедра экспериментально й физики

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Рябухин Олег Владимирович, Доцент, экспериментальной физики**

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	История развития ядерной физики. Краткая характеристика дисциплины, ее цели, задачи, объем, содержание, порядок изучения материала, связь с другими дисциплинами учебного плана и место в подготовке бакалавров по направлению биотехнические системы и технологии. Формы контроля самостоятельной работы. Характеристика учебной литературы.
2	Свойства атомных ядер	2.1. Масса, энергия, заряд ядер. Связь массы и энергии. 2.2. Энергия связи и устойчивость ядер. Удельная энергия связи. Энергия связи ядра относительно составных частей. Нуклоностабильные ядра. 2.3. Радиус ядра. Анализ формулы Вейцеккера. Рассеяние быстрых нейтронов на ядрах. Мезоатомы. Рассеяние быстрых электронов на ядрах. 2.4. Спин и магнитный момент нуклонов и ядер. Эффекты Пашена – Бака и Зеемана. Определение спина ядра методом молекулярных пучков. Метод магнитного резонанса Раби.
3	Модели ядер	3.1. Капельная модель ядра. 3.2. Модель ядерных оболочек. 3.3. Обобщённая модель ядра.

4	Радиоактивные превращения ядер	<p>4.1. Общие закономерности распада ядер</p> <p>4.2. Альфа-распад ядер.</p> <p>4.3. Бета-распад ядер.</p> <p>4.4. Гамма-излучение ядер.</p>
5	Взаимодействие излучения с веществом	<p>5.1. Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Формула Бете-Блоха. Связь пробега с энергией. Тормозное излучение. Излучение Вавилова-Черенкова. Переходное излучение. Синхротронное излучение. Упругое рассеяние заряженных частиц. Формула Резерфорда. Многократное рассеяние. Особенности ослабления бета - излучения в веществе.</p> <p>5.2. Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Фотоэффект. Комптоновский эффект. Эффект образования пар. Ослабление гамма - излучения в веществе.</p>
6	Ядерные взаимодействия (реакции)	<p>6.1. Обозначение и классификация, основные параметры ядерных реакций.</p> <p>6.2. Законы сохранения, кинематика и порог ядерных реакций.</p> <p>6.3. Механизмы протекания ядерных реакций. Прямые ядерные реакции. Механизм составного ядра (Боровская теория ядерных реакций). Уровни энергии промежуточного ядра. Сечение образования промежуточного ядра в нерезонансной области. Принцип детального равновесия. Сечение образования ядра в резонансной области (формулы Брейта – Вигнера).</p> <p>6.4. Особенности ядерных реакций под действием заряженных частиц</p> <p>6.5. Роль центробежного барьера в ядерных реакциях</p> <p>6.6. Роль процесса ионизации в ядерных реакциях</p> <p>6.7. Ядерные реакции под действием заряженных частиц. Реакции под действием альфа - частиц. Реакции под действием протонов.</p> <p>6.8. Ядерные реакции под действием нейтронов. Радиационный захват нейтронов. Реакции с образованием протонов. Реакции с образованием альфа - частиц. Реакции деления. Реакции с образованием нуклонов. Неупругое рассеяние нейтронов. Упругое рассеяние нейтронов.</p> <p>6.9. Замедление нейтронов.</p> <p>6.10. Реакция деления ядер. Элементарная теория деления ядер. Механизм реакции деления.</p> <p>6.11. Ядерные реакции под действием гамма – квантов.</p> <p>6.12. Термоядерные реакции.</p>
7	Физика элементарных частиц	7.1. Сведения об элементарных частицах.

		<p>7.2. Экспериментальные исследования структуры элементарных частиц.</p> <p>7.3. Кванты полей взаимодействия.</p> <p>7.4. Кварки.</p> <p>7.5. Лептоны.</p> <p>7.6. Сбегающиеся константы и великое объединение.</p> <p>7.7. Симметрия в мире элементарных частиц.</p>
--	--	--

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-6 - Способен разрабатывать способы применения ядерно-энергетических, электронных, нейтронных и протонных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических и медицинских проблем	У-1 - Анализировать совокупность и последовательность процессов, протекающих при взаимодействии излучения с веществом

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Ядерная физика

#### Электронные ресурсы (издания)

- Капитонов, И. М.; Введение в физику ядра и частиц : учебник.; Физматлит, Москва; 2010; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75503> (Электронное издание)
- , Баранов, В. Ю.; Изотопы: свойства, получение, применение : монография.; Физматлит, Москва; 2005; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67604> (Электронное издание)
- Широков, Ю. М., Мамонтова, Н. А.; Ядерная физика : учебное пособие.; Наука, Москва; 1980; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450094> (Электронное издание)
- Ракобольская, И. В., Петухов, В. А.; Ядерная физика; Московский университет, Москва; 1971;

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483311> (Электронное издание)

5. Пономарева, В. А.; Оптика, атомная и ядерная физика: курс лекций : курс лекций.; Альтаир|МГАВТ, Москва; 2007; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430262> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. Мухин, К. Н., Алферов, Ж. И.; Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 1. Физика атомного ядра; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2008 (18 экз.)
2. Мухин, К. Н., Алферов, Ж. И.; Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 2. Физика ядерных реакций; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2008 (12 экз.)
3. Мухин, К. Н., Алферов, Ж. И.; Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 3. Физика элементарных частиц; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2008 (22 экз.)
4. Капитонов, И. М.; Введение в физику ядра и частиц : учеб. пособие для студентов физ. фак. клас. ун-тов, а также для студентов др. вузов, обучающихся по специальности "Ядерная физика" и направлению "Физика".; [КомКнига], Москва; 2006 (1 экз.)
5. , Андреев, Б. М., Арефьев, Д. Г., Баранов, В. Ю., Бедняков, В. А., Бейер, Г.; Изотопы: свойства, получение, применение : [монография : в 2 т.]. Т. 2. ; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2005 (2 экз.)
6. Иродов, И. Е.; Сборник задач по атомной и ядерной физике : учеб. для физ. специальностей вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1984 (70 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).
2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).
5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).
6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).
8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).
9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).
10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).
11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).
12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).
13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).
14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).

18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).
19. Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).
20. Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>)

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека, режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
2. Электронная библиотека нормативно-технической документации, режим доступа: <http://www.technormativ.ru>
3. Зональная научная библиотека УрФУ, режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Ядерная физика**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Периферийное устройство	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная	Не требуется

3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Дозиметрия и радиационная безопасность**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Баранова Анна Александровна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	экспериментально й физики

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Баранова Анна Александровна, Доцент, экспериментальной физики

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение Основные понятия и определения источников и полей ионизирующих излучений. Радиационная безопасность новая научно - прикладная дисциплина	Предмет и задачи курса. Области использования радиоактивных веществ и источников ионизирующих излучений. Предприятия ядерно-топливного и ядерно-оружейного циклов - как фактор потенциальной опасности для человека и окружающей среды. Современная концепция радиационной безопасности. Специфика современного этапа и задачи инженера-физика. Знание основ радиометрии, дозиметрии, радиационной биологии и радиационной безопасности - необходимый элемент современной цивилизации. Основные понятия и определения источников и полей ионизирующих излучений. Скалярные характеристики поля излучения. Дифференциальные характеристики. Токовые и потоковые величины
2	Дозиметрические величины и единицы измерения полей ионизирующих излучений и радиоактивности. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом -физические основы дозиметрии	Дозиметрические величины и единицы измерения ионизирующих излучений Дозиметрия источников ионизирующего излучения. В Физические, нормируемые и операционные величины. Линейная передача энергии, тормозная способность вещества. Активность радионуклида и единицы ее измерения. Схемы распада радионуклидов. Радиоактивные ряды. Активности материнского и дочернего радионуклидов. Связь между массой радионуклида, постоянной его распада и активностью. Правило десяти периодов полураспада. Керма - постоянная (Г-постоянная) радионуклида. Радиевый гамма-эквивалент. Керма-эквивалент. Связь мощности дозы с активностью гамма-

		источника. Классификация и определение дозиметрических величин
3	Биологическое действие ионизирующих излучений. Радиационная безопасность человека и окружающей среды	Биологическое действие ионизирующих излучений. Радиочувствительность различных биологических видов. Первичные механизмы взаимодействия ионизирующих излучений с биологической тканью. Прямое и косвенное действие излучения. Особенности взаимодействия нейтронов с биологической тканью. Биологические последствия облучения. Детерминированные, соматико-стохастические и генетические радиационные эффекты. Лучевая болезнь: острая лучевая болезнь при относительно равномерном облучении; острая лучевая болезнь при неравномерном облучении; хроническая лучевая болезнь; терапия острой лучевой болезни. Действие радиации на эмбрион и плод человека. Внутреннее облучение. Пути проникновения радионуклидов. Понятие метаболизма. Скорость биологического выведения. Радиобиологические характеристики основных радионуклидов. Регламентируемые величины, характеризующие внутреннее облучение. Условия оценки дозовой нагрузки при сочетании внутреннего и внешнего облучения.
4	Законодательные основы РБ. Нормирование уровней внешнего и внутреннего облучения. НРБ-99 и ОСПОРБ-99. Система РБ на предприятиях.	Фоновое облучение человека. Естественные и искусственные источники. Радиоактивность окружающей среды. Естественный и искусственный техногенно-измененный фон. Радон: друг или враг. Требования НРБ-99 к защите от природного облучения в производственных условиях. Требования НРБ-99 к ограничению природного облучения населения. Облучение в медицинских целях. Ограничение медицинского облучения. Радиационный фон, обусловленный испытанием ядерного оружия. Дозиметрия при радиационных авариях. Индивидуальный дозиметрический контроль аварийных доз облучения. Системы РБ на предприятиях. Виды радиационного контроля. Нормирование уровней внешнего и внутреннего облучения. Принципы нормирования уровней облучения. Линейная беспороговая концепция. Эволюция подходов к нормированию дозовой нагрузки. Рекомендации Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ) 1990 г. по нормированию уровней облучения профессионально работающих с излучением и остального населения. Основные нормативные документы: «Закон РФ о радиационной безопасности населения», «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99) и «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ-99). Внутреннее облучение. Пути проникновения радионуклидов. Понятие метаболизма. Скорость биологического выведения. Радиобиологические характеристики основных радионуклидов. Регламентируемые величины, характеризующие внутреннее облучение. Условия оценки дозовой нагрузки при сочетании внутреннего и внешнего облучения
5	Методы и средства радиационной безопасности	Методы и средства радиометрии и дозиметрии. Классификация приборов радиационного контроля. Ионизационные методы дозиметрии. Условие электронного равновесия. Теория Брегга-Грея. Вольт-амперная характеристика газового промежутка и ее анализ. Ионизационные камеры, их типы и применение. Применение теории Брегга-Грея для стеночной камеры.

		<p>Соотношение между мощностью экспозиционной дозы и ионизационным током. Ход с жесткостью. Газоразрядные счетчики. Их свойства, характеристики, применение в дозиметрии фотонного излучения. Сцинтилляционный метод регистрации фотонного излучения. Термолюминесцентные дозиметры. Интегральный и пиковый метод в термолюминесцентной дозиметрии. Индивидуальные термолюминесцентные дозиметры.</p> <p>Радиофотолюминесцентные дозиметры, дозиметры на основе деградации люминесценции. Фотографический и химические методы дозиметрии. Индивидуальные дозиметры. ЭПР-дозиметрия. Физические основы метода. Ретроспективная дозиметрия. Особенности дозиметрии нейтронов.</p>
--	--	---

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Дозиметрия и радиационная безопасность

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Гилемханов, , М. И.; Дозиметрия ионизирующих излучений : учебно-методическое пособие предназначено для студентов очной и заочной формы образования по изучению дисциплины (направлению подготовки 36.05.01 – «ветеринария», квалификация – специалист, 36.03.01 – «ветеринарно-санитарная экспертиза», 36.03.02 – «зоотехния» квалификация – бакалавр, и слушателей факультета повышения квалификации по специальности «ветеринария»); Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, Казань; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/104839.html> (Электронное издание)

2. Маркитанова, , Л. И.; Защита от радиации : учебно-методическое пособие.; Университет ИТМО,

Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/66448.html> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. Иванов, В. И.; Курс дозиметрии : Учебник для физ. и физ.-техн. специальностей вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1988 (17 экз.)
2. Иванов, В. И., Климанов, В. А., Машкевич, В. П.; Сборник задач по дозиметрии и защите от ионизирующих излучений : Учеб. пособие для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1992 (1 экз.)
3. Жуковский, М. В.; Радон: измерение, дозы, оценка риска; Б. и., Екатеринбург; 1997 (4 экз.)
4. Кружалов, А. В., Журавлева, Иванов, Ю. Ю., Нешов; Радиационные технологии в биологии и медицине : Учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2000 (8 экз.)
5. Ильин, Л. А., Кириллов, В. Ф., Коренков, И. П.; Радиационная безопасность и защита : Справочник.; Медицина, Москва; 1996 (5 экз.)
6. Черняев, А. П.; Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "010400 - Физика" и "014000 - Медицинская физика".; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2004 (11 экз.)
7. Кудряшов, Ю. Б., Мазурик, В. К., Ломанов, М. Ф.; Радиационная биофизика (ионизирующие излучения : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям 012200 - Биофизика, 010700 - Физика атомного ядра и частиц, 014000 - Мед. физика, 014200 - Биохим. физика.; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2004 (15 экз.)
8. Баранова, А. А., Рябухин, О. В.; Дозиметрия : учебно-методическое пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 12.04.04 - Биотехнические системы и технологии, 14.03.02 - Ядерная физика и технологии, 14.05.04 - Электроника и автоматика физических установок, 18.05.02 - Химическая технология материалов современной энергетики, 22.03.01 - Материаловедение и технологии материалов.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (15 экз.)
9. Бастриков, В. В.; Метод ретроспективного определения объемной активности радона в помещении : дис. на соиск. учен. степ. канд. физ.-мат. наук: 01.04.01. ; Б. и., Екатеринбург; 2004 (1 экз.)
10. Смагин, А. И.; Биологическое действие и защита от ионизирующих излучений : учебное пособие.; ЮУрГУ, Челябинск; 2018 (1 экз.)
11. Голубев, Б. П., Столярова, Е. Л.; Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений : Учебник для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1986 (9 экз.)
12. Савастенко, В. А.; Практикум по ядерной физике и радиационной безопасности : Учеб. пособие для вузов.; Дизайн ПРО, Минск; 1998 (6 экз.)
13. Козлов, В. Ф.; Справочник по радиационной безопасности; Энергоатомиздат, Москва; 1991 (12 экз.)
14. Жуковский, В. М.; Радиоактивность и радиационная безопасность : общедоступные лекции для студентов, журналистов, чиновников и избранников народа всех уровней.; [Издательство Уральского университета], Екатеринбург; 2004 (1 экз.)
15. , Ярмошенко, И. В.; XI международный экологический симпозиум "Урал атомный, Урал промышленный" : тр. Симпозиума на рус. и англ. яз.; [б. и.], Екатеринбург; 2005 (1 экз.)
16. Хано, Й., Унагаев, В.; Японская катастрофа. Авария на Фукусиме и ее последствия; БХВ-Петербург, Санкт-Петербург; 2013 (1 экз.)
17. Бекман, И. Н.; Ядерная медицина: физические и химические основы : учебник для вузов.; Юрайт, Москва; 2020 (1 экз.)
18. Бекман, И. Н.; Ядерные технологии : учебник для вузов.; Юрайт, Москва; 2020 (1 экз.)

## **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).
2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).
5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).
6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).
8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).
9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).
10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).
11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).
12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).
13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).
14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).
18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).
19. Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).
20. Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>)

## **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

## **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека, режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
2. Электронная библиотека нормативно-технической документации, режим доступа: <http://www.technormativ.ru>
3. Зональная научная библиотека УрФУ, режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Дозиметрия и радиационная безопасность

Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Подключение к сети Интернет	
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES